



Empresa Nacional de Transmisión Eléctrica (ENATREL)

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
PROYECTO REFUERZOS PARA LA CONEXIÓN DEL
PROYECTO HIDROELECTRICO TUMARÍN,
I ETAPA**

INFORME FINAL



*Garantizando la
Energía del Futuro*

**Preparado por
MULTICONSULT Y CIA. LTDA
ENERGIA Y MEDIO AMBIENTE**

Tel: 2278-2530/ Fax: 2266-1596

multiconsult@ibw.com.ni

www.multiconsult.com.ni

Managua, Nicaragua

Febrero de 2014

Tabla de Contenido

I	RESUMEN EJECUTIVO	7
II	ASPECTOS GENERALES DEL PROYECTO	10
2.1	ANTECEDENTES.....	10
2.2	OBJETIVO GENERAL DEL EIA	12
2.3	FICHA TÉCNICA.	13
III	CONSIDERACIONES LEGALES Y REGULATORIAS	14
3.1.	LEYES	17
3.3.	NORMAS TÉCNICAS OBLIGATORIAS NICARAGÜENSES (NTON)	26
IV	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO.....	28
4.1	OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	28
4.1.1	OBJETIVO GENERAL	28
4.1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	29
4.1.3.	JUSTIFICACIÓN	29
4.2.	COMPONENTES DEL PROYECTO	30
4.2.1.	CANTIDAD DE ÁREA A OCUPAR POR LAS AMPLIACIONES DE LAS SUBESTACIONES	32
4.2.2.	ÁREA REQUERIDA POR LA LÍNEA DE TRANSMISIÓN Y SUBESTACIONES, ASÍ COMO LA SERVIDUMBRE.	32
4.3	MACRO Y MICROLOCALIZACIÓN DEL PROYECTO.....	33
4.3.1	MACROLOCALIZACIÓN.	33
4.3.2.	MICROLOCALIZACIÓN.	33
4.4	INVERSIÓN TOTAL DEL PROYECTO.....	38
4.5.	INCIDENCIA DEL PROYECTO EN EL ÁMBITO NACIONAL Y LOCAL.....	38
4.6.	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE TRANSFORMACIÓN Y TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA.....	40
4.6.1	PRODUCCIÓN DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA	40
4.6.2.	TRANSFORMACIÓN Y TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DEL PROYECTO.	40
4.7.	CARACTERÍSTICAS Y ESPECIFICACIONES CONSTRUCTIVAS DE LA LÍNEA DE TRANSMISIÓN.	43
4.7.1	LÍNEA DE TRANSMISIÓN	43
4.7.2.	SUB ESTACIONES.....	54
4.7.3.	CARACTERÍSTICAS DE LOS DISEÑOS PARA SUBESTACIONES	65
4.7.4.	BANCO DE BATERÍAS	67
V.	ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS.....	68
5.1.	JUSTIFICACIÓN DEL TRAZADO DE LA RUTA SELECCIONADA DE LA LÍNEA DE TRASMISIÓN	68
VI.	ETAPAS DEL PROYECTO.....	73

6.1 ETAPA DE CONSTRUCCIÓN / INSTALACIÓN DE LA LÍNEA Y LAS AMPLIACIONES DE LAS CUATRO SUBESTACIONES.....	73
• SUBESTACIONES.....	79
• MANTENIMIENTO DE ZONAS DE TRABAJO	90
6.2. ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	92
6.2.1. ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO DURANTE LA ETAPA DE OPERACIÓN	92
6.3 ETAPA DE CIERRE	100
6.3.1. PARA EL DESMANTELAMIENTO DE LAS SUBESTACIONES SE PROCEDERÁ DE LA SIGUIENTE MANERA:	100
6.3.2. PROCEDIMIENTOS ESPECÍFICOS PARA EL DESMANTELAMIENTO DE LA LÍNEA DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA	101

VII. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DEL ÁREA DE INFLUENCIA 101

7.1 MEDIO ABIÓTICO.....	101
7.1.1. CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS	101
7.1.2. DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA POR TRAMOS DE LA LÍNEA DE TRANSMISIÓN	105
7.1.3. CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS.....	110
7.1.4. CARACTERÍSTICAS HIDROLÓGICAS (DRENAJE)	111
7.1.5. AGUAS SUBTERRÁNEAS (NIVEL FREÁTICO).....	113
7.1.6. CLIMATOLOGÍA Y METEOROLOGÍA.....	115
7.1.7. PAISAJE	118
7.2- MEDIO BIÓTICO (FLORA Y FAUNA)	127
7.2.1. ECOSISTEMAS	127
7.2.3. DESCRIPCIÓN DE LA FLORA	135
7.2.4. DESCRIPCIÓN DE LA FAUNA.....	149
7.2.5. FAUNA POR TRAMO.....	153
7.3- MEDIO SOCIO-ECONÓMICO	161
7.3.1. MEDIO SOCIOECONÓMICO EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA (AID)	161
7.3.2. MEDIO SOCIOECONÓMICO EN EL ÁREA DE INFLUENCIA INDIRECTA (AII)	162

VIII IDENTIFICACIÓN, EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES..... 202

8.1- IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS.....	202
8.1.1. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES Y POSIBLES FACTORES AMBIENTALES A SER IMPACTADOS COMO RESULTADO DE LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO	202
8.2. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....	208
8.2.1 EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES EN EL TRAMO 1 DE LÍNEA DE TRANSMISIÓN SAN BENITO- TERRABONA.	209
8.2.2. EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES EN EL TRAMO 2 DE LÍNEA DE TRANSMISIÓN SAN BENITO-BOACO. 222	222
8.2.3. EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES EN EL TRAMO 3 DE LÍNEA DE TRANSMISIÓN BOACO-RÍO BLANCO. 224	224
8.2.4. EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES EN EL TRAMO 4 DE LÍNEA DE TRANSMISIÓN RÍO BLANCO- MULUKUKÚ.	226
8.2.5. BALANCE DE IMPACTOS AMBIENTALES SIN PROYECTO	228
8.2.6. BALANCE DE IMPACTOS AMBIENTALES CON PROYECTO SIN LA APLICACIÓN DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN.....	232
8.4.7. BALANCE DE IMPACTOS AMBIENTALES CON PROYECTO Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN	236

<u>IX</u>	<u>LÍMITES DEL ÁREA DE INFLUENCIA</u>	<u>242</u>
<u>X.</u>	<u>ANÁLISIS DE RIESGO</u>	<u>243</u>
10.1.	METODOLOGÍA PARA DETERMINAR LOS RIESGOS AMBIENTALES	243
EL RIESGO SE EVALÚA CONSIDERANDO SU SEVERIDAD Y SU PROBABILIDAD DE OCURRENCIA, CON LOS SIGUIENTES		
CRITERIOS:		243
11.2.	IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS	244
10.3.	EVALUACIÓN DEL RIESGO AMBIENTAL	245
10.3.1.	AMENAZA SÍSMICA.....	246
10.3.2.	RIESGO POR INESTABILIDAD DE LADERAS.....	247
10.3.3.	RIESGO POR INUNDACIÓN	248
10.3.4.	RIESGO POR HURACANES O FENÓMENOS CICLÓNICOS.....	249
10.3.5	RIESGO POR INCENDIOS	249
10.3.5.	RESUMEN DE LA EVALUACIÓN DEL RIESGO AMBIENTAL	250
10.4.	CONCLUSIONES DEL ANÁLISIS DEL RIESGO	252
<u>XI.</u>	<u>IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS AMBIENTALES.....</u>	<u>254</u>
11.1.	GENERALIDADES	254
<u>XII</u>	<u>PRONÓSTICO DE LA CALIDAD AMBIENTAL</u>	<u>275</u>
12.1	PRONÓSTICO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL ÁREA DE INFLUENCIA SIN PROYECTO	275
12.1.1.	TRAMO 1, SUBESTACIÓN SAN BENITO – SUBESTACIÓN TERRABONA.....	275
12.1.2.	COMPONENTE SAN BENITO-MULUKUKÚ (TRAMOS 2, 3 Y 4).....	277
12.2.	PRONÓSTICO DE LA CALIDAD DEL ÁREA DE INFLUENCIA EN EL CASO QUE EL PROYECTO SE EJECUTE SIN LA	
APLICACIÓN DE MEDIDAS AMBIENTALES		280
12.2.1.	TRAMO 1, SUBESTACIÓN SAN BENITO – SUBESTACIÓN TERRABONA	280
12.2.2.	COMPONENTE SAN BENITO-MULUKUKÚ (TRAMOS 2, 3 Y 4)	283
12.3.	PRONÓSTICO DE LA CALIDAD DEL ÁREA DE INFLUENCIA CONSIDERANDO LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO Y CON LA	
IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA DE GESTIÓN AMBIENTAL		285
12.3.1.	TRAMO 1, SUBESTACIÓN SAN BENITO – SUBESTACIÓN TERRABONA	285
12.3.2.	COMPONENTE SAN BENITO-MULUKUKÚ (TRAMOS 2, 3 Y 4).....	288
<u>XIII</u>	<u>MAPA DE ZONIFICACION AMBIENTAL.....</u>	<u>292</u>
<u>XIV</u>	<u>PROGRAMA DE GESTION AMBIENTAL</u>	<u>292</u>
14.1.	GENERALIDADES	292
14.1.1.	OBJETIVOS GENERALES DEL PGA.....	293
14.1.2.	MARCO POLÍTICO DEL PGA.....	293
14.1.3.	COMPONENTES DEL PLAN DE PROGRAMA DE AMBIENTAL	294
14.2.	PLAN DE IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDAS AMBIENTALES	294
14.2.1.	GENERALIDADES	294

14.2.2. ACCIONES A DESARROLLAR	295
14.2.3. VALORACIÓN ECONÓMICA	312
14.3. PLAN DE CONTINGENCIA	313
14.3.1. GENERALIDADES	313
14.3.2. OBJETIVOS.....	313
14.3.3. ALCANCES.....	314
14.3.4. ORGANIZACIÓN	314
14.4. PLAN DE REFORESTACIÓN	328
14.4.1. INTRODUCCIÓN.....	328
14.4.2. OBJETIVOS DEL PLAN	330
14.4.3. UBICACIÓN DEL PROYECTO	330
14.4.4. METODOLOGÍA.....	330
14.4.5. PROPUESTAS DEL PLAN DE REFORESTACIÓN	331
14.4.6. NÚMERO DE ÁRBOLES A AFECTAR SEGÚN RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN FORESTAL	331
14.4.7. PROYECCIÓN DE ESPECIES A REFORESTAR.....	332
14.4.8. LOCALIZACIÓN DE ÁREAS DE REFORESTACIÓN	333
14.4.9. COSTOS	335
14.5. PLAN DE CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL	335
14.5.1. INTRODUCCIÓN.....	335
14.5.2. OBJETIVOS	336
14.5.3. ALCANCES.....	336
14.5.4. ACTIVIDADES DE CAPACITACIÓN	336
14.5.5. INDUCCIÓN DE MEDIO AMBIENTE, SALUD, SEGURIDAD Y ACCIÓN COMUNITARIA	337
14.5.6. PLAN DE CAPACITACIÓN RELACIONADO CON LAS POSIBLES CONTINGENCIAS	338
14.5.7. CONTENIDO DE LAS ACTIVIDADES DE CAPACITACIÓN	339
14.5.8. METODOLOGÍAS	340
14.5.9. REGISTROS.....	340
14.6. PLAN DE CONTROL Y MONITOREO AMBIENTAL	341
14.6.1. GENERALIDADES	341
14.6.2. OBJETIVO.....	341
14.6.3. ACTIVIDADES DE CONTROL Y SEGUIMIENTO	341
14.6.4. MEDIO DE VERIFICACIÓN.....	342
14.7. PLAN DE PARTICIPACIÓN CIUDADANA	343
14.8. PLAN DE CIERRE	345
14.8.1. GENERALIDADES	345
14.8.2. OBJETIVO.....	346
14.8.3. COMPROMISO DE ENATREL	346
14.8.4. ACCIONES A SEGUIR EN EL PLAN DE ABANDONO.....	347
14.8.5. DELIMITACIÓN DE ÁREAS DE TRABAJO	347
14.8.6. PROCEDIMIENTO DE ABANDONO AL TÉRMINO DE LA FASE DE OPERACIÓN	349
 XV. CONCLUSIONES	 351
 XVI. RECOMENDACIONES	 353
 XVI. BIBLIOGRAFIA	 354

<u>XVII.</u>	<u>GRUPO CONSULTOR</u>	<u>360</u>
<u>XVIII</u>	<u>ANEXOS</u>	<u>371</u>

I RESUMEN EJECUTIVO

La Empresa Nacional de Transmisión Eléctrica (ENATREL), empresa del Estado de Nicaragua tiene como función principal, la operación y mantenimiento del Sistema Nacional de Transmisión, SNT y la ampliación de la capacidad de transmisión de manera que el SNT, sea un sistema seguro y confiable garantizando las demandas futuras del suministro de energía eléctrica, y el comercio eléctrico en la región, entre otros.

La legislación ambiental vigente en Nicaragua establece que todo proyecto o actividad productiva que por su magnitud represente la posibilidad de provocar efectos negativos de importancia sobre el medio ambiente y los recursos naturales existentes en la zona donde se pretende ejecutar, debe ser sometida al proceso de evaluación de impacto ambiental, tomando en cuenta lo establecido en el *Decreto 76-2006 “Sistema de Evaluación Ambiental”* (Gaceta Diario Oficial No. 248 del 22 de Diciembre del 2006).

ENATREL, como parte de la ampliación del SNT, desarrollará el proyecto “Refuerzos para la Conexión del Proyecto Hidroeléctrico Tumarín, I Etapa” para lo cual ha contratado los servicios profesionales de **MULTICONSULT Y CIA. LTDA**, para la realización del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) de acuerdo con la legislación nacional vigente y las políticas del contratante.

El Objetivo del proyecto es ampliar las capacidades del Sistema Nacional de Transmisión (SNT), de manera confiable y segura de acuerdo a los criterios de seguridad y calidad de la normativa nacional y reglamento regional, para garantizar la conexión de la Central Hidroeléctrica Tumarín y de otros proyectos hidroeléctricos de la región así como también, el suministro de energía confiable y segura a los usuarios existentes y a nuevos usuarios de los departamentos de Boaco, Chontales, la Región Autónoma del Atlántico Sur, RAAS y la Región Autónoma del Atlántico Norte, RAAN. El costo total de las obras será aproximadamente de U\$D 123,807,904.6 millones de dólares.

Es relevante destacar que el tamaño de la Central Tumarín en comparación con la demanda total de energía se aproxima al 35 % que para ciertas condiciones de hidrología y demanda llega a abastecer al 60% de la demanda del Sistema Interconectado Nacional (SIN), lo que exige contar con interconexiones robustas con el resto de la región y buena capacidad de transmisión interna, con el fin de suplir una posible salida intempestiva de la central o de las unidades generadoras, sin provocar colapso del sistema.

Debido a lo anterior se hace necesario refuerzos en el SIN que permitan incrementar la confiabilidad del sistema de transporte y cumplir con los criterios de Seguridad establecidos en la normativa regional. Dado que en la actualidad no se cuenta con el financiamiento total para el proyecto se plantea ejecutarlo en dos etapas.

El proyecto, comprenderá la construcción de dos líneas independientes en 230 kV, una de estas líneas conectará las subestaciones de Mulukukú – Boaco – San Benito, y la otra línea en 230 kV a las Subestaciones de Terrabona y San Benito; también se ampliará las subestaciones de San Benito, Mulukukú, Boaco, Terrabona a esquema de interruptor y medio en 230 kV.

Con la entrada en operación del proyecto se aprovechará la disponibilidad de la subestación Tumarín en la zona de la Región Autónoma Atlántico Norte (RAAN) de Nicaragua, para electrificar aquellas comunidades rurales y poblaciones que no cuentan con energía eléctrica siendo necesario la instalación de un transformador de 15 MVA 230/24.9 kV en la subestación Tumarín.

El desarrollo del proyecto se orienta a conseguir beneficios tangibles para el país tales como:

- Aumento de la confiabilidad del Sistema de Transmisión asegurando el transporte de la energía generada por Tumarín ante contingencia doble o pérdida de la generación de Tumarín, la cual llega a abastecer hasta el 60% de la demanda del SIN.
- Mejorar la confiabilidad de las Subestaciones Las Banderas, Boaco, Amerrisque, La Gateada, Acoyapa, Santa María, San Miguelito, Corocito, La Esperanza y Bluefields la cuales actualmente se encuentran conectadas radialmente.
- Mejorar los niveles de voltaje en los nodos de La Gateada, Acoyapa, Santa María y Amerrisque, de acuerdo a lo establecido en la normativa de operación.
- Los beneficios financieros por el ingreso por la energía transferida desde la subestación Mulukukú. Estando en servicio la central hidroeléctrica Tumarín, se estima una transferencia de energía de 1,184,000 MWH anuales.
- Los beneficios indirectos de este proyecto es que permite para el país la sustitución de energía térmica por fuentes renovables, reduciendo así la emisión de CO₂ y logrando un cambio significativo en la matriz energética actual.
- Se electrificarán las comunidades cercanas a la Planta Tumarín por medio de la instalación de un transformador de distribución en la subestación Tumarín.

El objetivo del EIA es asegurar que las opciones de desarrollo del proyecto en estudio, sean ambiental y socialmente adecuadas al entorno en el que se implanta (interrelación de los aspectos abióticos, bióticos y humanos).

Para el proceso de identificación y evaluación de los impactos ambientales, se ha seleccionado una Metodología basada en indicadores (Matriz CONESA) que ha permitido identificar, evaluar e interpretar las implicancias ambientales que se prevén ocurran durante las etapas de planificación, construcción, operación y abandono del Proyecto Refuerzos para la Conexión del Proyecto Hidroeléctrico Tumarín, I etapa.

El EIA del Proyecto contiene el desarrollo del Marco Jurídico e Institucional, dentro del cual se enmarcan las actividades de transmisión eléctrica; la Descripción del Proyecto; la Línea Base Ambiental, que incluye la evaluación de los medios físico, biológico, socioeconómico y cultural; la Identificación, Análisis y Evaluación de los Impactos Ambientales; las Medidas de Mitigación Ambiental, el Análisis de Riesgo Ambiental y el Programa de Gestión Ambiental (PGA).

El PGA incluye planes de: Plan de Implementación de Medidas Ambientales; Plan de Contingencia; Plan de Reforestación; Plan de Capacitación y Educación Ambiental y Plan de Control y Monitoreo Ambiental

Las medidas de mitigación y de compensación desarrolladas en el EIA tienen por objetivo evitar, mitigar y/o reducir los potenciales impactos y efectos sobre el ambiente natural y social que el proyecto puede llegar a generar, por lo que su aplicación debe iniciarse desde el momento mismo que comienza la ejecución de una obra, siendo así un instrumento para evaluar si la previsión de impactos y medidas sugeridas son realmente efectivas, constatando las ineficiencias del sistema de control para poder implementar inmediatamente las correcciones necesarias.

El trazo de ruta de la Línea de Transmisión evitará al máximo zonas habitadas, por consiguiente el impacto ambiental negativo que se derivará como resultado del accionar del proyecto es mínimo para la población humana y se circunscribe a terrenos agrícolas, ganaderos y en abandono, así como áreas vinculadas a los derechos de vías de la carretera Panamericana Norte en el trazo comprendido entre las comunidades de San Benito y Las Maderas.

En cuanto a los daños sobre las propiedades cabe decir que con los estudios realizados se ha buscado el paso por las zonas menos productivas, en las que la creación e implantación de la faja de servidumbre suponga una afección menor a las poblaciones humanas sobre la infraestructura y los costos del proyecto.

Como resultado del análisis de los impactos ambientales, puede deducirse que, de la definición del proyecto y de la toma en consideración de las medidas preventivas y correctoras, la introducción de la Línea de Trasmisión de Energía no va a provocar ningún impacto crítico sobre el medio ambiente, perfectamente compatibles con los usos actuales y futuros, por el contrario los impactos ambientales positivos son bastante significativos dado la amplia gama de beneficios que conlleva el mejorar el SIN garantizando un sistema confiable y seguro, la ampliación de la cobertura eléctrica y la electrificación de las comunidades más cercanas al proyecto potenciando el desarrollo socioeconómico de los municipios involucrados.

El Estudio de Impacto Ambiental realizado por Multiconsult S.A. **considera social y ambientalmente viable** las actividades de Transmisión de energía eléctrica en la zona de su intervención y en el marco de las medidas de acción preventivas y/o correctivas que se tendrá que asumir para su normal marcha.

II ASPECTOS GENERALES DEL PROYECTO

2.1 Antecedentes

Debido a la importancia estratégica que significa para el país la producción de energía a partir de fuentes renovables y por consiguiente el cambio de la matriz energética, es prioridad para ENATREL ejecutar proyectos de expansión del sistema de transmisión que interconecten las zonas de generación hidroeléctrica, para transferir de forma confiable y eficiente la producción de electricidad desde las nuevas centrales hacia los centros de consumo distribuidos en la zona del pacífico del país.

La subestación Mulukukú operando en la actualidad, será el nodo donde convergerán los flujos de potencia provenientes de los proyectos hidroeléctricos Boboké (70 MW) y Tumarín (253 MW). En conjunto estos proyectos inyectarán 323 MW a la subestación Mulukukú.

La entrada en operación de la Central Tumarín está proyectada para el año 2017 con una potencia de 253 MW y una energía promedio anual de 1184 GWh/ año. Después del año 2017 entrará en servicio la Central Hidroeléctrica Boboké de 70 MW. Se estima que el potencial hidroeléctrico en la zona donde se ubica la subestación Mulukukú es de 600 MW, por lo que podría dar cobertura a otros proyectos como Copalar (150 MW) y El Carmen (100 MW). Esta red tampoco tendrá la capacidad para evacuar la potencia generada por la central hidroeléctrica Tumarín de 253 MW de potencia, por lo que se requiere aumentar las capacidades técnicas del sistema para la transmisión a un nivel de tensión en 230 kV, dado que en la actualidad no se cuenta con el financiamiento total para el proyecto se plantea ejecutarlo en dos etapas.

La importancia de los proyectos anteriores especialmente el de Tumarín exige reforzar la red de transmisión de Nicaragua para permitir intercambios con el resto de la región de forma confiable y evitar colapsos en caso de salidas intempestivas de la central, por ello, ENATREL planea la ejecución del proyecto **“Refuerzos para la conexión del Proyecto Hidroeléctrico Tumarín- I Etapa”**, el cual consiste en establecer una conexión entre las subestaciones Mulukukú, Boaco, San Benito y Terrabona - a un nivel de tensión de 230 kV, que permita transportar la energía generada por Tumarín y cumplir con los Criterios de Calidad, Seguridad y Desempeño Mínimo del Sistema tanto Nacional como Regional.

La Empresa Nacional de Transmisión Eléctrica (ENATREL), como parte del proceso de reforzamiento y ampliación del Sistema Nacional de Transmisión Eléctrica, ha previsto la construcción de bahías de entrada – salida en las subestaciones de San Benito, Boaco, Terrabona y Mulukukú y una Línea de Transmisión en 230 kV de aproximadamente 235.5 km.¹

El objetivo del proyecto es fortalecer el Sistema Nacional de Transmisión para poder incorporar la energía producida al Sistema Interconectado Nacional, fortaleciendo de esta manera el programa de electrificación Rural impulsado por el gobierno nacional.

La construcción de una línea de transmisión, de acuerdo al marco regulatorio de protección del medioambiente de Nicaragua, requiere la obtención de un Permiso Ambiental, a obtener, después

¹Fuente: Especificacionestécnicas del proyecto Hidroeléctrico Tumarín, I Etapa ENATREL.

que el propietario del proyecto haya realizado un EIA, que éste haya sido sometido a consulta pública y haya sido aprobado por el ente regulador, el Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA), todo de acuerdo al Decreto 76-2006, Sistema de Evaluación Ambiental.

El inicio de las actividades para la elaboración del EIA de este proyecto, comprende la realización de visitas de campo en el área de influencia del proyecto, definida ésta inicialmente, según el trazado y ruta de la línea como se indica más adelante, para poder conocer las características de la misma, realizar el diagnóstico ambiental e identificar los impactos ambientales que el proyecto, así como posibles obstáculos que limiten el desarrollo del proyecto.

Durante el recorrido de reconocimiento se realizaron observaciones en las subestaciones y en los Puntos de Inflexión (PI) de la ruta propuesta, así como recorrido sobre la ruta, realizando observaciones específicas en las Áreas de Influencia Directa e Indirecta.

El contenido de este informe y el orden de presentación fue realizado de acuerdo con los Términos de Referencia, conteniendo lo siguiente:

- Aspectos generales del proyecto,
- Consideraciones Legales y Regulatorias donde se describe la legislación ambiental relevante y aplicable al proyecto
- Las características principales del proyecto con una descripción general de cada uno de los componentes que lo conforma.
- Etapas del proyecto:
 - Las actividades a realizar durante la Etapa de Construcción.
 - Las actividades a realizar durante la Etapa de Operación y Mantenimiento.
 - Las actividades a realizar durante la Etapa de Cierre.
- El Diagnóstico Ambiental del área de influencia: la descripción de la línea base ambiental de la zona donde se encuentra inserto el proyecto y principalmente del área de influencia del mismo. En este capítulo se aborda los componentes abióticos como bióticos (flora y fauna), realizando un análisis de los aspecto socioeconómicos, arqueológicos y culturales más importantes de la zona.
- La Identificación, Evaluación y Análisis de Impactos
- Evaluación de Riesgos
- El Pronóstico de la Calidad Ambiental del área de influencia
- El Programa de Gestión Ambiental
- Evaluación de la Viabilidad Ambiental
- Conclusiones

El EIA contiene también un Programa de Gestión Ambiental que contiene los planes de Contingencia, de Seguimiento y Control, Monitoreo, Reforestación, Capacitación y Educación Ambiental.

2.2 Objetivo General del EIA

Identificar y Evaluar los impactos ambientales positivos y negativos significativos que serán generados por el proyecto **“Refuerzos para la conexión del Proyecto Hidroeléctrico Tumarín - I Etapa”**, como consecuencia de la ejecución, operación y cierre del mismo, así como también por los cambios que se presentan en la naturaleza y que interactúan con el mismo.

Los objetivos específicos son los siguientes:

1. Valorar la situación ambiental del área de emplazamiento del proyecto previa a su ejecución.
2. Identificar, analizar y valorar los impactos ambientales positivos y negativos significativos que serán generados como consecuencia de la ejecución del proyecto en sus diferentes fases.
3. Valorar los riesgos a que será sometida la obra ante la probabilidad de ocurrencia de fenómenos naturales y antrópicas y que pudieran alcanzar magnitudes fuera de control en el sitio de emplazamiento del proyecto.
4. Proponer las medidas correctivas requeridas, en el caso de los impactos negativos significativos, para rescatar y preservar la calidad ambiental del medio ambiente interactuante con el proyecto propuesto.
5. Diseñar un Plan de Gestión Ambiental (PGA), que combine aspectos técnicos y administrativos, que permita brindarle seguimiento a las variables ambientales que han resultado afectadas negativamente por el proyecto y así garantizar un desarrollo sostenible de la actividad.

2.3 Ficha Técnica.

En la tabla siguiente, se presentan los principales datos técnicos del proyecto.

Tabla2.1: Ficha Técnica del Proyecto

Nombre del Proyecto	Estudio de Impacto Ambiental“Refuerzos para la conexión del Proyecto Hidroeléctrico Tumarín - I Etapa”
Programa	Componente 6: Refuerzos del Sistema de Transmisión en Las Zonas Rurales, PNSER, ENATREL
	Fondos del Tesoro de la República de Nicaragua
Ubicación	Municipios: Tipitapa, Teustepe, Boaco, Muy Muy, Matiguás, Río Blanco, Ciudad Darío, Terrabona, Paiwas y Mulukukú.
	Departamentos y Regiones Autónomas: Managua, Boaco, Matagalpa y RAANY RAAS
	Coordenadas UTM Inicio de la LT: Subestación Terrabona X: 611878 Y: 1408308 Final de la LT: Subestación Mulukukú X: 720069.83 Y: 1454778.98
Fase de Operación	Transmisión Eléctrica
Potencia Instalada	Subestación San Benito: - Seis (06) Transformadores de Corriente, 245 KV 1600-800/1-1-1 A. - Un Reactor inductivo 20 MVAR, 230 KV. - Cinco (05) Interruptores tripolar, 245 KV, 1600 A, accionamiento mono-tripolar, mando eléctrico 125 Vcc.
	Subestación Boaco: Auto transformador de 100 MVA, 230 KV, DNY. Subestación Terrabona: Auto transformador de 100 MVA, 230 KV, DNY. Subestación Mulukukú: Auto transformador de 100 MVA, 230 KV, DNY.
	Línea de Transmisión con un nivel de tensión de 230 kV.
Área de Ocupación	235.5 km de longitud.
Costo de inversión	Costos del Proyecto US\$ 119,876,030.61 Costos ambientales US\$ 3,931,874.00
Plazo de ejecución	2011– 2017
Propietario	Empresa Nacional de Transmisión Eléctrica (ENATREL).
	Dirección: De la Rotonda Centroamérica 700 mts oeste, Villa Fontana.
	Teléfonos: (505) 2252-7400, 2252-7500. Fax: (505) 2252-7404
Representante Legal	Ing. Salvador Mansell Castrillo.
	Cédula de Identidad:441-131255-0001D
	E- mail: smansell@enatrel.gob.ni
Empresa Consultora:	MULTICONULT Y CIA. LTDA.
	Coordinador del equipo técnico:MSC: Mauricio Lacayo Escobar

III CONSIDERACIONES LEGALES Y REGULATORIAS

En este capítulo se identifica el marco jurídico ambiental, laboral, de higiene y seguridad industrial y la legislación vinculada a ser aplicadas durante el desarrollo del proyecto “Refuerzos para la conexión del proyecto Hidroeléctrico Tumarín- I Etapa”.

La empresa ENATREL, en el marco de la ejecución y desarrollo de este proyecto, en lo que respecta al aspecto ambiental, laboral y de seguridad e higiene, dará cumplimiento a las disposiciones establecidas en los siguientes instrumentos del ordenamiento jurídico de Nicaragua, compuesta por instrumentos tales como políticas nacionales, leyes, decretos reglamentarios y autónomos, normas técnicas y otro tipo de disposiciones que de forma general o particular corresponda aplicar a las actividades de este proyecto.

Políticas Nacionales

Las políticas nacionales manifiestan la voluntad política del poder ejecutivo, diseñando en estas las líneas estratégicas para alcanzar el desarrollo en armonía con la sostenibilidad de los recursos naturales y el medio ambiente.

Nicaragua cuenta con políticas diversas, muchas de ellas son recogidas en el espíritu del Plan Nacional de Desarrollo Humano, así tenemos:

Plan Nacional de Desarrollo Humano (PNDH, 2012-2016).

El **Plan Nacional de Desarrollo Humano (2012-2016)** reafirma el objetivo del Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional de mejorar las condiciones de vida de todos los nicaragüenses, especialmente de los más pobres. La búsqueda permanente es la construcción del buen vivir para cada nicaragüense y del bien común entre y para todas y todos los nicaragüenses en su conjunto, en armonía con la Madre Tierra.

El PNDH continúa teniendo en alta prioridad el crecimiento económico con incremento del trabajo y reducción de la pobreza y las desigualdades, con estabilidad macroeconómica, con soberanía, seguridad e integración, en beneficio de las familias nicaragüenses.

El Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional manteniendo como propósito superar la pobreza y transformar a Nicaragua, mediante la construcción de un modelo alternativo de desarrollo, en el Plan Nacional de Desarrollo Humano (2012-2016) ha contemplado aspectos de índole económico, social, de inversión pública, política ambiental, gobernabilidad, así como productivo y comercial, para lograr un desarrollo de nación.

Vinculado a los fines del presente proyecto encontramos en este instrumento que define que la política de infraestructura energética continuará con la transformación de la matriz energética de 25.0 por ciento renovable en 2007 a 94.0 por ciento renovable en 2017, con el desarrollo de proyectos hidroeléctricos, geotérmicos, eólicos, de biomasa y solares, de inversión privada, pública y mixta incluidos en el Plan de Expansión de Generación Eléctrica (2007-2025).

El Plan Nacional de Desarrollo Humano en su componente denominado “**Infraestructura social, de transporte, energéticos y productivos para la transformación de Nicaragua**” establece que el Gobierno impulsará los siguientes ejes de trabajo: i) Aumento de la generación de energía eléctrica para disminuir el déficit; ii) Expansión de la red de transmisión de energía eléctrica y distribución eléctrica a nivel nacional; iii) Ampliación de la red de electrificación urbana y rural; iv) Electrificación de la Costa Caribe; v) Ahorro y eficiencia energética; vi) Impulso de la industrialización de hidrocarburos, incluyendo el Complejo Industrial “El Supremo Sueño de Bolívar” y la ampliación de la capacidad de procesamiento y almacenamiento de combustibles; vii) Impulsar la exploración petrolera.

Y finalmente manifiesta que la inversión pública se continuará focalizando en infraestructura productiva. En particular se priorizarán sectores estratégicos como: energía, agua potable, carreteras y caminos e infraestructura social. El otro pilar es la promoción e impulso de la inversión privada nacional y extranjera en el desarrollo de proyectos de alto impacto nacional como: energía y minas, industria, comunicaciones y turismo, que ayuden a aumentar la capacidad productiva del país.

El proyecto **Refuerzos para la conexión del Proyecto Hidroeléctrico Tumarín I Etapa**, es parte de la cartera de proyectos que ENATREL ejecutará como parte de la expansión del Sistema Nacional de Transmisión lo cual es congruente con los ejes de trabajo del Plan de Desarrollo Humano en el sector de la energía, que propiciará el desarrollo socioeconómico de la zona, ya que permitirá de manera confiable, la conexión de proyectos nuevos de generación con inversión privada nacional y extranjera.

La Protección de la Madre Tierra y adaptación al cambio climático

El Plan Nacional de Desarrollo Humano y la Estrategia Nacional Ambiental y de Cambio Climático en la nueva agenda ambiental, evidencian el compromiso del gobierno y el país en el desarrollo humano sostenible preservando el bien común en la Madre Tierra, desarrollando capacidades para el cuidado del medio ambiente, la prevención de desastres, así como la promoción de valores para el fortalecimiento de la familia, que son acciones que los Consejos de Familia, Salud y Vida impulsan en las comunidades.

Asimismo, continuará con el fortalecimiento de los principios, buenas prácticas y educación en formación de nuevos valores de amor, cuidado y protección de la Madre Tierra, la restauración de los patrimonios naturales y culturales para que el pueblo, recupere sus derechos de goce y disfrute de los mismos, que permita la reducción de la pobreza y el Bien Común de las familias nicaragüenses.

Para ello, se implementarán los ejes de trabajo siguientes: i) Educación Ambiental para la Vida; ii) Defensa y Protección Ambiental de los Recursos Naturales; iii) Desarrollo Forestal; iv) Conservación, Recuperación, Captación y Cosecha de Agua; v) Mitigación, Adaptación y Gestión de Riesgo ante el Cambio Climático; vi) Manejo Sostenible de la Tierra; vii) Regular y controlar la contaminación ambiental para la conservación de los ecosistemas y la salud humana; viii) Prevenir el impacto ambiental de actividades económicas que se desarrollan en el país.

ENATREL como empresa estatal está incluyendo como parte del Programa de Gestión Ambiental que se presenta más adelante, un Plan de Educación Ambiental así como Medidas de Prevención y Mitigación de los impactos ambientales identificados producto de la construcción del proyecto. De esta manera se da cumplimiento a los mandatos establecidos en el PNDH, en materia de protección a la madre tierra.

A continuación se analizan los distintos instrumentos legales del marco jurídico de Nicaragua que el proyecto en referencia está obligado a observar y cumplir en materia ambiental, social, laboral entre otros, para su desarrollo.

Instrumentos del Ordenamiento Jurídico:

1. Constitución Política de Nicaragua y sus reformas.
2. Ley No. 583. Ley Creadora de la Empresa de Transmisión Eléctrica (ENATREL). Publicado en la Gaceta No. 4 del 5 de enero del año 2007.
3. Código Laboral de Nicaragua (Ley núm. 185, Código del Trabajo. La Gaceta, 30 de octubre de 1996, núm. 205, págs. 6109-6190).
4. Código Penal de Nicaragua (Ley No. 641 Publicada en La Gaceta No. 232 del 03 de Diciembre del 2007).
5. Ley 217 “Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales” y su Reglamento Decreto 9-96, vigentes desde junio de 1996. (Gaceta No. 105 del 6 de Junio 1996).
6. Ley de Conservación, Fomento y Desarrollo Sostenible del Sector Forestal (Ley No. 462, Publicada en la Gaceta No. 168 del 4 de septiembre del año 2003).
7. Ley de Veda para el Corte, Aprovechamiento y Comercialización del Recurso Forestal. (Ley No. 585: Publicada en la Gaceta No. 120 del 21 de junio del año 2006).
8. Ley de Reformas y Adiciones a la Ley 217, “Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales”, Ley No. 647. Aprobada el 13 de Febrero del 2008 y Publicada en La Gaceta N° 62 del 03 de Abril del 2008).
9. Ley de la Industria Eléctrica (Ley No. 272. Aprobado el 18 Marzo 1998. Publicado en La Gaceta No. 74 del 23 Abril 1998).
10. Ley de Reformas e Incorporaciones a la ley No. 40, "Ley de Municipios"; Publicada en la Gaceta Diario Oficial No. 155 de 17 de Agosto de 1988, las que incorporadas a la ley se leerán así: Leyes No. 40 y 261 de 28 de junio de 1988, Publicada en La Gaceta No. 162 de 26 de agosto de 1997 Ley 40 y 261 y su Reglamento.
11. Ley de Participación Ciudadana (Ley No. 475. aprobada el 22 de Octubre del 2003 y Publicada en La Gaceta No. 241 del 19 de Diciembre del 2003).
12. Ley General de Inspección del Trabajo (Ley No. 664. Aprobada el 26 de Junio de 2008 y Publicada en La Gaceta N° 180 del 19 de Septiembre de 2008).
13. Ley General de Higiene y Seguridad del Trabajo (Ley No. 618, aprobada el 19 de Abril del 2007 y Publicado en La Gaceta No. 133 del 13 de Julio del 2007).
14. Política para la Gestión Integral de Residuos Sólidos (Decreto No. 47-2005, Aprobado el 21 de Julio del 2005, Publicado en La Gaceta No. 163 del 23 de Agosto del 2005 y Decreto 45-2005 Política Nacional para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos 2005-2023).
15. Decreto 76-2006 Sistema de Evaluación Ambiental (Gaceta Diario Oficial No. 248 del 22 de Diciembre del 2006).

16. Decreto No. 73-2003, Reglamento de la Ley No, 462. Ley de Conservación, Fomento y Desarrollo Sostenible del Sector Forestal (Publicado en La Gaceta, Diario Oficial No. 208 del 3 de noviembre de 2003).
17. Norma Técnica Ambiental para el Manejo, Tratamiento y Disposición Final de los Desechos Sólidos No peligrosos. (05 014-02).
18. Norma Técnica Para el Manejo y Eliminación de Residuos Sólidos Peligrosos (NTON No. 05 015-02).
19. Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense para el Manejo Ambiental de Aceites Lubricantes Usados. NTON 05 032-10, Aprobada el 25 de Marzo del 2010 y Publicado en La Gaceta No 94 del 22 de Mayo del 2012.
20. Resolución Administrativa No. DE-68-2011. Que establece las disposiciones administrativas para el Manejo sostenible de los Bosques latifoliados, coníferas, Plantaciones forestales y Fincas. (Publicada en La Gaceta No. 10 del 15 de Enero del 2008).

3.1. Leyes

- **Constitución Política de Nicaragua.**

Carta Fundamental o Carta Magna de la República de Nicaragua, define los principios y establece los derechos y obligaciones de los nicaragüenses, fuente de derecho y punto de partida del marco legal y ordenamiento jurídico del país. En su Arto. 60, establece de manera expresa que “todos los nicaragüenses tienen derecho a un ambiente sano y que es obligación del Estado la preservación y rescate del medio ambiente y los recursos naturales”.

De igual manera, el marco legal sobre el manejo de los recursos naturales se encuentra fundamentado en el Arto. 102 Constitucional, que establece que “los recursos naturales son patrimonio nacional e impone en el Estado la potestad legal de regular y controlar su uso y aprovechamiento y de otorgar concesiones cuando el interés nacional lo requiera”; imponiendo la obligación de proteger el medio ambiente, de la misma manera que establece el derecho a “un ambiente saludable” como un derecho de todos los nicaragüenses.

Ley No. 583. Ley Creadora de la Empresa de Transmisión Eléctrica (ENATREL).
Publicado en la Gaceta No. 4 del 5 de enero del año 2007.

Esta Ley crea ENATREL estableciendo en su Arto 5. que su finalidad principal es desarrollar la actividad de Transmisión Eléctrica que por definición de la Ley de la Industria Eléctrica, se realiza a un voltaje no menor de 69 KV., a través del Sistema Nacional de Transmisión de su propiedad.

ENATREL también tiene las facultades para operar el SIN y administrar el Mercado Eléctrico Nacional y Regional por medio del Centro Nacional de Despacho de Carga (CNDC), utilizando sus propios sistemas de transmisión y de comunicación y comercializar los excedentes de esta capacidad instalada, a través de la fibra óptica, de acuerdo a las respectivas leyes reguladoras de la materia y las demás Normativas existentes.

Con su creación y el otorgamiento de la licencia de operación, ENATREL queda sujeta a las disposiciones de las leyes, entre otras, relacionadas con la industria eléctrica y el medio ambiente.

- **Código Laboral de Nicaragua (Ley 185, 1996);** en sus artículos 100 al 129, Título V. De la higiene y seguridad ocupacional y de los riesgos profesionales y Capítulo I. De la higiene y seguridad ocupacional, establece las disposiciones que en materia de higiene ocupacional y riesgos profesionales deben observar las empresas que se instalan en el país. Este código establece las relaciones empleador-empleado y sus disposiciones deben ser aplicadas por las personas naturales o jurídicas sean estas públicas o privadas, en consecuencia ENATREL y las empresas que contrate deben garantizar el cumplimiento de este marco jurídico laboral.
- **Código Penal de Nicaragua (Ley 641, 2012);** este código de reciente aprobación, novedosamente incluye ahora, sustituyendo a la ley de delitos contra el medio y los recursos naturales, un capítulo denominado Construcciones Prohibidas y delitos contra el Medio Ambiente y los Recursos Naturales, así mismo establece un capítulo de faltas y sobresalen entre otros los siguientes tipos de delitos:

Arto. 364. Alteración del entorno o paisaje natural; Quien altere de forma significativa o perturbadora del entorno y paisaje natural urbano o rural, de su perspectiva, belleza y visibilidad panorámica, mediante modificaciones en el terreno, rótulos o anuncios de propaganda de cualquier tipo, instalación de antenas, postes y torres de transmisión de energía eléctrica de comunicaciones, sin contar con el Estudio de Impacto Ambiental o las autorizaciones correspondientes, o fuera de los casos previstos en el estudio o la autorización, será sancionado con cien a trescientos días multa. En este caso, la autoridad judicial ordenará el retiro de los objetos a costa del sentenciado.

Igual pena se impondrá a la autoridad, funcionario o empleado público que, a sabiendas de su ilegalidad, haya aprobado, por sí mismo o como miembro de un órgano colegiado, una autorización, licencia o concesión que haya permitido la realización de las conductas descritas o que, con motivo de sus inspecciones, haya guardado silencio sobre la infracción de las leyes, reglamentos y demás disposiciones normativas de carácter general que la regulen.

Arto. 365. Contaminación del suelo y subsuelo

Quien, directa o indirectamente, sin la debida autorización de la autoridad competente, y en contravención de las normas técnicas respectivas, descargue, deposite o infiltre o permita el descargue, depósito o infiltración de aguas residuales, líquidos o materiales químicos o bioquímicos, desechos o contaminantes tóxicos en los suelos o subsuelos, con peligro o daño para la salud, los recursos naturales, la biodiversidad, la calidad del agua o de los ecosistemas en general, será sancionado con pena de dos a cinco años de prisión y de cien a mil días multa.

Las penas establecidas en este artículo se reducirán en un tercio en sus extremos mínimo y máximo, cuando el delito se realice por imprudencia temeraria.

Arto. 371. Violación a lo dispuesto por los estudios de impacto ambiental

El que altere, dañe o degrade el medioambiente por incumplimiento de los límites y previsiones de un estudio de impacto ambiental aprobado por la autoridad competente, será sancionado con prisión de dos a cuatro años e inhabilitación especial por el mismo período para el ejercicio de la actividad, oficio, profesión o arte, empleo o cargo.

Arto. 372. Incorporación o suministro de información falsa

Quien estando autorizado para elaborar o realizar estudios de impacto ambiental, incorpore o suministre información falsa en documentos, informes, estudios, declaraciones, auditorías, programas o reportes que se comuniquen a las autoridades competentes y con ocasión de ello se produzca una autorización para que se realice o desarrolle un proyecto u obra que genere daños al ambiente o a sus componentes, a la salud de las personas o a la integridad de los procesos ecológicos, será sancionado con pena de dos a cuatro años de prisión.

La autoridad, funcionario o empleado público encargado de la aprobación, revisión, fiscalización o seguimiento de estudios de impacto ambiental que, a sabiendas, incorpore o permita la incorporación o suministro de información falsa a la que se refiere el párrafo anterior, será sancionado con pena de tres a cinco años de prisión e inhabilitación especial por el mismo período para el ejercicio de cargo público.

Arto. 384. Corte, aprovechamiento y veda forestal

Quien sin la autorización correspondiente, destruya, remueva total o parcialmente, árboles o plantas en terrenos estatales, baldíos, comunales, propiedad particular y vías públicas, será sancionado con pena de seis meses a dos años de prisión y de doscientos a quinientos días multa.

Quien sin la autorización correspondiente, tale de forma rasante árboles en tierras definidas como forestales, o de vocación forestal, será sancionado con pena de dos a cinco años de prisión y de doscientos a quinientos días multa.

El que autorice la tala rasante en áreas definidas como forestal o de vocación forestal para cambiar la vocación del uso del suelo, será sancionado con pena de tres a siete años de prisión e inhabilitación especial por el mismo período para ejercer empleo o cargo público.

Si las actividades descritas en los párrafos anteriores, se realizan en áreas protegidas, la pena será de cuatro a diez años de prisión y de quinientos a mil días multa.

No constituirá delito el aprovechamiento que se realice con fines de uso o consumo doméstico, de conformidad con la legislación de la materia.

El que realice cortes de especies en veda, será sancionado con prisión de tres a siete años.

Art. 385. Talas en vertientes y pendientes

Quien, aunque fuese el propietario, deforeste, tale o destruya árboles o arbustos, en áreas destinadas a la protección de vertientes o manantiales naturales o pendientes determinadas por la ley de la materia, será sancionado con pena de dos a cinco años de prisión y de quinientos a mil días multa.

Art. 388. Incumplimiento de Estudio de Impacto Ambiental

El que deforeste, tale o destruya, remueva total o parcialmente la vegetación herbácea, o árboles, sin cumplir, cuando corresponda, con los Estudios de Impacto Ambiental (EIA) y las normativas técnicas y ambientales establecidas por la autoridad competente, será sancionado con prisión de dos a cuatro años y de doscientos a quinientos días multa.

ENATEL, cumpliendo con lo dispuesto en el marco regulatorio ambiental, está desarrollando el presente Estudio de Impacto Ambiental (EIA), el cual servirá de base para obtener el Permiso Ambiental correspondiente. El EIA describe las actividades que realizará el proyecto y las medidas a implementar para que estas actividades no constituyan una violación a este código. El Permiso Ambiental confiere a ENATREL el compromiso y obligación de cumplir con lo indicado en el EIA de manera que las disposiciones del Código Penal no les sean aplicadas.

- **Ley 217 “Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales”** y su Reglamento Decreto 9-96, vigentes desde junio de 1996. (Gaceta No. 105 del 6 de Junio 1996).

Esta ley constituye el marco legal del que parte el sistema jurídico en relación al medio ambiente y los recursos naturales, la ley obedece y reglamenta los preceptos constitucionales señalados en los artículos 60 y 102, contiene las normas generales para regular la conservación, protección, mejoramiento y restauración del medio ambiente y los recursos naturales y asegurar el uso racional y sostenible de los mismos y tiene por objeto establecer las normas para la conservación, protección, mejoramiento y restauración del medio ambiente y los recursos naturales, sus disposiciones son de orden público; es decir: de obligatorio cumplimiento y en materia de gestión ambiental, establece catorce instrumentos, uno de los cuales es, los Permisos y Evaluaciones de Impacto Ambiental. Este documento representa esta evaluación para obtener el Permiso Ambiental correspondiente que la Ley 217 exige con el fin de conservar, proteger, mejorar y restaurar el medio ambiente y los recursos naturales.

- **Ley de Conservación, Fomento y Desarrollo Sostenible del Sector Forestal** y su Reglamento (Ley No. 462, Publicada en la Gaceta No. 168 del 4 de septiembre del año 2003)

Esta ley tiene por objeto establecer el régimen legal para la conservación, fomento y desarrollo sostenible del sector forestal tomando como base fundamental el manejo forestal del bosque natural, el fomento de las plantaciones, la protección, conservación y la restauración de áreas forestales.

En su art 7 dice: El Instituto Nacional Forestal (INAFOR), bajo la rectoría sectorial del Ministerio Agropecuario y Forestal (MAGFOR), tiene por objeto velar por el cumplimiento del régimen forestal en todo el territorio nacional.

El art 27 establece que las Áreas Forestales de Protección Municipal, bajo la responsabilidad y el cuido de las municipalidades, deben estar ubicadas:

1. En una distancia de 200 metros medida horizontalmente de la marca máxima de marea o fluctuación del cuerpo de agua a partir de las costas de los lagos, embalses naturales, embalses artificiales y fuentes de agua.
2. En una distancia de 50 metros medidos horizontalmente a cada lado de los cauces y de los ríos.
3. En áreas con pendientes mayores de 75 %.

En estas áreas se prohíbe el corte de árboles en cualquiera de sus modalidades y se prohíbe el aprovechamiento forestal de la tala rasa, el uso de plaguicidas y la remoción total de la vegetación herbácea.

ENATREL con este proyecto, queda sujeta a las disposiciones de esta Ley, por tal razón, en este EIA, está incluyendo un Plan de Reforestación por Compensación como una medida de conservación de los recursos forestales en cumplimiento a esta Ley. Para el corte de la vegetación existente en los sitios del proyecto, se solicitará de previo el permiso especial del INAFOR a través de una coordinación interinstitucional.

- **Ley No. 585 Ley de Veda para el Corte, Aprovechamiento y Comercialización del Recurso Forestal.**

Arto. 1.- La protección de los recursos naturales del país son objeto de seguridad nacional, así como de la más elevada responsabilidad y prioridad del Estado. Dentro de ese espíritu, se establece a partir de la entrada en vigencia de la presente Ley, una veda por un período de diez (10) años, para el corte, aprovechamiento y comercialización de árboles de las especies de caoba, cedro, pochote, pino, mangle y ceibo en todo el territorio nacional, que podrá ser renovable por períodos similares, menores o mayores.

Arto. 2.- A partir de la entrada en vigencia de la presente Ley se prohíbe la exportación de madera en rollo, timber y aserrada de cualquier especie forestal que provenga de bosques naturales.

Se exceptúan de la veda establecida en el párrafo primero del artículo anterior, las especies de pino ubicadas en los departamentos de Nueva Segovia, Jinotega y la Región Autónoma del Atlántico Norte (RAAN), las cuales quedan bajo el control y manejo del Plan de Acción Forestal autorizado por el INAFOR. En el caso de la RAAN se requerirá la autorización del Consejo Regional.

En el área de influencia directa de este proyecto, no se encuentran las especies bajo veda que cita esta Ley pero, en cualquier caso, ENATREL se basará también en el Decreto Ejecutivo68-2011.

- **Ley de la Industria Eléctrica** (Ley No. 272. Aprobado el 18 Marzo 1998. Publicado en La Gaceta No. 74 del 23 Abril 1998).

El artículo 3 de esta Ley establece el régimen legal sobre las actividades de la industria eléctrica, las cuales comprenden la generación, transmisión, distribución y comercialización, importación y exportación de la energía eléctrica y estipula el establecimiento de servidumbres o ser declarados de utilidad pública por la autoridad respectiva de conformidad con las leyes correspondientes.

Dentro de las actividades de la industria eléctrica, la Transmisión y la Distribución constituyen servicios públicos de carácter esencial por estar destinadas a satisfacer necesidades primordiales en forma permanente. La actividad de Transmisión en Nicaragua es desarrollada en Nicaragua en el Sistema Interconectado Nacional (SIN) exclusivamente por ENATREL, quien cuenta con una licencia de operación, requisito para poder realizarla por definición y Arto 67 de esta Ley.

El Arto. 76 de esta Ley, estipula que el contrato de Licencia que suscriba, en este caso, ENATREL y el Estado a través del MEM, debe incluir entre otras, una cláusula de sometimiento del licenciatario a las disposiciones sobre la conservación del medio ambiente.

El artículo 82 inciso 1) establece como derecho del titular de licencia, solicitar el establecimiento de servidumbres. El capítulo XIII de esta Ley, indica el establecimiento de servidumbres de mutuo acuerdo o por imposición si no se llegara a un acuerdo. En cualquier caso, los dueños de los predios deben recibir indemnización por los bienes necesarios para construir las obras.

Esta Ley en su capítulo XV DE LA CONSERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE, establece que todos los agentes económicos que desarrollan alguna actividad de la industria eléctrica, en el caso de este estudio, ENATREL que desarrolla la actividad de Transmisión, deben proteger el medio ambiente cumpliendo con todas las disposiciones y normas técnicas vigentes bajo el control y vigilancia del MARENA y organismos competentes, evaluando los efectos ambientales de sus actividades y proyectos en todas sus etapas.

ENATREL como agente económico de la industria eléctrica, debe, en base a este capítulo, “tomar las medidas necesarias para evitar, controlar, mitigar, reparar y compensar dichos efectos cuando resulten negativos, de conformidad con las normas vigentes y las especiales que señalen las autoridades competentes”. Estas medidas para el proyecto Refuerzos para la Conexión del proyecto hidroeléctrico Tumarín-Etapa I, son indicadas en este EIA.

- **Ley de Reformas e Incorporaciones a la ley No. 40, "Ley de Municipios";** Publicada en la Gaceta Diario Oficial No. 155 de 17 de Agosto de 1988 de 28 de junio de 1988, Publicada en La Gaceta No. 162 de 26 de agosto de 1997 Ley 40 y 261 y su Reglamento.

El Arto. 6 de esta Ley, establece competencia de los Gobiernos Municipales en todas las materias que incidan en el desarrollo socio-económico y en la conservación del ambiente y los recursos naturales de su circunscripción territorial. Tienen el deber y el derecho de resolver, bajo su responsabilidad, por sí o asociados, la prestación y gestión de todos los asuntos de la comunidad local, dentro del marco de la Constitución Política y demás leyes de la Nación.

El artículo 7 inciso 8) Establece que es competencia del municipio desarrollar, conservar y controlar el uso racional del medio ambiente y los recursos naturales como base del desarrollo sostenible del municipio y del país, fomentando iniciativas locales en estas áreas y contribuyendo a su monitoreo, vigilancia y control, en coordinación con los entes nacionales correspondientes.

El Arto 8 dice que también que es competencia del municipio desarrollar, conservar y controlar el uso racional del medio ambiente y los recursos naturales como base del desarrollo sostenible del municipio y del país, fomentando iniciativas locales en estas áreas y contribuyendo a su monitoreo, vigilancia y control, en coordinación con los entes nacionales correspondientes.

Además de las atribuciones establecidas en la Ley N° 217 "Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales", publicada en La Gaceta, Diario Oficial, del 6 de Junio de 1996, y en concordancia con la misma, corresponde al municipio la competencia siguiente:

- Participar en conjunto con el MARENA, en la evaluación de los EIA de obras o proyectos que se desarrollen en el municipio, previo al otorgamiento del permiso ambiental.

Esta Ley confirma lo estipulado en la Ley 217 sobre la participación de los municipios y las consultas que se realizan no solo sobre el contenido del EIA, si no también, durante su elaboración especialmente en lo relacionado con los aspectos socioeconómicos e impactos del proyecto en estudio.

- **Ley de Participación Ciudadana** (Ley No. 475. aprobada el 22 de Octubre del 2003 y Publicada en La Gaceta No. 241 del 19 de Diciembre del 2003).

Esta ley define la participación ciudadana como proceso de involucramiento de los actores sociales en forma individual y colectiva, con la finalidad de incidir y participar en la toma de decisiones y gestión de políticas públicas en todos los niveles territoriales e institucionales para lograr el desarrollo humano sostenible, en corresponsabilidad con el Estado; determina que este derecho se ejercerá en los ámbitos nacional, regional y local, de conformidad a lo establecido en la ley, según su Arto. 2 y 4 que establece lo siguiente:

El Arto 2, define los siguientes instrumentos de participación ciudadana, siendo estos:

1. La iniciativa ciudadana en general para el caso de las normas de ámbito nacional, regional autónomo y local.
2. La consulta ciudadana de normas en la fase del dictamen, en el ámbito nacional, regional autónomo, departamental y local.
3. Las instancias consultivas para la formulación, seguimiento y evaluación de las políticas públicas en el ámbito nacional, regional autónomo, departamental y local.

4. Las asociaciones de pobladores y las organizaciones gremiales, sectoriales, sociales, organizaciones de mujeres y jóvenes en el ámbito local.

Esta ley en su Arto 4 establece la democracia participativa como el derecho de los ciudadanos a participar efectiva y directamente en igualdad de condiciones en los asuntos públicos nacionales y la gestión local, en corresponsabilidad con el Estado, vinculándose directamente estos con el proceso de consulta pública a que deben ser sometidos los EIA como condición indispensable para la aprobación de los permisos ambientales. Este EIA incluye además un Plan de Participación Ciudadana.

- **Ley General de Higiene y Seguridad del Trabajo** (Ley No. 618, aprobada el 19 de Abril del 2007 y Publicado en La Gaceta No. 133 del 13 de Julio del 2007).

La presente ley es de orden público, tiene por objeto establecer el conjunto de disposiciones mínimas que, en materia de higiene y seguridad del trabajo, el Estado, los empleadores y los trabajadores deberán desarrollar en los centros de trabajo, mediante la promoción, intervención, vigilancia y establecimiento de acciones para proteger a los trabajadores en el desempeño de sus labores; su Reglamento y las Normativas son de aplicación obligatoria a todas las personas naturales o jurídicas, nacionales y extranjeras que se encuentran establecidas o se establezcan en Nicaragua, en las que se realicen labores industriales, agrícolas, comerciales, de construcción, de servicio público y privado o de cualquier otra naturaleza. Sin perjuicio de las facultades y obligaciones que otras Leyes otorguen a otras instituciones públicas dentro de sus respectivas competencias.

En relación con los mandatos establecidos en la legislación laboral y de seguridad, la empresa ENATREL incluirá en los contratos con los contratistas y los sub-contratistas las obligaciones que en materia laboral, de higiene y seguridad industrial y de gestión ambiental que correspondan.

3.2. Decretos y Reglamentos

- **Política para la Gestión Integral de Residuos Sólidos** (Decreto No. 47-2005, Aprobado el 21 de Julio del 2005, Publicado en La Gaceta No. 163 del 23 de Agosto del 2005 y Decreto 45-2005 Política Nacional para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos 2005-2023).

Artículo 1.- Objeto. El presente Decreto tiene por objeto establecer la Política Nacional sobre la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Peligrosos y No Peligrosos 2005-2023, así como los principios y lineamientos que la integran, definiciones, planes, acciones y estrategias para su implementación en el territorio nacional.

Artículo 2.- Objetivos Generales de la Política. La Política Nacional sobre la Gestión Integral de Residuos Sólidos tiene como objetivo general lograr el manejo integral de los residuos sólidos, no peligrosos y peligrosos incorporando los aspectos técnicos, administrativos, económicos, ambientales y sociales dirigidos a evitar y minimizar la generación de los mismos, fomentando su valorización y reduciendo la cantidad de residuos destinados a disposición final, a fin de prevenir

y reducir sus riesgos para la salud y el ambiente, disminuir las presiones que se ejercen sobre los recursos naturales y elevar la competitividad de los sectores productivos, en un contexto de desarrollo sustentable y de responsabilidad compartida.

La Política Nacional en su Arto. 2, establece como objetivo general lograr el manejo integral de los residuos sólidos, no peligrosos y peligrosos incorporando todos los aspectos dirigidos a evitar y minimizar la generación de los mismos, a fin de prevenir y reducir sus riesgos para la salud y el ambiente, disminuir las presiones que se ejercen sobre los recursos naturales y elevar la competitividad de los sectores productivos, en un contexto de desarrollo sustentable y de responsabilidad compartida.

La política define entre otros, el Plan de Manejo Integral de los Residuos Sólidos como instrumento de la gestión integral de los mismos a lo que se suma el Plan de Educación Ambiental y la Participación Ciudadana como lineamientos y principios de esta política.

El EIA del presente proyecto incluye un Plan de Gestión de los residuos sólidos orientado a minimizar la generación de éstos durante la ejecución del proyecto al cual ENATREL dará fiel cumplimiento.

- **Decreto 76-2006 Sistema de Evaluación Ambiental** (Gaceta Diario Oficial No. 248 del 22 de Diciembre del 2006).

Este decreto tiene por objeto, establecer las disposiciones que regulan el Sistema de Evaluación Ambiental de Nicaragua. Es aplicable a: 1. Planes y Programas de Inversión Sectoriales y Nacionales, de conformidad con el artículo 28 de la Ley No. 290, Ley de Organización, Competencias y Procedimientos del Poder Ejecutivo. 2. Actividades, Proyectos, Obras e Industrias sujetos a realizar Estudios de Impacto Ambiental. Crea el Sistema y establece tres categorías ambientales:

Artículo 5.- Estructura del Sistema de Evaluación Ambiental. Se crea el Sistema de Evaluación Ambiental de Nicaragua, el cual está compuesto por: 1. La Evaluación Ambiental Estratégica. 2. La Evaluación Ambiental de Obras, Proyectos, Industrias y Actividades. La Evaluación Ambiental de Obras, Proyectos, Industrias y Actividades está compuesta por categorías ambientales que son resultados de un tamizado o cribado. Las categorías ambientales son las siguientes: a) Categoría Ambiental I: Proyectos, obras, actividades e industrias que son considerados como Proyectos Especiales. b) Categoría Ambiental II: Proyectos, obras, actividades e industrias, que en función de la naturaleza del proceso y los potenciales efectos ambientales, se consideran como de Alto Impacto Ambiental Potencial. c) Categoría Ambiental III: Proyectos, obras, actividades e industrias, que en función de la naturaleza del proceso y los potenciales efectos ambientales, se consideran como de Moderado Impacto Ambiental Potencial.

De conformidad a éste decreto, el artículo 17, Impactos Ambientales Altos, se refiere a Proyectos considerados en la Categoría Ambiental II, los que están sujetos a Estudios de Impacto Ambiental como condición previa para obtener el permiso ambiental correspondiente y en el inciso 28 del arto 17 define a: Líneas de transmisión eléctrica de la red nacional superior a 69 KW y sub estaciones. Por tanto, el Proyecto “Refuerzos para la conexión del proyecto

Hidroeléctrico Tumarín - I Etapa” requiere el Permiso Ambiental del MARENA para su debida ejecución.

Como consecuencia de este decreto, la empresa ENATREL ha sometido dicho proyecto a la evaluación ambiental y para ello está desarrollando el presente estudio con miras a obtener la aprobación correspondiente y el Permiso Ambiental.

3.3. Normas Técnicas Obligatorias Nicaragüenses (NTON)

Norma Técnica No. 05 015-02, Para el Manejo y Eliminación de Residuos Sólidos Peligrosos. Publicado en La Gaceta No. 210 del 05 de Noviembre del 2002.

Esta norma técnica establece en su Arto 5, Inciso 5, que para los efectos de esta norma será considerado peligroso, todo residuo sólido que pueda causar daño, directa o indirectamente, a seres vivos o contaminar el suelo, el agua, la atmósfera. En particular serán considerados residuos sólidos peligrosos tales como sustancias y artículos de residuos que contengan o estén contaminados por bifenilos policlorados (PCB), trifenilos policlorados (PCT) o bifenilos polibromados (PBB).

ENATREL utiliza transformadores cuyas características están conformes a las normas y estándares internacionales cumpliendo con los convenios internacionales aplicados a Bifenilos Policlorados como el Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP). El proyecto generará otros tipos de residuos peligrosos como aceites usados, baterías, etc., los cuales serán manejados de acuerdo a ésta y otras normas pertinentes.

Norma Técnica No. 015-014-01, Para el Manejo, Tratamiento y Disposición Final de los Desechos Sólidos No Peligrosos. Publicado en La Gaceta No. 96 del 24 de Mayo del 2002.

Esta norma tiene por objeto establecer los criterios técnicos y ambientales que deben cumplirse en la ejecución de proyectos y actividades de manejo, tratamiento y disposición final de los desechos sólidos no peligrosos, a fin de proteger el medio ambiente, siendo su ámbito de aplicación todo el territorio nacional y de cumplimiento obligatorio para todas las personas naturales y jurídicas que realicen el manejo, tratamiento y disposición final de desechos sólidos no peligrosos.

En el Arto. 4 se establece que la prestación del servicio especial por parte de la localidad, tendrá como objetivo el manejo de los desechos sólidos.

En el Arto 6 acerca de la responsabilidad del manejo del desecho establece, que en el caso de que la municipalidad no prestara el servicio de recolección, transporte y tratamiento de los desechos sólidos no peligrosos a las empresas constructoras y a todo el que realice obras de construcción, estas deberán realizar su propio manejo, vía directa o a través de contratación. Las Empresas constructoras y el que realice alguna obra de construcción para dicho manejo deberá contar con el permiso de la municipalidad. A pesar de ellos, la contratación de servicios para el manejo total o parcial de los desechos, no exime a la municipalidad de la responsabilidad mencionada en el

inciso 6.1 y por lo tanto, debe ejercer estricta vigilancia en el cumplimiento de las actividades propias del manejo de los desechos.

- **Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense para el Manejo Ambiental de Aceites Lubricantes Usados.** NTON 05 032-10, Aprobada el 25 de Marzo del 2010 y Publicado en La Gaceta No 94 del 22 de Mayo del 2012.

Esta norma tiene por objeto establecer los criterios técnicos y ambientales para la regulación y control de las actividades de generación, almacenamiento, recolección, transporte, reciclaje, procesamiento, tratamiento, reuso y disposición final de los aceites lubricantes usados derivados de los procesos industriales, comerciales y domésticos (vehículos particulares), así como los lodos derivados de su uso, con la finalidad de prevenir la contaminación del medio ambiente.

La presente norma técnica es aplicable y de obligatorio cumplimiento en todo el territorio nacional para todas las personas naturales o jurídicas, públicas o privadas que generen, recolecten, almacenen, transporten, reciclen, procesen, incineren o reusen en cualquier actividad aceites lubricantes usados derivados de los procesos industriales, comerciales y domésticos (vehículos particulares) y lodos derivados de sus usos, incluyendo aquellos que presten el servicio de aprovechamiento y disposición final.

La presente norma no aplica a los aceites vegetales y grasa animal, aún cuando éstos sean usados como lubricantes. Asimismo, no aplica para los aceites usados de barcos y las aguas de sentinas, las cuales se regularán por medio de las normativas legales y convenios internacionales de la materia.

Para el cumplimiento de este conjunto de normas y actividades incluidas el Programa de Gestión Ambiental, la empresa ENATREL, incluirá las obligaciones en esta materia, en los contratos que suscriba con los contratistas, subcontratistas o ejecutores de las obras que conlleva la instalación de la línea de transmisión, a fin que cada uno de ellos desarrolle y cumpla con los mandatos establecidos en los instrumentos legales y los que se desprendan del Permiso Ambiental que apruebe el MARENA.

3.4. Resoluciones Ministeriales

Resolución Administrativa No. DE-68-2011: Esta Resolución Administrativa, establece las disposiciones para el manejo sostenible de los bosques latifoliados, coníferas, plantaciones forestales y fincas.

Su objeto es desarrollar complementariamente las normas forestales vigente y, establece en su artículo 13 lo siguiente: En proyectos de interés nacional o municipal (Instalación de tendidos eléctricos, construcción y ampliación de carreteras, caminos, autopistas, calles, bulevares, parques, escuelas, cementerios, aeropuertos, radares y otros de interés del estado) el INAFOR podrá autorizar la corta de árboles de cualquier especie forestal. El usuario llenara el formato especial diseñado por INAFOR para otorgar el permiso y cumplir con los siguientes requisitos:

1. Solicitud escrita de la persona jurídica interesada.
2. Poder de representación.

3. Resumen del proyecto.
4. Presentar Estudio de Impacto Ambiental, autorizado por el MARENA y/o SERENA (cuando se requiera).
5. Presentar inventario forestal
6. Pagar servicio de inspección técnica.
7. Presentar Aval de la Alcaldía.
8. Compromiso de reponer el recurso forestal.
9. Designación de Regente Forestal cuando lo amerite.

En el marco de estas disposiciones ENATREL solicitará al INAFOR, los permisos de cortes necesarios que correspondan al área trazada para la línea de transmisión objeto de este Proyecto, una vez que MARENA haya aprobado y emitido el permiso ambiental.

IV DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

Para aumentar las capacidades técnicas del sistema para la transmisión a un nivel de tensión en 230 kV y poder transmitir la energía generada por la Planta Hidroeléctrica Tumarín en un sistema seguro y confiable, ENATREL ejecutará el proyecto “Refuerzos para la conexión del Proyecto Hidroeléctrico Tumarín -I Etapa”, que consiste en la construcción de dos líneas de transmisión una de 175 kilómetros en 230 kV 1024 kcmil, circuito simple, hilo guarda con fibra óptica entre las Subestaciones de Mulukukú – Boaco – San Benito y la otra línea de 60.5 kilómetros de línea de transmisión en 230 kV, circuito simple, conductor 1024 kcmil ACAR, hilo de guarda tipo OPGW entre las subestaciones San Benito y Terrabona, para una longitud total de la Línea de Transmisión es de 235.5 km.

Para conectar las líneas a las Subestaciones se proyecta las ampliaciones de las Subestaciones de Mulukukú, Boaco, San Benito, Terrabona a esquema de interruptor y medio en 230 kV.

4.1 Objetivos del Proyecto

4.1.1 Objetivo General

Ampliar las capacidades del Sistema Nacional de Transmisión (SNT), de manera confiable y segura de acuerdo a los criterios de seguridad y calidad de los reglamentos Nacional y Regional, para garantizar la conexión de la Central Hidroeléctrica Tumarín y otros proyectos hidroeléctricos de la Región; como también el suministro de energía confiable y segura a los usuarios existentes como nuevos usuarios de los Departamentos de Boaco, Chontales, la RAAS y la RAAN.

4.1.2 Objetivos Específicos

1. Mejorar la confiabilidad del Sistema Nacional con la entrada en operación de la Central Tumarín, de manera de garantizar que la incorporación de esta generación no provoque efectos adversos en el SIN.
2. Mejorar el nivel de voltaje en las Subestaciones La Gateada, Acoyapa, Santa María, La Esperanza y Bluefields.
3. Suministrar energía confiable y segura a los usuarios que actualmente tienen el servicio de energía eléctrica en los departamentos de Boaco, Chontales, la RAAS y la RAAN.
4. Contribuir al cambio de la matriz energética del país creando los refuerzos necesarios en el Sistema Nacional de Transmisión.
5. Electrificar las comunidades cercanas a la Planta Tumarín.

4.1.3. Justificación

De acuerdo a los criterios de Seguridad del reglamento del Mercado Regional cuando existe pérdida de dos o más elementos con el mismo evento, el sistema deberá permanecer estable y no deberá permitir disparos en cascada.

La generación de la Central Tumarín es muy significativa en comparación con la demanda total de Nicaragua, ya que en las mejores condiciones hidrológicas llegará a abastecer al 60% de la demanda del SIN, con este escenario exige contar con interconexiones robustas con el resto de la región y buena capacidad de transmisión interna, con el fin de suplir una posible salida repentina de la central o de las unidades generadoras, sin provocar colapso del sistema.

Ante una contingencia doble que desconecte dos circuitos montados en la misma torre, el sistema pierde estabilidad provocando el disparo de varios elementos del sistema lo que provocaría un apagón nacional. Por consiguiente es recomendable evitar la construcción de líneas de doble circuito (dobles ternas), dado que una falla doble provocaría la pérdida total de Tumarín y posibles sobrecargas en el sistemas de 230 kV que conllevaría a un blackout.

Debido a lo expuesto se hacen necesarios refuerzos en el SIN que permitan incrementar la confiabilidad del sistema de transporte y cumplir con los criterios de Seguridad establecidos en la normativa regional.

Con la conversión de la subestación Boaco a 230 kV, se logrará aumentar la confiabilidad de las subestaciones Las Banderas, Boaco, Amerrisque, La Gateada, Acoyapa, Santa María, San Miguelito, Corocito, La Esperanza y Bluefields. Estas Subestaciones actualmente se encuentran conectadas radialmente por una línea de 314 km, una falla en la línea Tipitapa-Las Banderas deja sin alimentación los departamentos de Boaco, Chontales y la Región Autónoma del Atlántico Sur (RAAS), lo cual representa actualmente una carga de 29 MW aprox.

Además con la conexión de Boaco a 230 KV se mejorará los niveles de voltaje en los nodos de La Gateada, Acoyapa, Santa María y Amerrisque, ya que al entrar en operación de la central Tumarín desplaza por despacho económico a la central Tipitapa, la cual aporta soporte de reactivo a la radial que va hasta Bluefields.

Con la entrada en operación del proyecto se aprovechará la disponibilidad de la subestación Tumarín en la zona de la Región Autónoma Atlántico Norte (RAAN) de Nicaragua, para electrificar aquellas comunidades rurales y poblaciones que no cuentan con energía eléctrica siendo necesario la instalación de un transformador de 15 MVA 230/24.9 kV en la subestación Tumarín.

4.1.4. Beneficios

- Aumento de la confiabilidad del Sistema de Transmisión asegurando el transporte de la energía generada por Tumarín ante contingencia doble o pérdida de la generación de Tumarín, la cual llega a abastecer hasta el 60% de la demanda del SIN.
- Mejorar la confiabilidad de las Subestaciones Las Banderas, Boaco, Amerrisque, La Gateada, Acoyapa, Santa María, San Miguelito, Corocito, La Esperanza y Bluefields la cuales actualmente se encuentran conectadas radialmente.
- Mejorar los niveles de voltaje en los nodos de La Gateada, Acoyapa, Santa María y Amerrisque, de acuerdo a lo establecido en la normativa de operación.
- Los beneficios financieros por el ingreso por la energía transferida desde la subestación Mulukukú. Estando en servicio la central hidroeléctrica Tumarín, se estima una transferencia de energía de 1,184,000 MWH anuales.
- Los beneficios indirectos de este proyecto es que permite para el país la sustitución de energía térmica por fuentes renovables, reduciendo así la emisión de CO₂ y logrando un cambio significativo en la matriz energética actual.
- Se electrificarán las comunidades cercanas a la Planta Tumarín por medio de la instalación de un transformador de distribución en la subestación Tumarín.

4.2. Componentes del proyecto

a) Líneas de Transmisión

- Suministro y Construcción de 233.5 kilómetros de línea de transmisión en 230 kV, circuito simple terna, conductor 1024 kcmil ACAR, hilo de guarda tipo OPGW entre las Subestación de San Benito y Subestación Terrabona; Subestación San Benito – Subestación Boaco – Subestación Mulukukú.

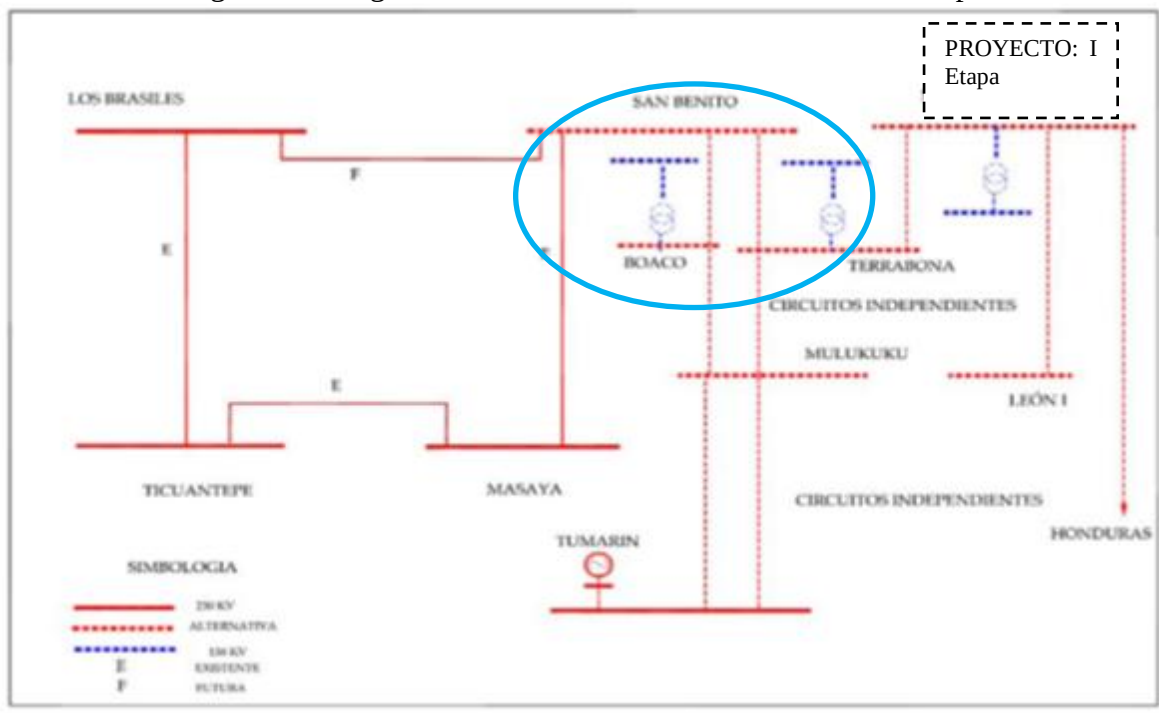
b) Subestaciones

- **Subestación San Benito:**

- Equipamiento y montaje de 2 bahías de línea en 230 kV, en configuración de interruptor y medio.
- Reactor Shunt de 20MVA.
- **Subestación Mulukukú:**
 - Equipamiento y montaje de 4 Bahías de Línea 230kV, en configuración de interruptor y medio.
 - Equipamiento y montaje de una bahía de transformación 230/138 kV.
 - Suministro y Montaje de 1 autotransformador 230/138 kV, de 100 MVA.
 - Equipamiento y montaje de 1 Bahía de Línea de 138kV, con seccionador bypass para la salida de línea que va hacia la SE Matiguás.
 - 2 Reactores Shunt de 25 MVA
 - PLC esclavo para DAG
 - Equipos de comunicaciones, protección y control.
 - Ampliación de terreno y caseta de control.
- **Subestación Boaco:**
 - Equipamiento y montaje de 2 bahías de líneas en configuración de interruptor y medio.
 - Suministro y Montaje de 1 autotransformador 230/138 kV, de 120 MVA.
 - Equipamiento y montaje de una bahía de transformación 230/138 (lado de 138kV).
 - Equipamiento y montaje de una Bahía de Línea en 138 kV con seccionador bypass para la salida de línea que va hacia Las Banderas.
 - Seccionador bypass (tipo pantógrafo) para la bahía de línea que va hacia Amerrisque.
 - Suministro y Montaje de 1 reactor inductivo de 20 MAVr
 - Equipos de comunicaciones, protección y control.
 - Ampliación de Terreno y caseta de Control.
- **Subestación Terrabona:**
 - Equipamiento y montaje de 3 bahías de líneas en configuración de interruptor y medio.
 - Suministro y Montaje de 1 autotransformador 230/138 kV, de 120 MVA.
 - Equipamiento y montaje de una bahía de transformación 230/138 (lado de 138kV).
 - Suministro y Montaje de 1 reactor inductivo de 20MAVR
 - Equipos de comunicaciones, protección y control.
 - Ampliación de Terreno y caseta de Control.

La figura siguiente, representa el diagrama de conexión del proyecto Refuerzos Tumarín Fase I, como quedará el sistema una vez operando el proyecto e interconectado al Sistema Nacional de Transmisión.

Figura 4.1. Diagrama de Conexión Refuerzos Tumarín- I Etapa



Fuente: Perfil Proyecto Refuerzos de Tumarín .I Etapa, Enatrel.

La I Etapa comprenderá la construcción de dos líneas independientes en 230 kV, una de estas líneas conectará las subestaciones de Mulukukú – Boaco – San Benito, y la otra línea en 230 kV a las Subestaciones de Terrabona y San Benito; también se ampliará las subestaciones de San Benito, Mulukukú, Boaco, Terrabona a esquema de interruptor y medio en 230 kV.

Dado que en la actualidad no se cuenta con el financiamiento total para el proyecto se plantea ejecutarlo en dos fases: I Etapa. (I fase que tiene financiamiento LT San Benito Terrabona en 230 kV y las Ampliaciones de las Subestaciones San Benito, Terrabona y Boaco, la II fase LT Mulukukú-Boaco-San Benito en 230 kV).

4.2.1. Cantidad de área a ocupar por las ampliaciones de las subestaciones

Las áreas a ampliar en cada subestación, según el Departamento de Infraestructura de ENATREL, para cada bahía tendrá aproximadamente 800 m² y según la Gerencia de Ingeniería y Proyectos la ampliación de la caseta será aproximadamente 100 m², para la subestación de Mulukukú ya las otras subestaciones ya cuentan en sus diseños con esta infraestructura. Cabe destacar que las obras se realizarán en los terrenos de cada subestación dentro del perímetro de la misma, estos terrenos ya están terraceados y solo se trabajaría en las fundaciones de los elementos y la instalación de los equipos.

4.2.2. Área requerida por la línea de transmisión y subestaciones, así como la servidumbre.

El área requerida por la línea de transmisión y subestaciones se estima en 700 ha., incluida la franja de servidumbre (235. 5 km de longitud por 30 m de ancho).

4.3 Macro y Microlocalización del Proyecto

4.3.1 Macrolocalización.

La Línea de Transmisión LT, de 230 kV, se extiende desde la Subestación San Benito en dos rutas,

- La primera se extiende sobre la carretera norte en dirección hacia Matagalpa, teniendo esta como destino final la “Subestación Terrabona y Obras conexas”, proyectada a construirse y la cual cuenta con Permiso Ambiental emitido bajo la Resolución Administrativa DGCA P0008-0133-004-2013, emitido el 14 de marzo de 2013.
- La segunda ruta inicia también en la Subestación San Benito siguiendo el sentido de la Carretera hacia Boaco y empalma con la Subestación Boaco, luego discurre por territorio de los municipios de Muy Muy, Matiguás, Río Blanco, Paiwas con destino final la Subestación Mulukukú. El proyecto atraviesa por el territorio de 10 municipios en total, con diferentes niveles de influencia.

El mapa de la ruta proyectada se muestra en el Anexo 1, Mapa de Ruta de Línea de Transmisión de 230 kV, y Lista de las coordenadas de los Puntos de Inflexión PI, de las Rutas de la Línea de Transmisión.

4.3.2. MicroLocalización.

Desde el punto de vista político administrativo, el Proyecto forma dos corredores a lo largo de los Departamentos y Regiones autónomas siguientes: en la primera ruta, Managua y Matagalpa; en la segunda ruta, Managua, Boaco, Matagalpa, Región Autónoma del Atlántico Sur, RAAS, y Región Autónoma del Atlántico Norte, RAAN.

Incluye áreas de los municipios de Tipitapa, Ciudad Darío, Terrabona, en la ruta 1 y los municipios de Teustepe, Santa Lucía, Boaco, Muy Muy, Matiguás, Río Blanco, Paiwas y Mulukukú en la ruta 2.

Tipitapa

Municipio del Departamento de Managua. En este municipio está ubicada la Subestación San Benito. En el caso de la ruta San Benito – Terrabona, la línea de transmisión se inicia en esta subestación y finaliza en el límite con el municipio de Ciudad Darío, cercano a la comarca Puertas Viejas. En el caso de la ruta Tipitapa – Terrabona, la línea de transmisión parte de la misma Subestación y se extiende hasta el límite con el municipio de Teustepe, en un punto cercano a la comarca Las Banderas. Esta línea tiene en el municipio una extensión aproximada de 33.9 kilómetros en el tramo 1 y 22.5 Kilómetros en el tramo 2 (Subestación San Benito - Subestación Boaco)

El municipio tiene una extensión de 975.30 kilómetros cuadrados, y en 2010 una población de 124,989 habitantes, para una densidad de 128.15 Hab/Km². De esta población, solamente el 12.8% corresponde a población rural.

Ciudad Darío

Municipio del Departamento de Matagalpa. En este municipio, el recorrido de la línea de transmisión se inicia en el límite con Tipitapa y finaliza donde la línea de transmisión cruza el río Grande de Matagalpa, que es el límite administrativo con el municipio de Terrabona. La línea tiene en el municipio una extensión aproximada de 13.4 kilómetros.

Ciudad Darío tiene una extensión de 735.31 kilómetros cuadrados, y en 2010 una población de 44,236 habitantes, para una densidad de 60.16 Hab/Km². De esta población el 57.7% corresponde a población rural.

Terrabona

Municipio del Departamento de Matagalpa. En este municipio la línea de transmisión se extiende desde el cauce del río Grande de Matagalpa, límite con el municipio de Ciudad Darío, hasta concluir en el sitio donde se construirá la Subestación Terrabona, en la margen norte del camino hacia Ciudad Darío. La LT tiene en este municipio una extensión aproximada de 13.2 kilómetros.

Terrabona tiene una extensión de 248.89 kilómetros cuadrados, y en 2010 una población de 13,749 habitantes, para una densidad de 55.24 Hab/Km². De esta población el 85.3% corresponde a población rural.

Teustepe

Municipio del Departamento de Boaco. En este municipio la línea de transmisión se extiende desde el límite con el municipio de Tipitapa, cerca de la comarca Las Banderas, pasa por la Subestación Boaco y sigue con dirección a la ciudad de Boaco. Debido al cauce serpenteante del río Boaco (Fonseca), que le sirve de límite con el municipio de Santa Lucía. En este municipio la LT tiene una extensión aproximada de 30.8 kilómetros; y aquí está ubicada la Subestación Boaco.

Teustepe tiene una extensión de 645.73 kilómetros cuadrados, y en 2010 una población de 29,082 habitantes, para una densidad de 45.04 Hab/Km². De esta población el 83.3% corresponde a población rural.

Boaco

Municipio del Departamento del mismo nombre. En este municipio, la línea de transmisión se inicia en el límite municipal con el municipio de Teustepe, bordea el casco urbano por su lado sureste y se dirige al límite con el municipio de Muy Muy, en el punto donde la línea de transmisión cruza el cauce del río Olama. En este municipio la LT tiene una extensión aproximada de 36.9 kilómetros.

Boaco tiene una extensión de 1,086.81 kilómetros cuadrados, y en 2010 una población de 57,403 habitantes, para una densidad de 52.82 Hab/Km². De esta población el 58.8% corresponde a población rural.

Muy Muy

Municipio del Departamento de Matagalpa. En este municipio la línea de transmisión se inicia cuando cruza el río Olama, límite con el municipio de Boaco y finaliza cuando cruza el cauce del río Grande de Matagalpa, que le sirve de límite con el municipio de Matiguás. En este municipio la LT tiene una extensión aproximada de 9.2 kilómetros.

Muy Muy tiene una extensión de 375.06 kilómetros cuadrados, y en 2010 una población de 16,151 habitantes, para una densidad de 43.06 Hab/Km². De esta población el 70.5% corresponde a población rural.

Matiguás

Municipio del Departamento de Matagalpa. En este municipio la línea de transmisión se inicia cuando cruza el cauce del río Grande de Matagalpa, límite con el municipio de Muy Muy, cerca de la comarca El Gavilán, y finaliza cuando la línea cruza el río Paiwas, que le sirve de límite con el municipio Río Blanco. En este municipio la LT tiene una extensión aproximada de 25.9 kilómetros.

Matiguás, tiene una extensión de 1,532.25 kilómetros cuadrados, y en 2010 una población de 45,261 habitantes, para una densidad de 29.54 Hab/Km². De esta población el 75.4% corresponde a población rural.

Río Blanco

Municipio del Departamento de Matagalpa. En este municipio la línea de transmisión se inicia cuando cruza el río Paiwas, límite con Matiguás y finaliza cuando cruza el cauce de la quebrada Wanawana, que le sirve de límite con el municipio Paiwas. En este municipio la LT tiene una extensión aproximada de 11.3 kilómetros.

Río Blanco tiene una extensión de 662.51 kilómetros cuadrados, y en 2010 una población de 33,970 habitantes, para una densidad de 51.27 Hab/Km². De esta población el 54.8% corresponde a población rural. Según los datos del Censo Nacional 2005, el municipio cuenta con 16 comarcas.

Paiwas

Municipio de la Región Autónoma del Atlántico Sur, RAAS. En este municipio la línea de transmisión se inicia cuando cruza la quebrada Wanawana, que es el límite municipal con Río Blanco y finaliza en el límite con el municipio Mulukukú, cercano a un punto conocido como La Cruz Roja, cerca del PI nombrado Segundo Angulo. La LT en el municipio tiene una extensión aproximada de 15.7 kilómetros.

Paiwas tiene una extensión de 2,088.60 kilómetros cuadrados, y en 2010 una población de 35,025 habitantes, para una densidad de apenas 16.77 Hab/Km². De esta población el 84.6% corresponde a población rural. Según los datos del Censo Nacional 2005, el municipio cuenta con 32 comarcas, agrupadas en siete sectores.

Mulukukú

Municipio de la Región Autónoma del Atlántico Norte, RAAN. En este municipio la línea de transmisión se inicia en el límite con Paiwas y finaliza en la Subestación Mulukukú. La extensión total de la LT en el municipio es de aproximadamente 22.7 kilómetros.

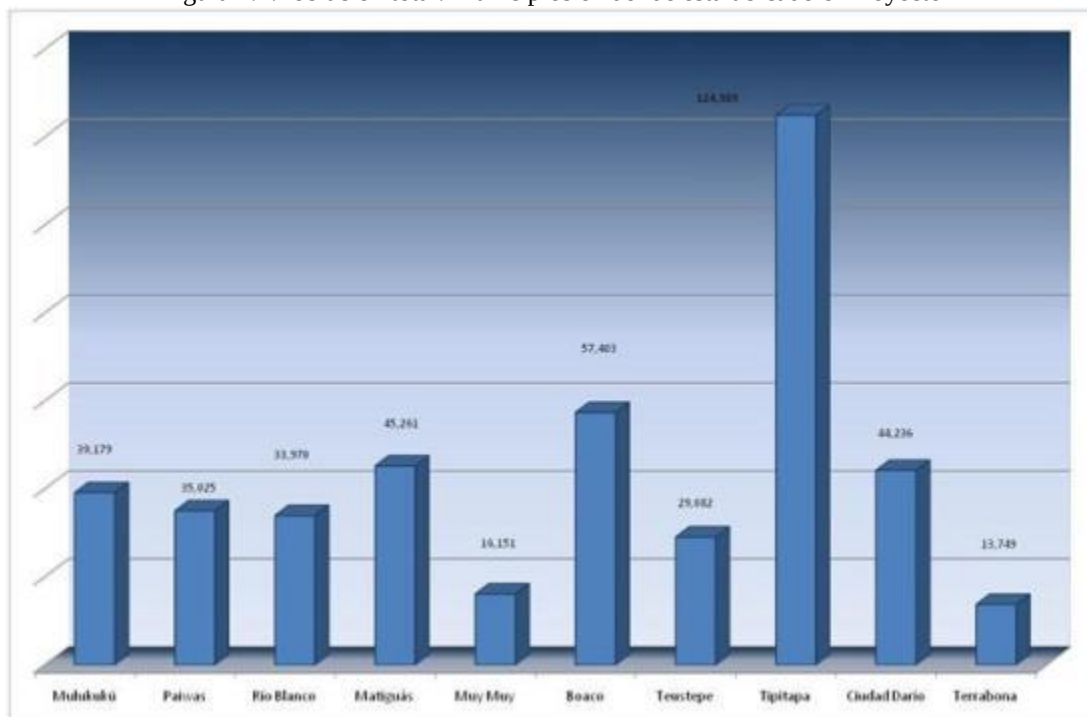
Mulukukú tiene una extensión de 1,904.53 kilómetros cuadrados, y en 2010 una población de 39,179 habitantes, para una densidad de apenas 20.57 Hab/Km². De esta población el 83.7% corresponde a población rural. Según los datos del Censo Nacional 2005, el municipio cuenta con 37 comarcas.

Tabla 4.1. Densidad poblacional y población rural. Municipios donde está ubicado el Proyecto.

NO	MUNICIPIO	SUPERFICIE (Km ²)	POBLACIÓN (Año 2010)	Hab/km ²	POBLACIÓN RURAL (%)
1	Tipitapa	975.3	124,989	128.2	12.8
2	Ciudad Darío	735.31	44,236	60.2	57.7
3	Terrabona	248.89	13,749	55.2	85.3
4	Teustepe	645.73	29,082	45.0	83.3
5	Boaco	1,086.81	57,403	52.8	58.8
6	Muy Muy	375.06	16,151	43.1	70.5
7	Matiguás	1,532.25	45,261	29.5	75.4
8	Río Blanco	662.51	33,970	51.3	54.8
9	Paiwas	2,088.60	35,025	16.8	84.6
10	Mulukukú	1,904.53	39,179	20.6	83.7
TOTAL		10,254.99	439,045.00	42.8	

Fuente: Anuario estadístico 2009. INIDES

Figura 4.2.Población total. Municipios en donde está ubicado el Proyecto



Fuente: Anuario estadístico 2009, INIDES

Para efectos de este estudio, el trazado de la ruta propuesta de la LT, se ha dividido en cuatro transeptos, atendiendo criterios de homogeneidad del paisaje, características topográficas, condiciones del clima y uso del suelo; los límites por tramo se establecen en los Puntos de Inflexión, PI² indicados en la tabla siguiente.

Tabla 4.2. Límites de Tramos propuestos

Ruta	Tramo	Transecto	PI
1	1	Subestación San Benito – Subestación Terrabona	1 a 49
2	2	Subestación San Benito – Subestación Boaco	40 a 59
2	3	Subestación Boaco – Río Blanco	13 a 40
2	4	Río Blanco – Subestación Mulukukú	1 a 13

Fuente: Elaboración propia sobre la base de mapas y perfil del Proyecto, ENATREL

²La numeración de los PI corresponde a las coordenadas proporcionadas por la Gerencia de Ingeniería y Proyectos.

Tabla 4.3. Municipios y Línea de Transmisión San Benito - Mulukukú

No	Departamento	Municipio	Distancia de la LT (Km)*	Tramo (%)
Ruta Subestacion San Benito Subestacion Terrabona				
1	Managua	Tipitapa	33.9	56%
2	Matagalpa	Ciudad Darío	13.4	22%
3		Terrabona	13.2	22%
Total Ruta 2			60.5	100%
Ruta Subestación San Benito Subestación Mulukukú				
1	RAAN	Mulukukú	22.7	13%
2	RAAS	Bocana de Paiwas	15.7	9%
3	Matagalpa	Río Blanco	11.3	6%
4		Matiguás	25.9	15%
5		Muy Muy	9.2	5%
6	Boaco	Boaco	36.9	21%
7		Santa Lucía	3.6	2%
8		Teustepe	27.2	16%
9	Managua	Tipitapa	22.5	13%
Total ruta 1			175.0	100%

Fuente: Elaboración propia sobre la base de mapas y perfil del Proyecto. ENATREL.

*Distancias aproximadas

4.4 Inversión Total del Proyecto

El costo total de las obras es de 120,614,730.61 millones de dólares. Este costo incluye la inversión necesaria para la implementación del Plan de Gestión Ambiental del proyecto.

Tabla 4.4. Costo total del Proyecto

Componente	Costo U\$
Línea de Transmisión Mulukukú – Boaco – San Benito	34,745,713.48
Línea de Transmisión Terrabona – San Benito	14,647,956.07
Ampliación Subestación Boaco	15,584,606.37
Ampliación Subestación Mulukukú	26,078,928.59
Ampliación Subestación San Benito	10,452,193.88
Ampliación Subestación Terrabona	18,366,632.22
Costos del Plan de Gestión Ambiental	3,931,874.00
Total U\$D	123,807,904.6

Fuente: Perfil del proyecto ENATREL, 3013 y Multiconsult y Cía. Ltda. 3013.

4.5. Incidencia del proyecto en el ámbito nacional y local

El Proyecto incidirá de manera importante a nivel nacional y local. A nivel nacional, el aporte del proyecto será significativo ya que ejecutará el proyecto de expansión del sistema de transmisión que interconectará las zonas de generación hidroeléctrica, para transferir de forma segura y

eficiente la producción de electricidad desde las nuevas centrales hacia los centros de consumo distribuidos en la zona central y del pacífico del país; mismas que presentan las mayores demandas de energía (sector doméstico, riego e industrial).

A continuación se expresan los principales aportes del proyecto a escala nacional

Asimismo el desarrollo del proyecto se reflejará principalmente en los indicadores macroeconómicos y energéticos:

Escala nacional

- En el sector externo, contribuirá a la disminución, tanto del volumen como del valor, de las importaciones de hidrocarburos y por consiguiente la reducción de la factura petrolera.
- En los indicadores de empleo, contribuirá al aumento de los ocupados, en la rama de electricidad; es decir contribuirá al aumento de la tasa de ocupación.
- Contribuirá a elevar la tasa de actividad económica, como resultado de la generación de empleos indirectos, sobre todo en el sector servicios.
- Contribuirá al aumento del Producto Interno Bruto (PIB) – desde el enfoque del gasto – en su etapa de inversión, por concepto de aumento en la inversión privada, en los rubros de construcción, maquinaria y equipo.
- Contribuirá al aumento del Producto Interno Bruto (PIB) – desde el enfoque de la producción – en su etapa de operación, por concepto de aumento de la producción en la rama de “electricidad, agua y alcantarillado.
- Será un soporte para el incremento de la oferta energética, y por tanto a la autosuficiencia energética del país; incluyendo la disminución de la dependencia de las importaciones de combustibles fósiles.
- La central hidroeléctrica Tumarín, contribuirá a, cubrir la demanda de energía existente en el país, a la reducción del costo de generación de electricidad en Nicaragua, y por ende, a reducir la dependencia del petróleo. En el año 2017, año previsto para su entrada en operación, Tumarín representará aproximadamente un 25% de la electricidad generada en el país, con lo que Nicaragua tendrá más disponibilidad para suplir el mercado nacional y mayor posibilidad de exportar al resto de países del Istmo Centroamericano.
- Tumarín sustituirá generación térmica actual. De acuerdo a previsiones efectuadas, esta central hidroeléctrica será despachada durante la época de máxima demanda, luego de las centrales geotérmicas, eólicas e ingenios azucareros, por lo que desplazará la generación con petróleo que tienen actualmente las plantas de, Corinto, Tipitapa, Ché Guevara, Censa, Managua y Nicaragua. El consumo de fuel oil de estas plantas equivale a unos 113 millones de galones al año por lo que la reducción de toneladas de Carbono no emitidas a la atmósfera será de unos 14.8 millones.

Incidencia del Proyecto a escala local:

- La construcción de las líneas de transmisión y ampliación de las subestaciones permitirá que hayan espacios adicionales para construir nuevos circuitos de distribución. De estos circuitos se podrá suministrar energía a nuevos usuarios. La cantidad de nuevos usuarios depende de

las estimaciones del mercado que las compañías distribuidoras en el Sistema Interconectado Nacional hayan realizado.

- Aumento en el nivel de empleo a escala local – según la disponibilidad de mano de obra con que cuente el municipio. En la etapa de operación se proporcionará empleo directo a aproximadamente 85 personas, en la etapa de operación y mantenimiento se espera la generación de 60 empleos para limpieza del área de servidumbre.
- En la misma Etapa de Construcción se beneficiará de forma indirecta a las personas que proveerán a los trabajadores contratados, servicios como, alimentación, hospedaje, recreación, etc., en un número estimado entre 3 a 5 beneficiarios indirectos por cada empleado contratado.
- Incremento de la oferta de energía a nivel local y por consiguiente mayor dinamismo de las actividades industriales y comerciales.
- A estos beneficios hay que agregar el impacto que se generará como resultado de las actividades de gerencia y administración del Proyecto en cada una de las etapas mencionadas.

4.6. Descripción del proceso de transformación y transmisión de energía eléctrica

4.6.1 Producción de la Energía Eléctrica

Existen varias formas de producir energía eléctrica, Hidroeléctrica, Eólica, Térmica etc.

Centrales Hidroeléctricas

Una central hidroeléctrica es aquella que se utiliza para la generación de energía eléctrica mediante el aprovechamiento de la energía potencial del agua embalsada en una presa situada a más alto nivel que la central. El agua se lleva por una tubería de descarga a la sala de máquinas de la central, donde mediante enormes turbinas hidráulicas se produce la electricidad.

Centrales Eólicas

La energía eólica se obtiene mediante el movimiento del aire, es decir, de la energía cinética generada por efecto de las corrientes de aire o de las vibraciones que el dicho viento produce. Los molinos de viento se han usado desde hace muchos siglos para moler el grano, bombear agua u otras tareas que requieren una energía. En la actualidad se usan aerogeneradores para generar electricidad, especialmente en áreas expuestas a vientos frecuentes, como zonas costeras, alturas montañosas o islas.

Centrales Térmicas

En su forma más clásica, las centrales termoeléctricas consisten en una caldera en la que se quema el combustible para generar calor que se transfiere a unos tubos por donde circula agua, la cual se evapora. El vapor obtenido, a alta presión y temperatura, se expande a continuación en una turbina de vapor, cuyo movimiento impulsa un alternador que genera la electricidad.

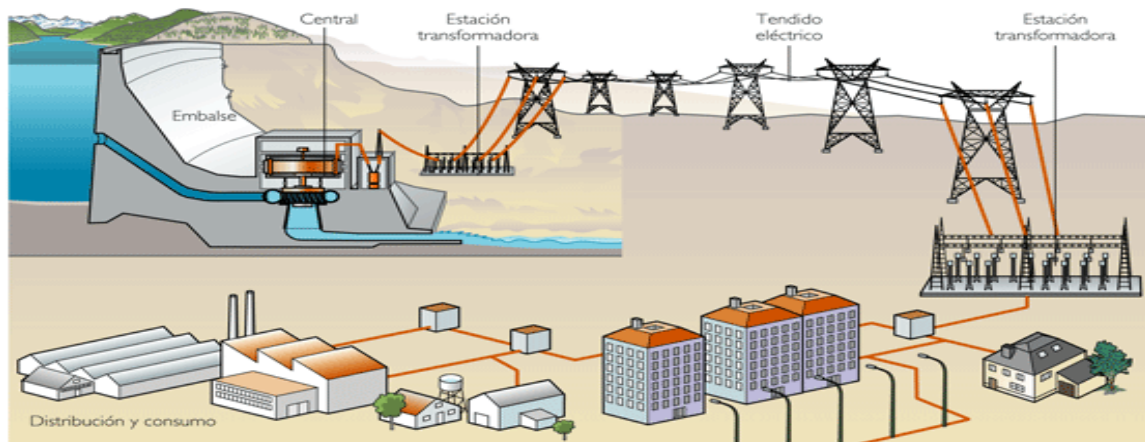
4.6.2. Transformación y transmisión de energía eléctrica del proyecto.

Una vez producida la energía en una central eléctrica, ésta se transporta a una estación de transmisión, donde un transformador convierte la corriente de baja tensión en una corriente de alta tensión. La electricidad se transporta por cables de alta tensión a las estaciones de

distribución, donde se reduce la tensión mediante transformadores hasta niveles adecuados para los usuarios.

Las líneas de Transmisión o conducción eléctricas se pueden diferenciar según su función secundaria en líneas de transporte (altos voltajes) y líneas de distribución (bajos voltajes). Las primeras se identifican a primera vista por el tamaño de las torres o apoyos, la distancia entre conductores, las largas series de aisladores y la existencia de una línea superior de cable más fino que es el hilo de guarda.

Figura 4.3. Producción, transformación y transmisión de la energía eléctrica.



Fuente: www.tecnologiapiirineos.com

Las líneas de conducción de alta tensión suelen estar formadas por cables de aluminio o acero recubierto de aluminio. Estos cables están suspendidos de postes, altas torres de acero, mediante una sucesión de aislantes de hule siliconado, porcelana u otro tipo.

Cualquier sistema de distribución de electricidad requiere una serie de equipos suplementarios para proteger los generadores, transformadores y las propias líneas de conducción. Suelen incluir dispositivos diseñados para regular la tensión que se proporciona a los usuarios y corregir el factor de potencia del sistema.

En el proyecto a desarrollar la energía que llegará a la subestación Mulukukú, será tomada de la bahía de alta tensión en 230 kV y de esta bahía alimentará el transformador de potencia de 100 MVA en 230/138 kV, produciéndose un proceso de transformación del voltaje, en el cual el voltaje que llega a la subestación es reducido a 138 kV para alimentar el transformador de 15 MVA 138/24.9 kV. En el transformador se produce otro proceso de transformación el voltaje se reduce a 24.9 kV que es el voltaje que sale hacia los diferentes circuitos de la subestación que alimenta los transformadores de distribución que reducen el voltaje a 120/240v para entregar energía eléctrica en los diferentes hogares del Municipio de Mulukukú.

De la bahía en 230 kV de la subestación Mulukukú sale la línea hacia la subestación Boaco, los conductores de esta línea se utilizan para conducir o transmitir la energía en este mismo nivel de voltaje hasta llegar a la subestación Boaco, en esta subestación la línea que llega es recibida en una bahía en 230 kV, aquí se alimenta el transformador de potencia de 120 MVA en 230/138 kV

y se produce el proceso de transformación de energía reduciendo el voltaje a 138 kV, para entregar energía eléctrica en los diferentes hogares del Municipio de Boaco.

En la misma bahía de 230 kV de la subestación Boaco sale la línea de transmisión por donde se transmitirá la energía hacia la subestación San Benito, donde se realizará el mismo procedimiento que en las subestaciones anteriores, para entregar la energía eléctrica en los diferentes hogares del Municipio de Terrabona.

Cabe señalar que las largas líneas de Transmisión o conducción eléctrica presentan inductancia, capacitancia y resistencia al paso de la corriente eléctrica. El efecto de la inductancia y de la capacitancia de la línea es la variación de la tensión si varía la corriente, por lo que la tensión suministrada varía con la carga acoplada. Se utilizan muchos tipos de dispositivos para regular esta variación no deseada, en este proyecto se utilizarán reactores inductivos para regular el voltaje en las diferentes subestaciones implicadas en el proyecto.

En los transformadores de potencia, se utiliza aceite dieléctrico, cuyas características están conformes a las normas y estándares internacionales cumpliendo con los convenios internacionales aplicados a Bifenilos Policlorados como el Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP).

Tabla 4.5. Características Típicas del Aceite Dieléctrico

Propiedades	Método	Limites	Aceite K145 X
		Aceite del Transformador	Datos Típicos
Viscosidad 40° C	ISO 3104	Max. 1 2 mm ² /s	9.764
Viscosidad 30° C	ISO 3104	Max. 1 800 mm ² /s	1695
Punto de Fluidez	ISO 3016	Max. -40° C	-45
Contenido de agua	IEC 60814	Max. 30 mg/kg c/ 40 mg/kg d	25
Tension de ruptura	IEC 60156	Min. 30 kV / 70 kV e	82
Densidad a 20° C	ISO 3675 o ISO 12185	Max. 0,895 g/ml	0.886
DDFat 90 °C	IEC 60247 o IEC 61620	Max. 0,005	0.0007
Apariencia		Libre de sedimentos y material suspendido	Libre de sedimentos y material suspendido
Acidez	IEC 62021-1	Max. 0,01 mg KOH/g	L0,01
Tensión interfásial	ISO 6295	Sin Requerimientos	49
Contenido Total de Sulfuro	BS 2000 Part 373 ó ISO 14596	Sin Requerimientos	0.0213
Corrosividad por sulfuro	DIN 51353	No corrosivo	No corrosivo
Aditivos antioxidantes	IEC 60666	Aceite inhibido: 0,08 – 0,40 %	0.29
Contenido de 2-Furfural	IEC 61198	Max. 0,1 mg/kg	L0.1
Estabilidad de Oxidación	IEC 61125 (método C)	Aceite inhibido: 500h.	
Acides Total	--	Max. 1,2 mg KOH/g1	0.10
Lodos	--	Max. 0,8 % 2	0.01
DDFat 90 °C	IEC 60247	Max. 0,500 2	0.0149
Gasificación	IEC 60628 A	Sin Requerimientos	+18.9
Punto de Inflamación	ISO 2719	Min. 135°C	140
Contenido de PCA	BS 2000 Part 346	max.3 %	2.1
Contenido de PCB	IEC 61619	No detectable	No detectable

Fuente: ENATREL

4.7. Características y especificaciones constructivas de la línea de transmisión.

4.7.1 Línea de Transmisión

En la tabla siguiente se muestra los parámetros generales con los que se diseñará la línea de transmisión.

Tabla 4.6. Parámetros para el Diseño de la línea de Transmisión

Característica	Parámetros
Tensión nominal entre fases:	230KV
Tensión máxima permanente:	245KV
Nivel básico de aislamiento al impulso	1050KV
Frecuencia nominal:	60Hz
Neutro del sistema:	Conectado sólidamente a tierra
Potencia:	150 MVA
Estructuras:	Torres auto soportadas de acero en celosía, circuito sencillo, disposición de conductores en triángulo, Postes de concreto y acero auto soportados circuito sencillo, disposición de conductores en posición vertical.
Angulo de blindaje:	30°
Resistencia de puesta a tierra:	10 ohmios para todas las estructuras

Fuente: Diseño LT230 Kv Refuerzos Tumarín. ENATREL 2013

4.7.1.1. Características de las Estructuras

a) Longitud de la línea de transmisión y Cantidad de Estructuras

Para la línea de transmisión de 235.5, Km de longitud, se ha previsto la instalación de 719 torres y 105 postes de acero o concreto, con un tendido de 236 Km de cable ACAR1024 kcmil.

b) Parámetros a considerar en las Estructuras

Las estructuras que se establecerán cumplirán con las distancias mínimas, con la geometría de la parte superior de la torre, con el ángulo de blindaje, factores de seguridad, hipótesis de carga y demás restricciones definidas para este tipo de proyectos, en la tabla siguiente se observan los diferentes parámetros de diseño esperado para este proyecto.

Tabla 4.7. Valores Estimados para el Diseño de las Torres de Transmisión

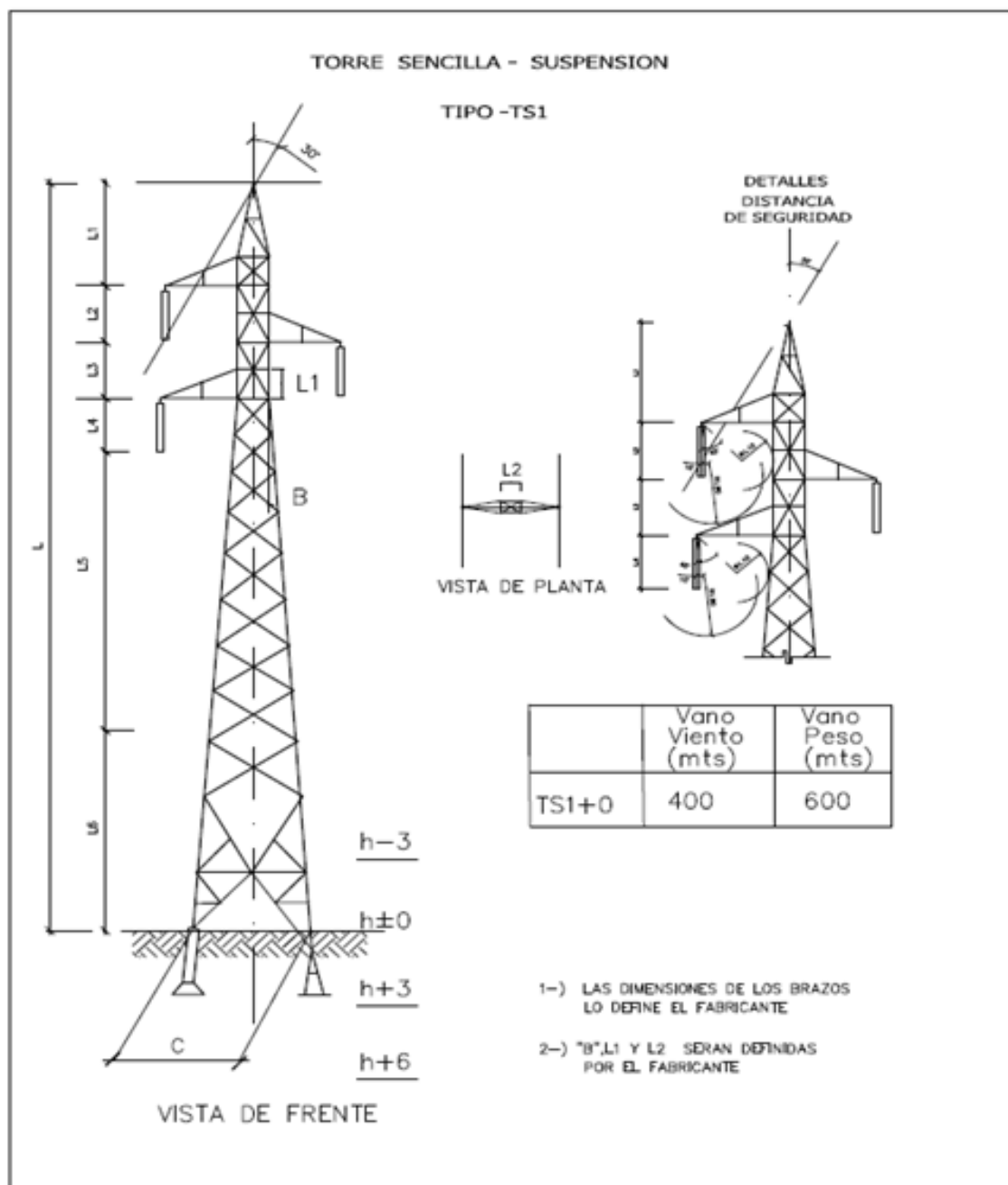
Tipo	Aplicación	Angulo máximo	Vano real Vr(mts)	Vano viento, Vm(mts)	Vano peso, Vg(mts)	Altura
TS1	Torre de suspensión Simple Circuito.	2°	350	350	450	27-30-33
TA1	Torre Angular Simple Circuito.	70°	350	550	700	27-30-33
PCCS1	Poste de concreto Suspensión Simple Circuito	5°	200	175	250	27-30-33
PCCS2	Poste Angular Simple Circuito	5°	200	175	250	27-30-33

Fuente: Diseño LT230 Kv Refuerzos Tumarín.

c) Incrementos de Altura de las Estructuras

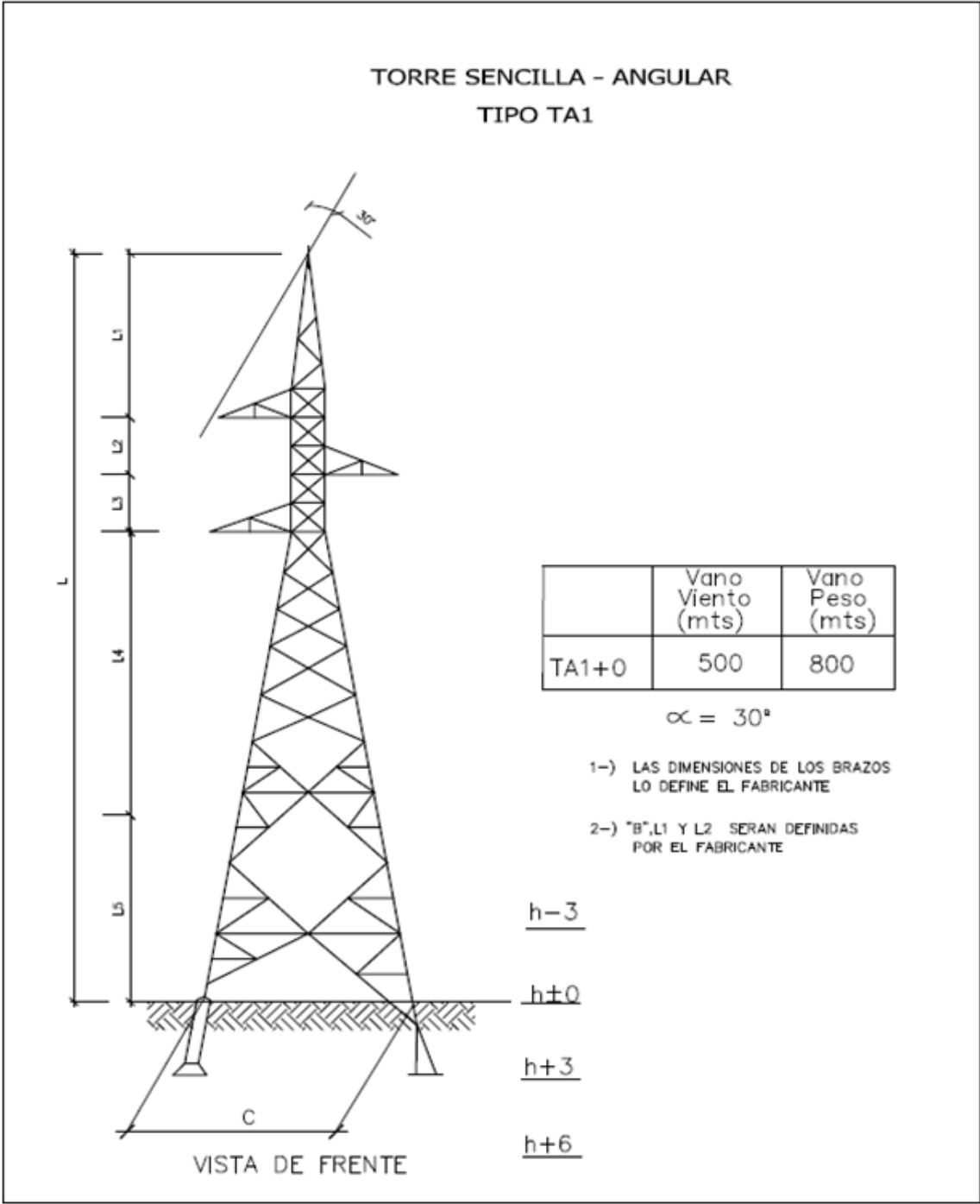
Las estructuras de celosía se diseñarán con el concepto de un cuerpo común (base) y extensiones de cuerpo que sean múltiplos de 3m (cuerpo base, +3m, +6m).

Figura 4.4 Geometría de Estructura de Suspensión Tipo TS1



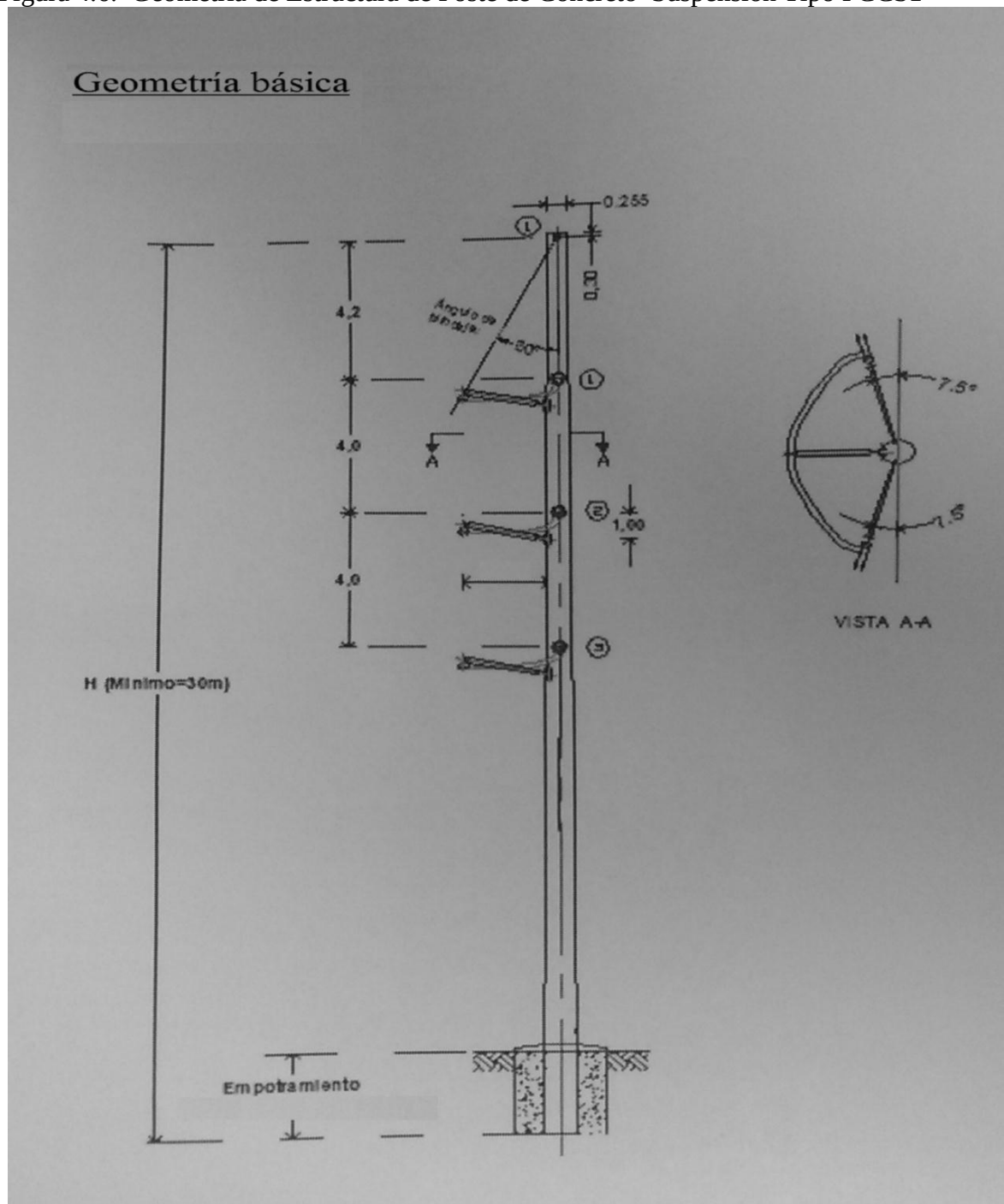
Fuente: Diseño LT230 Kv Refuerzos Tumarín.

Figura 4.5 Geometría de Estructura de Suspensión Tipo TA1



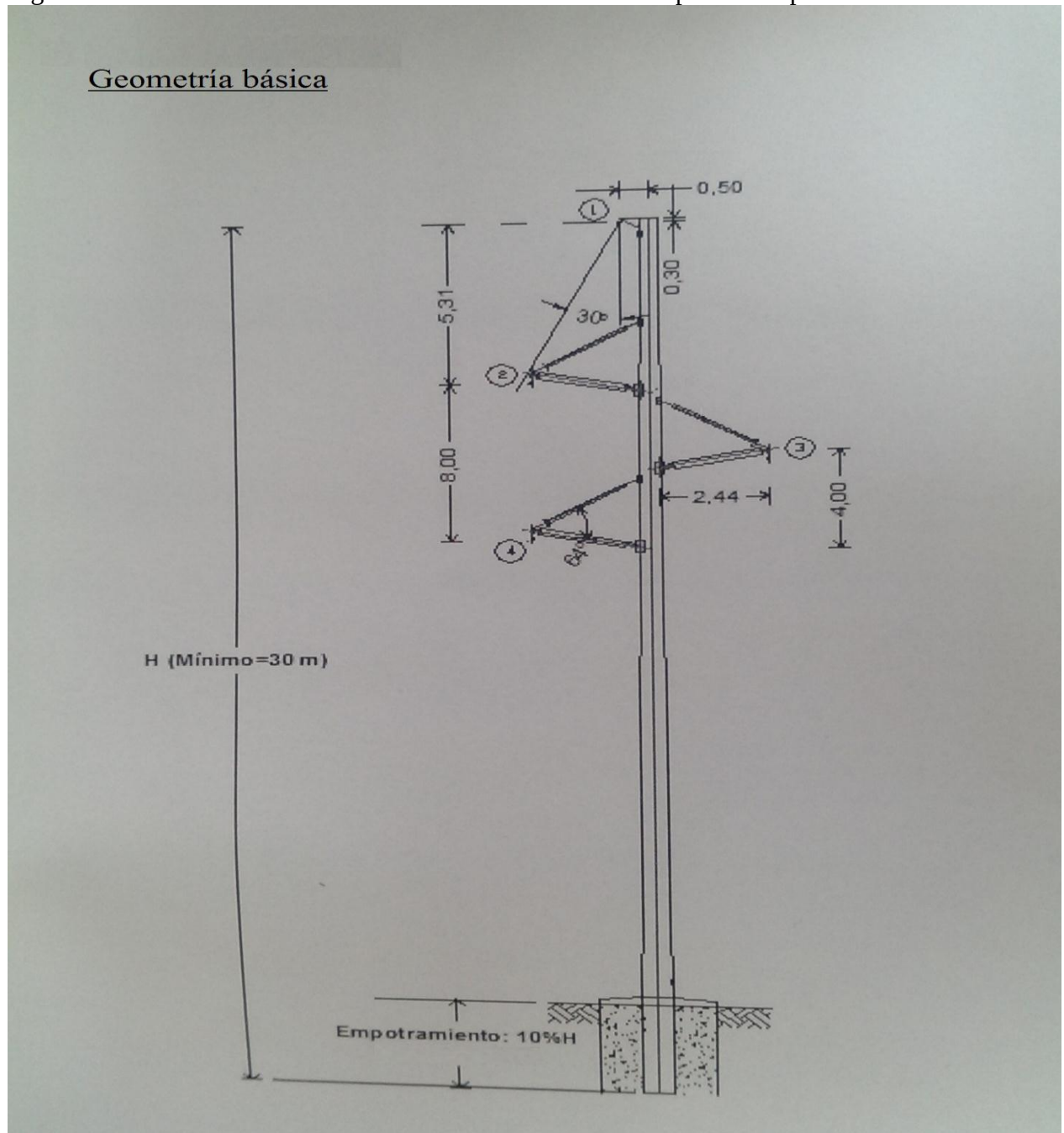
Fuente: Diseño LT230 Kv Refuerzos Tumarín.

Figura 4.6. Geometría de Estructura de Poste de Concreto Suspensión Tipo PCCS1



Fuente: ENATREL

Figura 4.6.Geometría de Estructura de Poste de Concreto Suspensión Tipo PCCS2



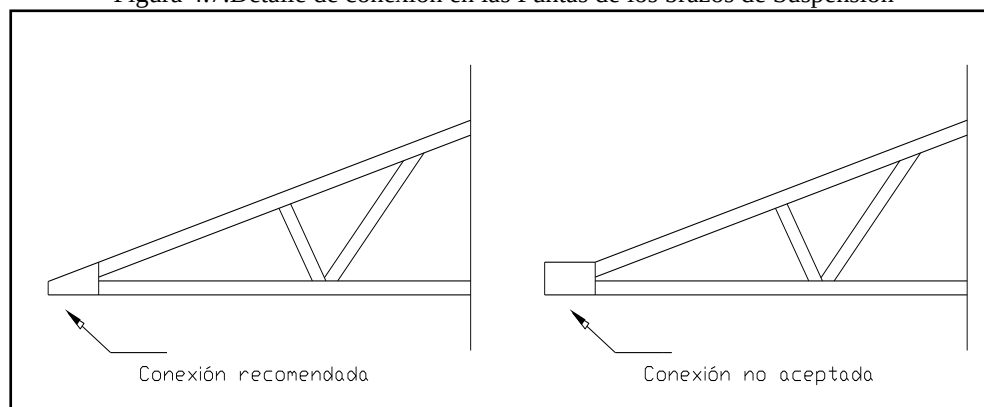
Fuente: ENATREL

d) Previsiones para Mantenimiento y Conexión de Cable de Guarda.

Las estructuras de acero contarán con agujeros para el montaje de los herrajes para el izado de piezas o herramientas durante el mantenimiento. Además, las estructuras terminales y ángulo deberán de disponer en la placa de montaje de la cadena de aisladores, agujeros del mismo diámetro para fijar equipo de tensado. Todas las estructuras de acero deberán contar con un

agujero en cada soporte del cable de guarda óptico para hacer la conexión entre este y la estructura.

Figura 4.7. Detalle de conexión en las Puntas de los brazos de Suspensión



Fuente: Estudio de Diseño LT 138 KV San Ramón – Matiguás

La figura anterior muestra la forma de la punta de los brazos de suspensión, la forma recomendada es la del lado derecho de la imagen.

e) Factor de Seguridad.

Las cargas que resulten de las hipótesis de carga que se aplicarán a las estructuras se multiplicarán por el factor de carga según las siguientes consideraciones:

Tabla 4.8. Valores de los factores de Seguridad Estimados para el Proyecto

Condición	Factor de Seguridad
Cargas normales (Corresponde a resistencias: verticales, transversales-viento, transversales en ángulos y longitudinal).	2
Cargas excepcionales	1.5
Cargas de construcción y mantenimiento	1.7

Fuente: Diseño LT230 Kv Refuerzos Tumarín.

Todas las cargas o solicitaciones correspondientes a las hipótesis definidas se multiplicarán por estos factores.

f) Accesorios para las Estructuras.

Las estructuras proyectadas contarán con los siguientes accesorios:

- Placas donde se identifica:
 - la numeración, el propietario, el nombre del proyecto, el nivel de tensión.
 - peligro de muerte
- Protección contra pájaros.
- Esferas o Rótulos de señalización. Estos rótulos se colocan en la línea de transmisión, una vez realizado el tendido y a un metro del nivel de la torre.

Figura 4.8. Detalle de numeración y aviso de peligro.



Fuente. Elaboración propia, foto tomada a Línea de Transmisión 138 kV SE Ticuantepe – Anillo de Managua.

g) Cimentaciones

Para la selección del tipo de cimentación se tomará en cuenta la naturaleza y capacidad portante del suelo de fundación y la magnitud de las cargas que serán aplicadas sobre las fundaciones. Las cimentaciones diseñadas cumplirán como mínimo con los siguientes códigos y normas:

ACI	Committee 318, American Concrete Institute
AISC	American Institute of Steel Construction
ASCE	Manual 52, American Society of Civil Engineers
ASTM	American Standard Testing Materials
ASCE 10-97	American Society of Civil Engineers

Existen muchos tipos de fundaciones para torres auto soportante, entre las cuales se destacan:

- Fundación de acero “de grilla o parrilla” por su nombre en inglés “steel grillage”
- Fundaciones con zapatas aisladas de concreto
- Placas de Fundación
- Fundaciones en pila o “caissons”
- Fundaciones de anclaje en roca
- Fundaciones superficiales aisladas de concreto reforzado
- Fundaciones especiales
- Fundaciones de concreto armado con zapatas aisladas

h) Puestas a Tierra

El electrodo de tierra en cada poste de diámetro mínimo de 5/8” de cooperweld, acero galvanizado o equivalente de una longitud mínima de 2.5m.

Los electrodos se introducirán en tierra no perturbada en la esquina extrema de la fundación y a una profundidad mínima de 2.5 m.

Antes del montaje de las estructuras de torres se medirá la resistividad eléctrica del terreno en la ubicación de cada estructura y, sobre la base de estas mediciones se determinará la configuración

más adecuada para las puestas a tierra a fin de obtener los valores máximos de resistencia eléctrica.

Se medirá el valor de resistencia de tierra de cada torre por medio de un instrumento tipo Megger u otro sistema aprobado. Donde el valor supere los 10 ohmios se instalará electrodos adicionales de tierra hasta que el valor sea disminuido al valor requerido. El diseño se hará basado en un criterio de progresión empleando varillas (jabalinas), contrapesos o compuestos de mejoramiento. Todos los soportes deberán contar con una conexión entre el cable de guarda y la estructura.

La conexión entre la estructura y el sistema de puesta a tierra se hará a una profundidad de 0.5 m bajo en nivel final del terreno para torres con parrillas de cimentación. En caso de estructuras con cimentación de concreto se dejará dentro de la cimentación un tubo tipo “**conduit**” para pasar la conexión a través de él y evitar que quede expuesta al vandalismo. La instalación se hará utilizando el siguiente esquema.

En caso de que con la configuración básica se tengan mediciones con valores mayores a 10 ohmios, se podrá utilizar el método de "contrapesos", el cual consiste en la instalación de varillas de tierra" adicionales conectadas en extensiones de conductor.

Si aún después de construirse las configuraciones descritas en los párrafos anteriores, no se lograra el valor requerido, se recurrirá al método de mejoramiento artificial. Se empleará mallas triangulares y electrodos rellenos con bentonita o tierra orgánica para mejorar la resistividad.

En caso de requerirse contrapesos y en condiciones de terreno agrícola, la profanidad de enterramiento será de 80 cm. Para localizaciones de postes donde los electrodos normales no pueden usarse debido a las condiciones del suelo, se instalarán electrodos de profundidad o dos cintas de tierra de acero galvanizados 40 x 4 mm de sección por 20 m de largo a una profundidad de 50 cm o conductor de cobre trenzado de sección no menor a 70 mm² conectados con la puesta a tierra del poste.

Se medirá el valor de resistencia de tierra de cada poste por medio de un instrumento tipo Megger u otro sistema aprobado. Donde el valor supere los 10 ohmios el proveedor deberá instalar electrodos adicionales de tierra hasta que el valor sea disminuido al valor requerido.

Para localizaciones de postes donde los electrodos normales no pueden usarse debido a las condiciones del suelo, el proveedor bajo la aprobación del contratante instalara electrodos de profundidad o dos cintas de tierra de acero galvanizados 40 x 4 mm de sección por 20 m de largo a una profundidad de 50 cm o conductor de cobre trenzado de sección no menor a 70 mm² conectados con la puesta a tierra del poste.

i) Distribución de las Estructuras

En general las estructuras quedarán ubicadas en terreno firme y estable, sin peligro de alteración posterior del terreno de fundación. En determinados casos se realizarán obras de protección para prevenir los efectos erosivos y garantizar la estabilidad de las estructuras, podrá comprender también la cobertura de áreas aledañas con especies vivas como gramíneas de diverso tipo,

barreras vivas, etc. Las estructuras se ubicarán de tal modo que ninguna de sus partes quede a una distancia inferior a las distancias horizontales mínimas, tal como lo refleja la tabla siguiente:

Tabla. 4.9. Distancias Requeridas para la instalación de las torres de transmisión

Distancias Mínimas Horizontales	
Borde de río, arroyo o curso de agua:	50 m
Borde de barrancos, terrenos inestables o comienzo de zonas con peligro de erosión	30 m
Conductores, estructuras y otros elementos de líneas de comunicación	10 m
Conductores, estructuras y otros elementos de líneas de corrientes fuerte de cualquier tensión:	15 m

Fuente: Diseño LT230 Kv Refuerzos Tumarín. ENATREL

En la siguiente tabla se encuentran las distancias verticales mínimas de los conductores al suelo.

Tabla 4.10. Distancias mínimas para los conductores en las Torres de Transmisión.

Distancias Mínimas Verticales	Metros
Carreteras	9.5m
Al suelo en zona urbana	8.5m
En caminos rurales	8.0 m
Casas firmes, paredes, estructuras:	6.0m
Zona de huertos (cítricos)	11.50 m
Zona de cultivos (cereales, leguminosas, hortalizas)	7.60 m
Árboles (sobre su parte más alta):	4.5m
Distancia mínima entre las partes en tensión y las estructuras de anclaje	
Con cuello muerto vertical	1.40m
Con jumper vertical.	
Con cuello muerto desviado 20°	1.02m

Fuente: Diseño LT230 Kv Refuerzos Tumarín. ENATREL

Estas distancias mínimas se verificarán considerando la flecha máxima del conductor para la condición final a la temperatura que corresponde al límite térmico (60°C) y para una desviación de los conductores por efecto del viento en ángulos comprendidos entre 0° y 10°. Las distancias verticales mínimas requeridas en cruces con líneas de comunicación o de potencia son las siguientes:

Tabla 4.11. Distancias mínimas verticales requeridas para este proyecto.

Distancias mínimas a líneas eléctricas y de comunicación	
Con líneas de comunicación:	3.1m
Con líneas de 24.9 KV o menos:	2.0m
Con líneas de Alumbrado	1.8m
Con líneas de 138 KV:	2.4m

Fuente: Diseño LT230 Kv Refuerzos Tumarín. ENATREL

En los cruces con líneas de comunicación y media tensión, la línea de 230 Kv objeto de este diseño deberá pasar por encima de la otra línea. Se considerará para la línea inferior su condición a una temperatura de 26 °C, sin carga eléctrica y para la línea de 230 Kv la flecha de la condición

final a la temperatura que corresponde al límite térmico (60°C) sin viento. También se verificará que los conductores en su condición de tensión final y temperatura media diaria cumplan con las distancias horizontales mínimas incluidas en las siguientes tablas.

Tabla 4.12. Distancias mínimas con viento a 60 Km/h

Descripción	Distancia con viento 60Km/h ⁽¹⁾ (m)
Construcciones	3
Señales, tanques, rótulos	3
Árboles	3

Fuente: Diseño LT230 Kv Refuerzos Tumarín. ENATREL

Tabla 4.13. Distancias mínimas con viento a 25 Km/h

Descripción	Distancia con viento calmo 25Kp/h ⁽²⁾ (m)
Construcciones	10
Señales, tanques, rótulos	10
Árboles	10

Fuente: Diseño LT230 Kv Refuerzos Tumarín. ENATREL

4.7.1.2 Características del Conductor de la Línea

En la siguiente tabla se encuentran las características del conductor que será utilizado en la línea de transmisión Mulukukú-San Benito-Terrabona.

Tabla 4.14. Características del Conductor de la Línea de Transmisión.

Tipo	ACAR
Calibre	1024 MCM
Diámetro de los alambres de aluminio	4.22 mm
Diámetro de los alambres de aleación	4.22 mm
Sección Total	519.1 mm ²
Diámetro Exterior	29.59 mm
Peso Teórico Total	1.4312Kg/m
Carga de Rotura	11,702 Kg
Masa lineal	114.76 Kg/m
Resistencia a la ruptura	114.6 KN
Resistencia eléctrica a 20° C	0.06313Ohm/Km

Fuente: Pagina web, BARE ALUMINUM CONDUCTORS.

4.7.1.3. Aislamiento

El material de los aisladores será de hule siliconado “tipo tensión” debido a que el tramo de la línea de transmisión del proyecto se caracteriza por presentar un nivel bajo de contaminación del

tipo industrial y ambiental, con gran frecuencia de precipitaciones. La resistencia mecánica del aislador será de al menos 120KN.

Se ha considerado un nivel de contaminación Medio (Zona II) de la norma IEC 60815, lo que determina una distancia de fuga mínima para el aislamiento de 20mm/KV fase-fase, dado que la zona se caracteriza por presentar nivel II del tipo contaminación del tipo industrial y ambiental, con frecuentes lluvias entre los meses de Mayo a Noviembre. Se considera un factor de sobretensión de maniobra de 2,5 veces el valor cresta de la tensión máxima permanente a tierra. La línea debe resistir esta sobretensión en el 99,87% de los casos. Los aisladores de hule siliconado “tipo tensión” cumplirán con las siguientes normas:

Tabla 4.15. Normas específicas para la línea de transmisión.

Requerimientos mecánicos		
Carga de diseño vertical		26KN
Carga mínima en tensión - compresión		33.4KN
Requerimientos eléctricos		
Longitud máxima ($\pm 1\%$)		1700 mm
Distancia de fuga mínima - Zona II:		2900mm
Tensión a frecuencia industrial (seco) (Mínima)	(Dry Power Frequency Withstand voltage)	340 KV
Tensión a frecuencia industrial (lluvia) (Mínima)	(Wet Power Frequency Withstand voltage)	395 KV
Tensión crítica al impulso (positiva) (Mínima)	(Minimum critical impulse flashover voltage (Positive))	650 KV
Tensión crítica al impulso (negativo) (Mínima)	(Minimum critical impulse flashover voltage (Negative))	750 KV

Fuente: Diseño LT230 Kv Refuerzos proyecto Hidroeléctrico Tumarín I Etapa

En general, de acuerdo al tipo de estructura de soporte utilizada, corresponde diseñar las cimentaciones considerando en primer lugar los esfuerzos a nivel de la cimentación y en segundo lugar las características de los tipos de suelos a encontrarse en el terreno.

Como criterio general, las cimentaciones serán capaces de soportar la máxima carga de tracción (arranque) y transmitir al terreno una presión inferior a la presión máxima admisible. Es por esta razón que se seleccionara, para cada tipo de estructura de soporte, los esfuerzos máximos de tracción y compresión, así como los esfuerzos de corte asociados.

Las fundaciones de concreto armado consistirán de una zapata y fuste (columna) de sección cuadrada y dimensiones apropiadas para asegurar la estabilidad de la estructura y soportar las máximas solicitaciones de arranque, compresión y fuerza horizontales asociadas. Sus dimensiones dependerán de las características del terreno y de los tipos de estructuras de apoyo.

En lo relativo con las obras electromecánicas y teniendo en cuenta las características de la zona donde se ubicara el Proyecto, se utilizarán torres metálicas autosoportadas de acero galvanizado, de forma tronco piramidal, resistentes a la corrosión.

Las estructuras serán diseñadas de modo que no se presenten deformaciones permanentes en sus elementos metálicos y cada una tendrá su conexión eléctrica a tierra como medida de protección.

En general el tipo y material de los aisladores a utilizar estará adecuado a las características de la zona donde se ubica la línea de transmisión y toma en cuenta la práctica y experiencia de líneas de transmisión construidas en zonas similares del país. Las alternativas más comunes son los aisladores de porcelana, vidrio y los poliméricos de goma de silicón.

El cable de guarda se utilizará con la finalidad de servir como protección activos y como medio contra descargas atmosféricas que podrían impactar directamente en los conductores activos y como medio para el sistema de telecomunicaciones.

El número de cables de guarda para las zonas expuestas a caída de rayos, dependerá del tipo de estructura a usarse, el aislamiento, la puesta a tierra y el máximo número de salidas permitido.

En relación con la puestas a tierra (PAT), esta será la de proteger principalmente la vida de la personas contra los accidentes de tensión de toque o tensión de paso en la cercanías de torres que se ubican en zonas de circulación frecuente.

La instalación de los sistemas de puesta a tierra de los apoyos se realizará de acuerdo a lo establecido en los planos y diseños del proyecto y los valores de resistividad medidos en el terreno. Estas características y otras, ya mencionaron en las especificaciones técnicas, del proyecto.

4.7.2. Sub Estaciones

Todas las ampliaciones de las sub estaciones que abarca este proyecto están contempladas dentro del perímetro de las mismas subestaciones, las áreas donde se instalarán las bahías están listas para realizar las fundaciones donde se instalarán las estructuras y equipos. Es relevante destacar que el MARENA ha otorgado permisos ambientales a ENATREL para operar las subestaciones vinculadas al proyecto en estudio, mismos que son presentados a continuación.

Tabla 4.16. Resoluciones Otorgadas a ENATREL

Proyecto	Resolución Administrativa
Subestación Terrabona Y Obras Conexas	Resolución Administrativa-DGCA MARENA P0008-0311-004-2013
Modernización y Ampliación de Subestación Boaco	Resolución Administrativa -DG A MARENA No. 020-2010
Proyecto línea de transmisión anillo de 230 kV Los Brasiles -San Benito -Masaya	Resolución Administrativa MARENA No.013-201 0

Fuente: UGA ENATREL

Las bahías de transformadores contarán con una base de cimentación la cual es impermeabilizada y funciona como pila o fosa con canal que conduce a un tanque de separación de aceite, con la

capacidad suficiente para la recolección de aceite en el caso de fugas o derrames. Los planos de distribución de las subestaciones se incorporan en anexo 10.

Figura 4.9. Fundación de la Bahía de Transformación de la SE Mulukukú donde se instalará el transformador y tanque de separación de aceite.



Fuente: UGA - ENATREL

4.7.2.1. Componentes Sub Estación Mulukukú.

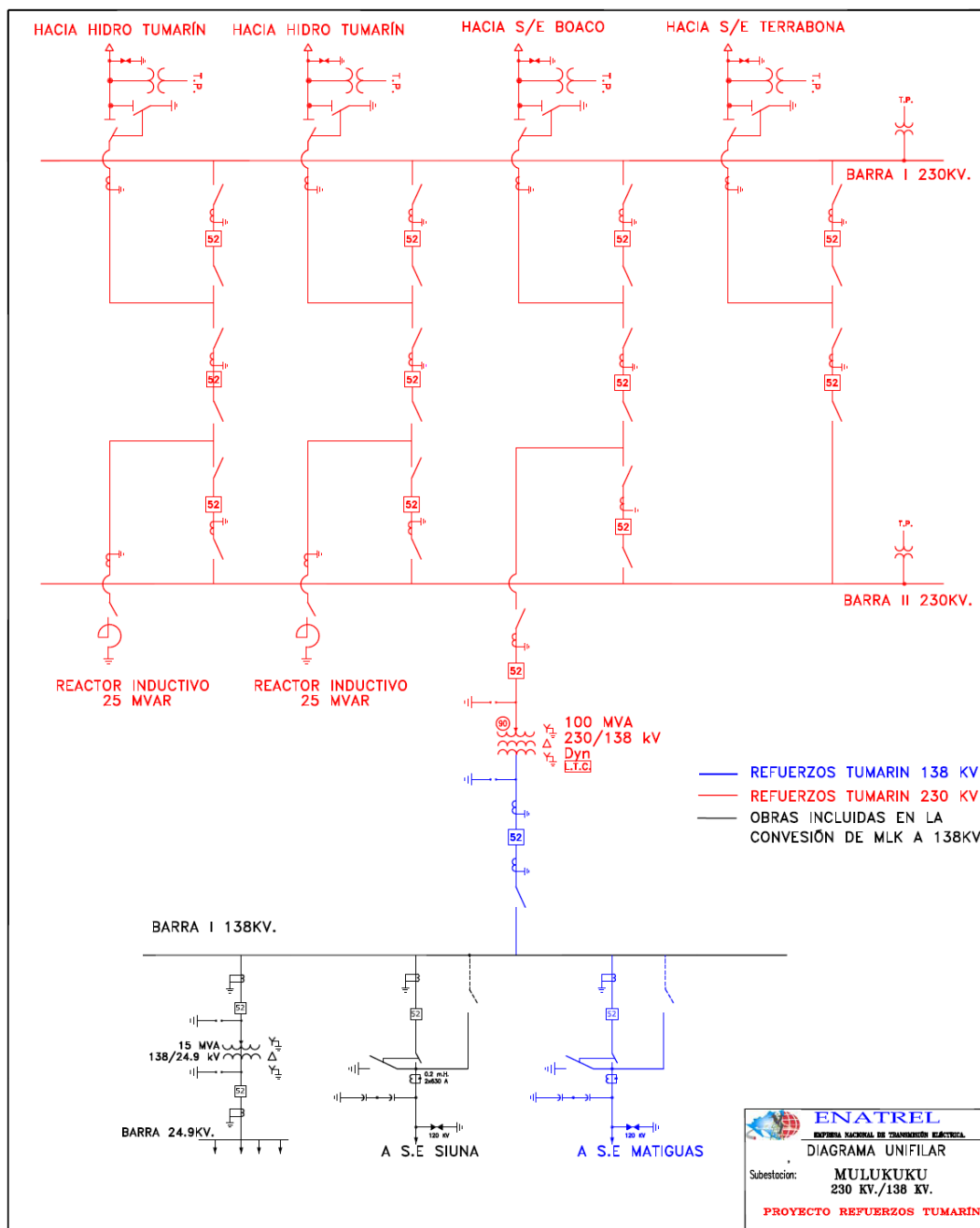
El proyecto consiste en el suministro e instalación de 4 Bahías de Línea 230kV, en configuración de interruptor y medio, una bahía de transformación 230/138 kV, un autotransformador 230/138 kV, de 100 MVA, una bahía de Línea de 138kV, con seccionador bypass para la salida de línea que va hacia la Subestación Matiguás, 2 Reactores Shunt de 25 MVar, PLC esclavo para DAG, Equipos de comunicaciones, protección y control y caseta de control.

Figura 4.10. Subestación Mulukukú



Fuente: UGA – ENATREL

Figura 4.11. Ampliación Subestación Mulukukú 230 kV/ 138 kV.



Fuente: Perfil del proyecto Refuerzos para la conexión del proyecto Hidroeléctrico Tumarín I Etapa. ENATREL.

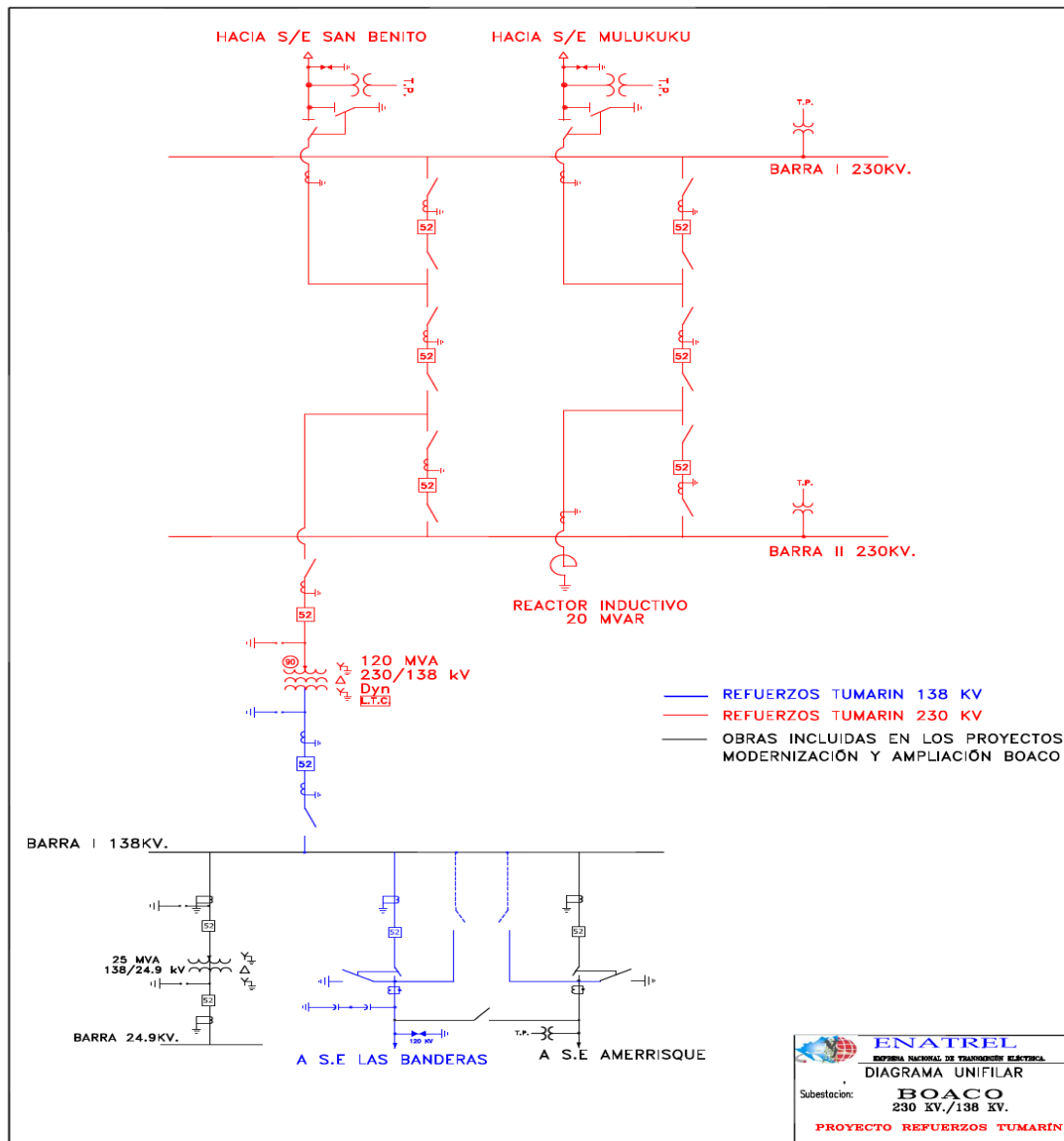
Los suministros de las obras a construir presentan las siguientes características:

- Un (01) Auto transformador de 100 MVA, 230 kV, DNY.
- Dos (02) Reactores inductivos 25 MVAR, 230 kV.
- Once (11) Interruptores tripolar, 245 kV, 1600 A, accionamiento mono-tripolar, mando eléctrico 125 Vcc.
- Un (1) Interruptor tripolar, 245 kV, 1600 A, accionamiento tripolar, mando eléctrico 125 Vcc.
- Veinte y cinco (25) Seccionadores 245 KV, 1600 A, sin cuchillas de puesta a tierra, mando eléctrico 125 Vcc.
- Cuatro (04) Seccionador 245 KV, 1600 A, con cuchillas de puesta a tierra, mando eléctrico 125 Vcc.
- Doce (12) Transformadores de Corriente, 245 KV 1600-800/1-1-1-1 A.
- Dieciocho (18) Transformadores de potencial Inductivo, $230000:\sqrt{3} / 100: \sqrt{3} - 100: \sqrt{3}-100: \sqrt{3}$ Volts.
- Quince (15) Pararrayos unipolares tipo estación 200 kV
- Aisladores soportes 230kV
- cajas de centralización (cofre de zonas) para la Bahía
- caja de centralización para Transformador de corriente
- cajas de centralización para Transformador de Potencial
- Un lote de estructuras metálicas para soporte de equipos y pórticos para dos bahías de líneas y barra en 230 kV
- Un Banco de Baterías 125 VCC
- Paneles de mando, control y Protección para las bahías de líneas de 230 kV. Con todos sus accesorios
- Un (1) Panel de Centralización de alarmas
- Conductor AAC 1024 para barras, bajantes y conexión entre equipos
- Cable de acero galvanizado para blindaje de la Subestación
- Un (01) lote de cables de control
- Equipos de comunicación
- Equipos y materiales misceláneos
- Un (01) Interruptor tripolar, 145 kV, 1600 A, accionamiento mono-tripolar, mando eléctrico 125 Vcc.
- un (01) Seccionador 145 kV, 1600 A, sin cuchillas de puesta a tierra, mando eléctrico 125 Vcc.
- Un (01) Seccionador 145 kV, 1600 A, con cuchillas de puesta a tierra, mando eléctrico 125 Vcc.
- Un (01) Seccionador bypass 145 kV, 1600 A, mando eléctrico 125 Vcc.
- Tres (03) Transformadores de potencial capacitivo, $138000:\sqrt{3} / 100: \sqrt{3} - 100: \sqrt{3}-100: \sqrt{3}$ Volts.
- Seis(06) Pararrayos unipolares tipo estación 120 KV

4.7.2.2 Componentes Sub Estación Boaco.

El proyecto consiste en el suministro e instalación de 2 bahías de líneas en configuración de interruptor y medio, un autotransformador 230/138 kV, de 120 MVA, una bahía de transformación 230/138 (lado de 138kV), una Bahía de Línea en 138 kV con seccionador bypass para la salida de línea que va hacia Las Banderas, seccionador bypass (tipo pantógrafo) para la bahía de línea que va hacia Amerrisque, un reactor inductivo de 20 MAVr, equipos de comunicaciones, protección y control.

Figura 4.12. Ampliación Subestación Boaco 230 kV/ 138 kV.



Fuente: Perfil del proyecto Refuerzos para la conexión del proyecto Hidroeléctrico Tumarín I Etapa. ENATREL

Los suministros de las obras a construir presentan las siguientes características:

- Un (01) Auto transformador de 120 MVA, 230 KV, DNY.
- Un (01) Reactor inductivo de 20 MVAR, 230 KV.

- Seis (06) Interruptores tripolar, 245 KV, 1600 A, accionamiento mono-tripolar, mando eléctrico 125 Vcc.
- Un (1) Interruptor tripolar, 245 KV, 1600 A, accionamiento tripolar, mando eléctrico 125 Vcc.
- Trece (13) Seccionadores 245 KV, 1600 A, sin cuchillas de puesta a tierra, mando eléctrico 125 Vcc.
- Dos (02) Seccionador 245 KV, 1600 A, con cuchillas de puesta a tierra, mando eléctrico 125 Vcc.
- Nueve (09) Transformadores de Corriente, 245 KV 1600-800/1-1-1-1 A.
- Doce (12) Transformadores de potencial Inductivo, $230000:\sqrt{3} / 100: \sqrt{3} - 100: \sqrt{3} - 100: \sqrt{3}$ Volts.
- Nueve (09) Pararrayos unipolares tipo estación 200 KV
- Aisladores soportes 230 KV
- cajas de centralización (cofre de zonas) para la Bahía
- caja de centralización para Transformador de corriente
- cajas de centralización para Transformador de Potencial
- Un lote de estructuras metálicas para soporte de equipos y pórticos para dos bahías de líneas y barra en 230 kv
- Un Banco de Baterías 125 VCC
- Paneles de mando, control y Protección para las bahías de líneas de 230 KV. Con todos sus accesorios
- Un (1) Panel de Centralización de alarmas
- Conductor AAC 1024 para barras, bajantes y conexión entre equipos
- Cable de acero galvanizado para blindaje de la Subestación
- Un (01) lote de cables de control
- Equipos de comunicación
- Equipos y materiales misceláneos
- Dos (02) Interruptores tripolar, 145 KV, 1600 A, accionamiento mono-tripolar, mando eléctrico 125 Vcc.
- un (01) Seccionador 145 KV, 1600 A, sin cuchillas de puesta a tierra, mando eléctrico 125 Vcc.
- Un (01) Seccionador 145 KV, 1600 A, con cuchillas de puesta a tierra, mando eléctrico 125 Vcc.
- Dos (02) Seccionadoresbypass 145 KV, 1600 A, mando eléctrico 125 Vcc.
- Tres (03) Transformadores de potencial capacitivo, $138000:\sqrt{3} / 100: \sqrt{3} - 100: \sqrt{3} - 100: \sqrt{3}$ Volts.
- Seis(06) Pararrayos unipolares tipo estación 120 KV

Figura 4.13.Subestación Boaco



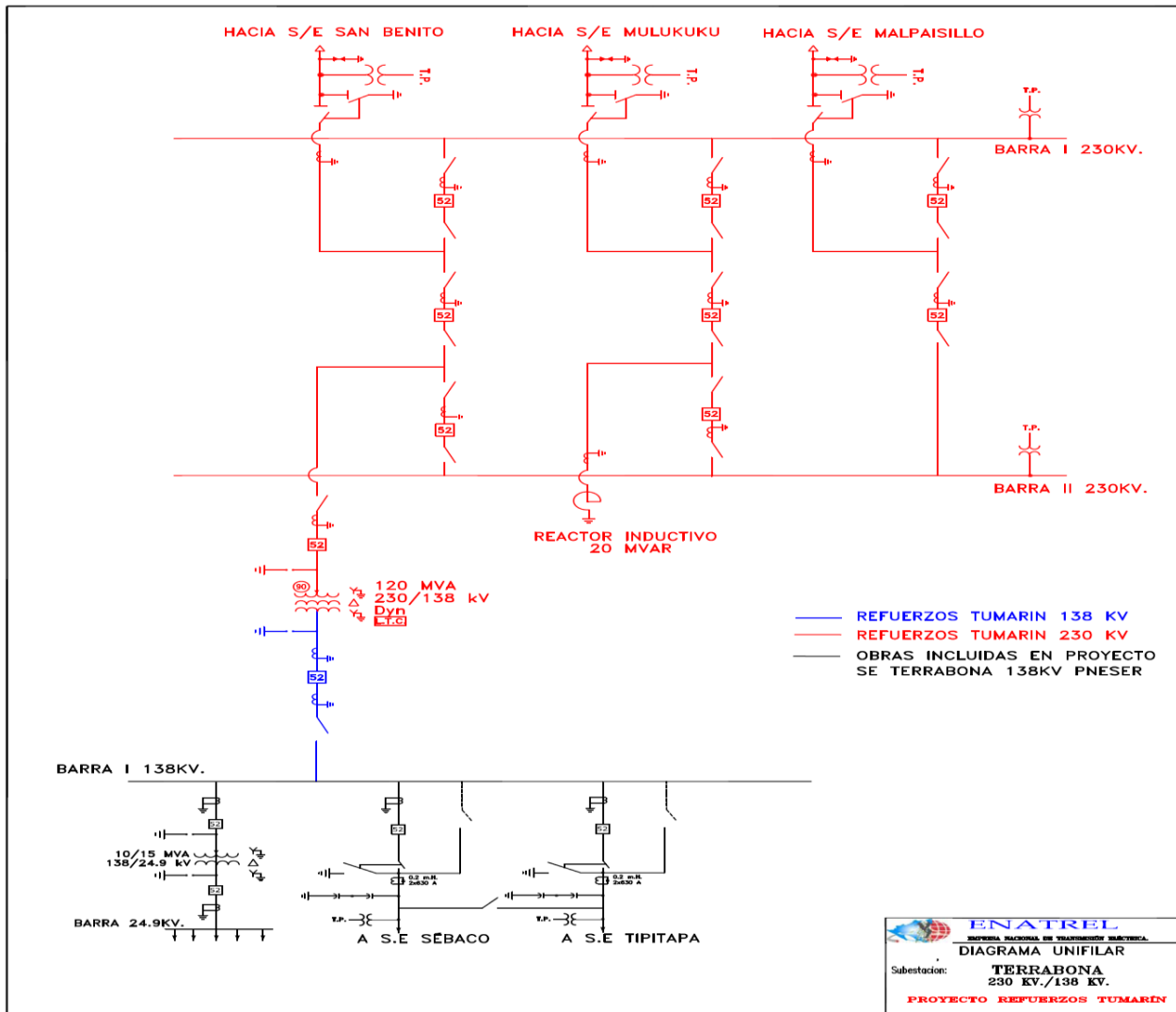
Fuente: UGA – ENATREL/Multiconsult y Cía. Ltda.

4.7.2.3. Componentes Sub Estación Terrabona.

El proyecto consiste en el suministro e instalación de 3 bahías de líneas en configuración de interruptor y medio, suministro y Montaje de 1 autotransformador 230/138 kV, de 120 MVA, una bahía de transformación 230/138 (lado de 138kV), suministro y Montaje de 1 reactor inductivo de 20MAVR, equipos de comunicaciones, protección y control.

Como se mencionó anteriormente el Proyecto Subestación Terrabona y obras conexas no se ha construido, por lo que las obras de ampliación serán consideradas en los diseños del Proyecto Subestación Terrabona y obras conexas

Figura 4.14. Ampliación Subestación Terrabona 230 kV/138 kV.



Fuente: Perfil del proyecto Refuerzos para la conexión del proyecto Hidroeléctrico Tumarín I etapa. ENATREL

Los suministros de las obras a construir presentan las siguientes características:

- Un (01) Auto transformador de 120 MVA, 230 KV, DNY.
- Un (01) Reactores inductivos 20 MVAR, 230 KV.
- Ocho (08) Interruptores tripolar, 245 KV, 1600 A, accionamiento mono-tripolar, mando eléctrico 125 Vcc.
- Un (1) Interruptor tripolar, 245 KV, 1600 A, accionamiento tripolar, mando eléctrico 125 Vcc.
- Diecisiete (17) Seccionadores 245 KV, 1600 A, sin cuchillas de puesta a tierra, mando eléctrico 125 Vcc.
- Tres (03) Seccionadores 245 KV, 1600 A, con cuchillas de puesta a tierra, mando eléctrico 125 Vcc.
- Doce (12) Transformadores de Corriente, 245 KV 1600-800/1-1-1-1 A.

- Quince (15) Transformadores de potencial Inductivo, 230000:√3 / 100: √3 - 100: √3-100: √3 Volts.
- Doce (12) Pararrayos unipolares tipo estación 200 KV
- Aisladores soportes 230 KV
- cajas de centralización (cofre de zonas) para la Bahía
- caja de centralización para Transformador de corriente
- cajas de centralización para Transformador de Potencial
- Un lote de estructuras metálicas para soporte de equipos y pórticos para dos bahías de líneas y barra en 230 kv
- Paneles de mando, control y Protección para las bahías de líneas de 230 KV. Con todos sus accesorios
- Un (1) Panel de Centralización de alarmas
- Conductor AAC 1024 para barras, bajantes y conexión entre equipos
- Cable de acero galvanizado para blindaje de la Subestación
- Un Banco de Baterías 125 VCC
- Un (01) lote de cables de control
- Equipos de comunicación
- Equipos y materiales misceláneos
- Un (01) Interruptor tripolar, 145 KV, 1600 A 31.5, accionamiento mono-tripolar, mando eléctrico 125 Vcc.
- un (01) Seccionador 145 KV, 1600 A, sin cuchillas de puesta a tierra, mando eléctrico 125 Vcc.
- Tres (03) Pararrayos unipolares tipo estación 120 KV

Figura 4.15.Terreno donde se construirá la SE Terrabona



Fuente: UGA – ENATREL

4.7.2.4. Componentes Sub Estación San Benito.

La Subestación San Benito está en proceso de construcción por lo que quedarán habilitadas las áreas para las obras de la ampliación indicadas en este proyecto. El proyecto consiste en el suministro e instalación de 2 bahías de línea en 230 kV, en configuración de interruptor y medio, un reactor Shunt de 20MVar.

Figura 4.16.Subestación San Benito en proceso de construcción



Fuente UGA – ENATREL

- Dos (02) Seccionador 245 KV, 1600 A, con cuchillas de puesta a tierra, mando eléctrico 125 Vcc.
- Seis (06) Transformadores de Corriente, 245 KV 1600-800/1-1-1-1 A.
- Seis (06) Transformadores de potencial Inductivo, 230000: $\sqrt{3}$ / 100: $\sqrt{3}$ - 100: $\sqrt{3}$ - 100: $\sqrt{3}$ Volts.
- Seis (06) Pararrayos unipolares tipo estación 200 KV
- Aisladores soportes 230 KV
- cajas de centralización (cofre de zonas) para la Bahía
- caja de centralización para Transformador de corriente
- cajas de centralización para Transformador de Potencial
- Un lote de estructuras metálicas para soporte de equipos y pórticos para dos bahías de líneas y barra en 230 kv
- Paneles de mando, control y Protección para las bahías de líneas de 230 KV. Con todos sus accesorios
- Un (1) Panel de Centralización de alarmas
- Conductor AAC 1024 para barras, bajantes y conexión entre equipos
- Cable de acero galvanizado para blindaje de la Subestación
- Un (01) lote de cables de control
- Un Banco de Baterías 125 VCC

4.7.3. Características de los diseños para Subestaciones

Los equipos para la instalación de alta tensión serán tipo intemperie, las barras de la subestación se soportarán en pórticos metálicos de acero galvanizado tipo celosía, compuestos por columnas y vigas. Las columnas se instalarán en fundaciones de concreto.

La construcción está diseñada para evitar efecto cascada como resultado de falla en aisladores. Los aspectos de mantenimiento y también la seguridad del personal están incluidos en el diseño de las barras.

También se tomó en cuenta conductores de gran capacidad, corriente de falla, requerimientos de aislamiento y contaminación, esfuerzo por campo eléctrico y efecto corona.

Las Barras y componentes están diseñadas para permitir futuras extensiones o reemplazos con un mínimo de reconstrucción de partes existentes.

La localización de equipos y partes vivas del equipo deberán permitir el acceso a cualquier parte de las barras y equipos, mientras permanezcan energizadas (distancias mínimas en servicio de acuerdo a IEC).

La altura de las partes vivas sobre el nivel del suelo, no debe ser inferior al estipulado en las normas.

Las distancias de fase a tierra y entre fases, deberán ser como mínimo para líneas de 230 KV de 3 mts.

4.7.3.1 Tensiones para los servicios

A continuación se indican las tensiones necesarias para los diferentes servicios de corriente alterna y continua. Deben ser consideradas variaciones de $\pm 5\%$ del valor nominal, debiendo funcionar perfectamente dentro de esos rangos todos los Equipos y dispositivos conectados a dichos servicios:

- a. Circuitos de Potencia
Sistema Trifásico 127/220 V, en estrella, 60 Hz con neutro puesto a tierra.
- b. Circuitos de Mando y Señalización
Para todos los Equipos 125 V, corriente continúa
- c. Circuitos de Protección
Para todos los Equipos 125 V, corriente continúa
- d. Circuitos de Medición
Circuitos voltimétricos 100:√ 3 voltios
Circuitos amperimétricos 1 ó 5 A, 60 Hz.

4.7.3.2 Protección de las Superficies

Todas las partes metálicas de los equipos serán pintadas en el taller o en la obra, salvo en los casos en que se requiera galvanizado en caliente. Los pórticos de la subestación, los accesorios de acero, los caballetes de apoyo del equipo de alta y media tensión que instalados al exterior, serán galvanizados en caliente antes de la expedición. La cantidad y calidad del galvanizado será conforme a las normas, pero no menor de 800 g/m².

En la superficie de acero inoxidable no se requiere pintura, asimismo en los materiales no ferrosos y en las partes que han de empotrarse en el concreto, sin embargo, estas últimas antes de colocarlas, deberán ser cuidadosamente limpiadas con cepillos metálicos.

4.7.3.3. Características Antisísmicas

En el diseño de todas las estructuras, equipos, maquinarias, obras civiles, serán consideradas con un factor de sismicidad de 0.4g.

Los equipos de alta, media y baja tensión serán conectados a las estructuras o fundaciones por medio de dispositivos elásticos capaces de amortiguar las oscilaciones originadas por sismos de intensidad anteriormente indicada y de garantizar la integridad y el seguro funcionamiento del equipo.

El Contratista someterá a la aprobación del Ingeniero Supervisor los reportes de pruebas, planos, cálculos y documentación técnica apta para demostrar que los equipos propuestos, los métodos y los dispositivos de conexión a los soportes cumplen con las prescripciones detalladas.

4.7.3.4. Puesta a tierra

Todas las estructuras llevan al menos una conexión a tierra permanente, y el valor máximo de ésta es tal que posibilita la operación normal de las protecciones.

4.7.4. Banco de Baterías

Las baterías serán estacionarias, de Plomo-Acido, del tipo abierto. Se conectarán para formar un banco de 125 Vcc.

4.7.4.1 Generalidades

Las baterías de corriente continua son diseñadas para larga duración (10 años mínimos), mantenimiento reducido, para operar en un recinto cerrado y trabajar en carga flotante y a fondo conjuntamente con el Cargador Rectificador respectivo. Están formadas por una serie de celdas, montadas al interior de recipientes de material plástico transparente, conteniendo electrolito y placas, cerrados arriba por tapas de ebonita, provistos de respiradero filtrante para nieblas ácidas. El tipo y la forma de las placas permiten la máxima utilización de la materia aún durante las descargas lentas, evitando deformaciones en el caso de descarga rápidas.

Las celdas estarán protegidas contra el polvo y la suciedad, estarán previstas contra la evaporación del electrolito. El aislamiento entre las placas se realizará con diafragmas porosos resistentes al ácido.

Los acumuladores estarán instalados en bastidores con riel aislante de Polietileno a prueba de sismos y pintados de color gris con pintura resistente al ácido. O podrán suministrar soportes, los cuales serán contruidos con perfiles conformados de chapa de acero doble capa de espesor mínimo 2.5 mm, formando una estructura rígida sobre base aislada, segura y capaz de soportar movimientos telúricos (antisísmica). Estos soportes serán galvanizados por inmersión en caliente, según ASTM A 123 y ASTM A153. El estante permitirá la instalación de los elementos en doble fila, un solo escalón, tres niveles.

Los conectores entre celdas tendrán una adecuada capacidad de corriente y estar ajustados con pernos y tuercas. Los bornes inicial y final serán protegidos con cubiertas de Polietileno de color Rojo (+) y Verde (-).

Las baterías contarán con indicador de nivel máximo y mínimo del electrolito. Las condiciones de temperatura de trabajo serán:

- Temperatura mínima 16 °C
- Temperatura media anual 25 °C
- Temperatura máxima 40 °C

V. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

Para el desarrollo del Proyecto se analizaron dos alternativas: Alternativa A1, y Alternativa A2. Ambas guardan una gran similitud y se diferencian únicamente por pequeñas variaciones en el trazado, en los Tramos San Benito – Terrabona y en el tramo San Benito – Teustepe. Aunque las rutas, en lo general se mantienen, estas variaciones se consideran muy importantes para eliminar posibles obstáculos para las etapas de construcción y operación del Proyecto.

Alternativa A1

Se tomó como Alternativa 1(A1) la ruta preliminar diseñada por ENATREL la cual define dos tramos de Línea de Transmisión: ruta de Línea de Transmisión Subestación San Benito – Subestación Terrabona y la ruta de Línea de Transmisión San Benito – Mulukukú.

La primera ruta de Línea de Transmisión San Benito – Terrabona, inicia en la Subestación San Benito discurre por el derecho de vía de la Carretera Panamericana pasando por el poblado de El Empalme San Benito, Las Maderas, luego atraviesa por terrenos privados en el territorio de Ciudad Darío, Terrabona para concluir en el terreno donde se construirá la Subestación de Terrabona en las márgenes del municipio de Terrabona.

La segunda ruta de la Alternativa 1 de la de Línea de Transmisión San Benito - Boaco - Mulukukú, la línea parte de la Subestación San Benito luego discurre por terrenos privados de los municipios de Tipitapa, Teustepe, Santa Lucía, hace una intersección en la Subestación Boaco, continua por terrenos privados de los municipios de Boaco, Muy Muy, Matiguás, Río Blanco, Paiwas, para finalizar en la SE de Mulukukú en el municipio del mismo nombre.

5.1. Justificación del trazado de la Ruta Seleccionada de la Línea de Transmisión

De acuerdo con los resultados de la visita de campo que realizó el equipo consultor, el posterior análisis cartográfico, la Alternativa A1 (Línea roja,) presenta obstáculos que pudiesen limitar la construcción de la Línea de Transmisión, estos son los siguientes (Ver Anexo 2 Mapa de Análisis de Alternativas):

1. En el Tramo 1, Subestación San Benito - Terrabona, en el sector del empalme San Benito, el principal obstáculo es la presencia de bloques compactos de viviendas, e infraestructura para los negocios y demás actividad comercial que se realiza a la par, y en ocasiones dentro, del derecho de vía. Las actividades cotidianas de parqueo de vehículos de carga y transporte público, el descargue y exhibición de mercadería son actividades adicionales que se verían afectadas durante la etapa de construcción del Proyecto.

Figura 5.1 Actividad comercial junto al derecho de vía. Comarca Empalme San Benito, frente a gasolinera



Fuente: Multiconsult y Cía. Ltda.

Figura 5.2 Pared lateral oriental del Colegio San Jacinto. Junto al derecho de vía. Comarca Los Novios



Fuente: Multiconsult y Cía. Ltda

2. En el Tramo 1, Subestación San Benito – Terrabona, en el sector de la laguna Tecomapa, el PI 36 está diseñado sobre un área con alta vulnerabilidad a las inundaciones, ya que esta laguna se forma con la acumulación de agua en invierno, la línea quedaría expuesta.

Figura 5.3 El punto PI 36 de la Línea de Transmisión, se mueve de la parte baja, hacia la parte más alta, para evitar el área inundable de la laguna Tecomapa. Municipio Ciudad Darío.



Fuente Multiconsult y Cía Ltda.

3. En el Tramo 2, Subestación San Benito – Subestación Boaco, en el sector del antiguo Ingenio Timal, cerca del PI conocido como “Cuadrantes”, existe una empresa arrocera que utiliza sistema de riego de pivote central, lo que no hace posible la instalación de torres en el área, desde el PI 56, hasta el PI 52.
4. En el mismo Tramo 2, en las cercanías de la presa Las Canoas, la línea de transmisión tiene la limitante que se aleja demasiado de la carretera principal (San Benito – Boaco); debido a la falta de caminos, esto dificultaría los procesos de construcción y mantenimiento de la misma, lo que conllevaría a tener que abrir caminos de acceso en el área. Igualmente, en el mismo sector la línea atraviesa áreas con mayor vegetación, en comparación con las áreas más cercanas a la carretera.

Por estas razones, se propone una nueva alternativa a la ruta de la línea de transmisión.

Alternativa A2

Tomando como base el trazado original de la línea de transmisión la segunda alternativa incluye los cambios descritos más adelante en algunos sitios específicos y/o segmentos del trazado original. Esta segunda Alternativa A2 (Línea azul en el mapa del Anexo 2), fue concertada con el equipo técnico de ENATREL, esta Alternativa 2 contiene los siguientes cambios:

1. En el Tramo 1, en el sector del empalme San Benito, antes de llegar a dicho poblado, la línea abandona el derecho de vía y rodea los poblados de Empalme San Benito y Los Novios, pasando a la par de un asentamiento espontáneo conocido como “Anexo Los Novios”. Con este cambio no se afectará la actividad comercial y domiciliar de los habitantes del empalme de San Benito, que están a la par o dentro del derecho de vía en el sector.

Figura 5.4 Punto por donde la Línea de Transmisión (Alternativa 2) bordea el pequeño asentamiento conocido como “Anexo Los Novios”. Comarca Los Novios.



Fuente: Multiconsult y Cía. Ltda.

2. En el Tramo 1, en el sector de la Laguna de Tecomapa, la torre del PI 36 vulnerable ante las inundaciones se mueve hacia el sureste del mismo punto para evitar la vulnerabilidad mencionada.
3. En el Tramo 2, en el sector de los terrenos del antiguo Ingenio Timal, el trazado se reorienta hacia el sitio conocido como El Chorizo, para evitar las instalaciones de riego mencionadas.
4. En el Tramo 2, en el sector de la comunidad Las Banderas, la línea se acerca un poco más a la Subestación Las Banderas y a la Línea de Transmisión existente.
5. En el Tramo 2, en el sector de la presa Las Canoas, la línea de transmisión se acerca más a la línea de transmisión existente y al tramo carretero, para facilitar las labores de construcción y mantenimiento de la misma; igualmente para aprovechar las áreas abiertas y no afectar la vegetación en los puntos más alejados de la carretera.

En los demás puntos de la Alternativa 1 no se consideró necesario realizar cambio o modificaciones al trazado original. Debido a que los principales obstáculos sobre la línea se anulan con el cambio propuesto, se recomienda la Alternativa 2 como ruta definitiva de la línea de transmisión. Ver Anexo 2, Mapa de Análisis de Alternativas.

Es importante resaltar que el trazado seleccionado de la línea de transmisión en sus cuatro segmentos, pasa principalmente por sectores despoblados lo cual disminuye los efectos por aceptación y percepción negativa del proyecto por parte de la población e instituciones locales.

En términos generales, el trazado de la Línea de Transmisión se aleja de zonas de expansión urbana, tomando en cuenta las recomendaciones vertidas por el Plan de Ordenamiento Territorial del municipio de Boaco, principalmente en el caso del casco urbano y la zona urbanizable del

municipio, cuya expansión no se verá afectada, disminuyendo así también el impacto por cambio de uso de suelo.

Desde el punto de vista sísmico el análisis de alternativas indica que cualquiera de los trazados propuestos se localizan dentro del mismo grado de amenaza sísmica; por tanto la valoración ante estos fenómenos es semejante.

El efecto visual de las obras, en las áreas urbanas o de expansión urbana (San Benito, Los Novios, Las Maderas, Empalme de Boaco, Barrios periurbanos de Boaco), será mínimo debido a que estas áreas, por su nivel de desarrollo ya incluyen en su campo visual numerosas edificaciones, como líneas de transmisión, torres de comunicación, tanques de agua, etc. En las áreas de poblados rurales dispersos, su ubicación en zonas de bordes de laderas y depresiones y la distancia prudencial a las vías de comunicación, en la mayor parte de su extensión, resulta en un efecto visual menor.

Finalmente la escogencia de la alternativa 2 antes descrita, la cual es en general una versión modificada de la Alternativa 1, su fundamento de escogencia se cimentó en los criterios técnicos desarrollados en la tabla 5.1. A continuación se presenta un análisis de evaluación de sitio donde se valoran diversos criterios vinculados a las alternativas en discusión. Donde la alternativa 2 de acuerdo a la ponderación de la matrix empleada registra el mayor puntaje, por lo que hace de esta la alternativa viable para el trazado de la línea de transmisión.

Tabla 5.1: Matriz de Evaluación de Alternativas

Criterio de localización	Trazado de la línea	
	AlternativaA1	AlternativaA2
Accesos	2	3
Topografía	2	3
Sismicidad	2	2
Áreas de inundaciones	2	4
Áreas de inestabilidad	2	2
Impactos negativos sobre infraestructura social	1	3
Afectaciones a las actividades socioeconómicas	1	3
Costo de operación y mantenimiento	2	3
TOTAL	14	23

Nota: Grado: 1 - Malo; 2-Regular; 3 – Bueno; 4- Excelente

Por lo que el trazado de la línea de transmisión de la Alternativa 2 se describe a continuación:

1. La primera ruta de Línea de Transmisión San Benito – Terrabona, inicia en la Subestación San Benito discurre por el derecho de vía de la Carretera Panamericana pasando por el poblado de El Empalme San Benito en este sector y antes de llegar a dicho poblado, la línea abandona el derecho de vía y rodea los poblados de Empalme San Benito y Los Novios, pasando a la par de un asentamiento espontáneo conocido como “Anexo Los

Novios”, Las Maderas, luego atraviesa por terrenos privados en el territorio de Ciudad Darío. En el sector de en el sector de la Laguna de Tecomapa, la torre del PI 36 vulnerable ante las inundaciones se mueve hacia el sureste del mismo punto para evitar la vulnerabilidad mencionada, luego la línea discurre por terrenos privados del municipio de Terrabona para concluir en el sitio donde se construirá la Subestación de Terrabona en las márgenes del municipio de Terrabona.

2. La segunda ruta de la Alternativa 2 de la de Línea de Transmisión San Benito - Boaco - Mulukukú, la línea parte de la Subestación San Benito luego discurre por terrenos privados de los municipios de Tipitapa, en el sector de los terrenos del antiguo Ingenio Timal, el trazado se reorienta hacia el sitio conocido como El Chorizo, para evitar las áreas de riego que no permiten el paso de la línea de transmisión, la línea discurre hacia la comunidad Las Banderas en este sector, la línea se acerca un poco más a la Subestación Las Banderas y a la Línea de Transmisión existente, continuando por terrenos privados de los municipios de Teustepe, y en el sector de la presa Las Canoas, la línea de transmisión se acerca más a la línea de transmisión existente y al tramo de carretera. La línea cocontinúa por terrenos privados de Santa Lucía, donde hace una intersección en la Subestación Boaco, la línea continúa por terrenos privados de los municipios de Boaco, Muy Muy, Matiguás, Río Blanco, Paiwas, para finalizar en la subestación de Mulukukú, en el municipio del mismo nombre, en los tramos 3 y 4, conforme el trazado original propuesto.

VI. ETAPAS DEL PROYECTO

6.1 Etapa de construcción / instalación de la línea y las ampliaciones de las cuatro subestaciones.

Para la construcción de la línea de transmisión, se llevarán a cabo las siguientes actividades:

- Replanteo topográfico.
- Gestión de permisos de los propietarios para la construcción de accesos, ubicación de las estructuras de soporte y el tendido de los conductores.
- Construcción de caminos de acceso a las estructuras de soporte.
- Excavaciones y vaciado de concreto para cimentaciones.
- Acopio del material de las estructuras de soporte.
- Montaje e izado de las estructuras de soporte.
- Acopio de materiales para el tendido de los conductores.
- Tendido, regulado y engrapado de conductores.
- Prueba del sistema de puesta a tierra.
- Relleno y compactación.
- Eliminación de residuos, material excedente y reparación de daños.
- Inspección de la línea de transmisión.

Posteriormente, la fase de Montaje Electromecánico, la cual consta de los siguientes procesos constructivos de la Obra Electromecánica:

- Montaje de pórticos y soportes de equipos
- Instalación de sistemas de barras y conexiones
- Instalación del sistema de puesta a tierra superficial
- Instalación de los equipos del Patio de Llaves
- Cableado, conexión del Patio de Llaves y Sala de Control
- Instalación de Tableros de Protección, Control y Medición
- Instalación de Tableros de Servicios Auxiliares
- Instalación de Banco de Baterías
- Instalación de Rectificador – Cargador
- Instalación del Sistema de Telecomunicaciones
- Señalización en general
- Revisión Final
- Pruebas y Puesta en Servicio
- Operación Experimental
- Operación definitiva de las instalaciones

Desarrollo de obras constructivas en las subestaciones

- Desarrollo de obras civiles en las bahías de transformadores
- Instalación de equipos

Puesta en marcha

- a) Presentar plano general de las instalaciones a ser construidas.

El proyecto se ejecutará bajo la modalidad de llave en mano, una vez que ENATREL apruebe los diseños del proyecto a la empresa contratista, se compromete a presentar al MARENA, los planos definitivos de las características de las torres, cableado y bahías, así como otros detalles constructivos necesarios para ejecución del proyecto. Como también las especificaciones tanto técnicas como físicas (dimensionamiento de equipos), por lo que en la Resolución de Aprobación para este proyecto debe quedar establecido este compromiso. Ver anexo 10.

- b) **Describir las obras asociadas al proyecto, por ejemplo: mejoramiento o rehabilitación de caminos existentes, tratamiento de cauces, servicios básicos y cualquier otra instalación tanto permanente como temporal a construirse.**

Durante la etapa constructiva, para acceder a la ubicación de las estructuras de soporte de la línea de transmisión, será necesario construir y/o rehabilitar caminos rurales para el transporte de equipos y materiales que se utilizarán en la construcción de la línea, así como para realizar las actividades de mantenimiento durante su etapa operativa. Cuando no sea factible, se construirán caminos de acceso peatonal.

Se aprovecharán los accesos existentes (carreteras, caminos, trochas, etc.), ensanchándolos y mejorando su resistencia, si ello fuera necesario, para el paso de las maquinarias. En caso que los accesos sean de carácter temporal, al finalizar la construcción de las obras, el Contratista restaurará las condiciones naturales que estas zonas mostraban antes de ser intervenidas. A continuación se presentan imágenes representativas de las áreas de emplazamiento del proyecto

Figura 5.4 Tramo del camino Boaco – San Juan No. 1.
Municipio Boaco



Fuente: Multiconsult y Cía. Ltda

Figura 5.5 Camino de acceso a la comarca San José del Portón
Municipio Boaco



Fuente: Multiconsult y Cía. Ltda

Figura 5.6 Camino entre Las Maderas y las Mesas de Acicaya
Municipio Tipitapa



Fuente: Multiconsult y Cía. Ltda

Figura 5.7 Camino Puertas Viejas – Las Pencas Esquipulas
(Estaba terminando de adoquinarse al momento de la visita de sitio)
Municipio Ciudad Darío



Fuente: Multiconsult y Cía. Ltda

Figura 5.8 Camino Las Pilas – Terrabona, frente a la comarca Santa Rosa
Municipio Terrabona
La LT, en este tramo va paralela a menos de 200 metros.



Fuente: Multiconsult y Cía. Ltda

Figura 5.9 Camino de acceso San Agustín – Las Lomas - Sonzapote
Comarca Sonzapote, Ciudad Darío.

La línea de transmisión cruza este camino en el punto:



Fuente: Multiconsult y Cía. Ltda

Figura 5.10 Camino de acceso Tecomapa – Las Pilas - Terrabona
Comarca Las Pilas, Terrabona. En linderos de comunidad El Pedregal

La línea de transmisión cruza este camino en el punto:



Fuente: Multiconsult y Cía. Ltda

c) Describir los diferentes componentes del proyecto y obras asociadas al mismo: infraestructura, instalaciones permanentes y temporales, edificaciones, etc.

La descripción de los componentes del proyecto y sus características son descritas en el capítulo 4.1 componentes del proyecto en el capítulo de Descripción General del Proyecto.

- **Subestaciones**

Todas las subestaciones vinculadas al proyecto incluyen los siguientes componentes estructurales.

1. Edificios de Control

Este componente se construirá de mampostería confinada con columnas reforzadas con zapatas aisladas. Las paredes serán repelladas en fino y protegidas con pintura tanto para exteriores como interiores. Las zapatas aisladas serán a su vez reforzadas con vigas antisísmicas, con lo cual se garantiza una excelente estabilidad del edificio.

El techo será a un agua, de zinc con estructura metálica. Se construirá un cielo falso de celosía, se construirán ventanas de tal manera que se garantice tanto la luminosidad como la aeración natural del ambiente interno.

Las puertas serán de madera y las ventanas de paleta de vidrio. El piso será ladrillos decorados colocados sobre un cascote de concreto. Por lo general, las pinturas de estos edificios en las subestaciones de ENETREL son de color amarillo hueso con motivos en azul, a como se puede apreciar en las fotos de abajo.

En el Anexo 10 se presenta la ubicación espacial del edificio de control y las respectivas medidas.

2. Caseta de control (vigilancia)

Estas están construidas, con excepción de la Subestación Terrabona, de mampostería confinada con ventanas laterales, con techo de zinc a dos aguas, de piso cerámico, con cielo falso. Las puertas serán de madera, las ventanas de vidrio con marco de aluminio. Las paredes serán acabadas con fino y pintura base y del mismo color del edificio de control.

3. Malla perimetral

La malla perimetral es un elemento importantísimo dado que es el elemento que dividirá el medio natural de la subestación. Sirve para evitar que personas ajenas y/o animales ingresen a la subestación y puedan sufrir daños severos. En esta malla perimetral se colocaran los rótulos preventivos necesarios para avisar a las personas del peligro existente dentro de la subestación.

Esta malla perimetral será de malla ciclón con armadura de tubos y con cimentación de piedras canteras o bloques.

4. Sistema de iluminación interna

Este sistema es el sistema de iluminación perimetral e interno de la subestación, y el cual está conformado por postes de metal con un sistema de iluminación de bombillos de metalarc o de sodio, con una alimentación con acometida de cable de aluminio No. 4 en 220 voltios.

5. Bahías con todos los elementos estructurales como eléctricos que conforman la subestación.

Estos son los elementos más importantes de las subestación, dado que en ellos se colocarán todos los transformadores, aisladores, cables energizados, transformadores, etc. Serán construidos de elementos metálicos o celosía. Tendrán un sistema de polo a tierra. Las bases serán zapatas aisladas construidas de concreto reforzado. El piso será de tierra con una capa de material granular tipo arena gruesa, grava o piroclastos. La ubicación de estas bahías se presenta en el Anexo 10.

6. Accesos internos y parqueo

Se construirá un pequeño parqueo para dar cabida al menos a 5 vehículos. Tanto el acceso interno como el parqueo serán revestidos de adoquín o cemento, cuyas especificaciones serán de 3000 psi como mínimo.

7. Otros elementos menores.

Entre otros elementos se puede mencionar, el sistema de captación de aceites necesario para contener cualquier derrame accidental durante las actividades de mantenimiento de los transformadores y el sistema de tratamiento de aguas residuales, cuyas características se presentan en el Anexo 10.

El diseño final de la fosa séptica para el manejo de las aguas servidas será responsabilidad de la empresa contratista, no obstante, este EIA presenta el diseño típico del sistema de tratamiento individual a considerarse, constituido por una fosa séptica y un pozo de absorción para la disposición final del efluente ver anexo 10. El diseño final una vez aprobado por ENATREL será remitido a MARENA.

Los Transformadores de Potencia que ENATREL instala en las Subestaciones Eléctricas contienen, tanto en el interior de la cuba o carcasa como en los radiadores y tanque de conservación, aceite dieléctrico en cantidades que dependen del tamaño de las partes mencionadas.

De darse un derrame de aceite por daños del equipo, accidentes u otros, ENATREL provee, a cada fundación de Transformador de Potencia instalado en cada Subestación, un sistema técnicamente seguro para la captación, traslado y confinamiento de los probables derrames de aceite, de manera que no haya consecuencias lamentables para el medio ambiente, ni para la salud de la población vecinal a sus instalaciones.

La captación se logra proveyendo a las Fundaciones de los Transformadores con una Pila o Fosa, cuyo piso o fondo tiene una inclinación que dirige el flujo de los líquidos captados hacia un tubo

o canal ubicado en un extremo, el cual conecta a dicha pila y transporta los líquidos hasta otro dispositivo llamado Tanque de Separación de Aceite.

El Tanque de separación es un recipiente con dos cámaras separadas por una Pantalla o Muro y conectadas a través de un hueco en el extremo inferior de dicho Muro; dichas cámaras permanecen totalmente llenas de agua hasta la altura del nivel inferior del tubo que permite el drenaje de las aguas separadas.

La primera cámara recibe los líquidos captados. Sus dimensiones son establecidas para darle una capacidad de volumen para captar el 100% del Aceite del Transformador más un volumen extra que garantiza que de darse el derrame total, el aceite no alcance la profundidad del hueco y no fluya hasta la segunda cámara en donde se encuentra un tubo cuya finalidad es permitir el drenaje del agua separada, libre de aceite.

Al llegar el Aceite al Tanque Separador, por encontrarlo lleno de agua y por ser éste de menor densidad, permanece flotando y crea con su peso el desalojo de una cantidad de agua equivalente al volumen de aceite ingresado. De esta manera, la línea de separación entre los dos líquidos desciende a medida que más aceite ingresa, pero su descenso es limitado hasta los 20 cm antes del nivel del hueco, el cual corresponde al del total del aceite del Transformador. El proceso finaliza con el aceite confinado en el Tanque y el agua desalojada evacuada hacia las obras de drenaje pluvial.

La capacidad de las obras cuenta con suficiente margen de seguridad para captar, conducir y confinar el aceite y no contaminar el medio ambiente, ni afectar la salud de pobladores vecinos en el caso de un eventual derrame. Cabe señalar que los transformadores son equipos muy herméticos y seguros, cuando se dan estas fugas es por desperfecto del equipo o accidentes. En ENATREL no se ha registrado eventos de tal magnitud que implique el vaciado total de tanque, lo poco usual son fugas por las condiciones antes mencionadas, no obstante de ocurrir esta situación se procede inmediatamente a su reparación, ya que el transformador deja de operar. Como medidas preventivas para que los equipos operen correctamente, ENATREL aplica el mantenimiento periódico a los equipos para un funcionamiento óptimo.

En el Anexo 10 se incluye el plano con el diseño típico de las fundaciones del Transformador, del Tanque de separación de aceite. Este proyecto se construirá bajo la modalidad de “**llave en mano**”, por lo tanto una vez adjudicada la empresa contratista, ésta elabora los planos finales de dichas obras las que serán aprobadas por ENATREL, por lo cual ENATREL se compromete a enviar a MARENA, previo a la construcción del proyecto, la información técnica de diseño de las obras mencionadas.

- **Línea de Trasmisión**

Las características de la Línea de transmisión esta especificada en el capítulo 4.1 de la Descripción General del proyecto.

- d) **Indicar si estas obras civiles requerirán desmontes, cortes y rellenos, nivelaciones, modificación de patrones de drenaje u otros.**

Las acciones del proyecto en lo concerniente con la cimentación de las estructuras de apoyos y la limpieza del área del trazado de la línea de transmisión conducirá a él desbroce de vegetación a lo largo de la faja de servidumbre, este será el trabajo inicial de instalación de las torres que implicará pérdidas de cubierta vegetal en el área de la franja de servidumbre, debido a las excavaciones para colocar las torres y puesta a tierra.

Es la eliminación de toda la vegetación cuya presencia constituya un riesgo para la construcción de la LT o su crecimiento disminuya la distancia de seguridad de los conductores inferiores al suelo.

Para evitar las interrupciones del servicio y los posibles incendios producidos por el contacto de ramas o troncos de árboles con los conductores de una línea eléctrica, deberá establecerse una zona de corte de proyección de árboles en ambos lados de la línea cuyo ancho será menor o igual a 15 metros, ancho que garantizaría que los conductores en su posición de máxima desviación bajo la acción del viento no produzcan los inconvenientes antes indicados.

De igual manera, la norma recomienda que deberán ser cortados todos aquellos árboles que constituyan un peligro inminente para la conservación de la línea, entendiéndose como tales los que, por inclinación, caída fortuita o provocada puedan alcanzar los conductores, por lo que se talarán los árboles ubicados dentro de la franja de servidumbre y todos los árboles que estén fuera de la misma, cuya proyección al caer hacia la línea, puedan alcanzar los conductores.

La distancia mínima que debe existir en las condiciones más desfavorables entre los conductores de la línea y la vegetación que se encuentren bajo ella será mayor a 4 metros, por lo que la vegetación bajo una línea no crecerá más de los 3 m.

En las zonas de cultivos bajos como pastos, granos básicos etc. y en tramos donde la distancia vertical entre el conductor más bajo y el suelo lo permita, no se efectuará ningún trabajo de desbroce.

En las zonas de frutales y otros árboles valiosos que por su altura no pongan en peligro la seguridad de la línea, el desbroce se realizará solamente de aquellos obligadamente necesarios,

Así mismo se realizarán cortes, excavaciones y nivelaciones del perfil natural del terreno donde se instalen las estructuras de apoyo, para obtener el nivel de plataforma adecuado. Se afectarán los patrones de drenaje y la topografía del terreno, ésta será modificada de manera puntual y mínima, exactamente en la ubicación de las torres de apoyo. Para todos estos impactos ambientales se han definidos medidas de mitigación ambiental en el presente estudio ambiental.

Una vez concluidas las actividades constructivas, el área intervenida quedará en condiciones similares a las encontradas antes de que se inicien las labores. Para este fin, el material granular procedente de la excavación de cimentaciones, será utilizado como relleno para reconfigurar la topografía natural de las superficies intervenidas. Esta actividad también incluye la compactación de dichas superficies, a fin de que recuperen su estabilidad natural.

- e) **Mencionar la maquinaria y equipos que se utilizarán tanto en la etapa de preparación como de construcción, describir sus características.**

Obras civiles

- Camión volquete

- Compresora
- Perforadoras neumáticas
- Mezcladora
- Vibrador gasolinero
- Compactadora de columna
- Cizalla hidráulica
- Winche de izaje gasolinero
- Camión cisterna
- Cisterna de agua
- Motobomba de 2”

Montaje de las estructuras de apoyo

- Camión plataforma
- Camión plataforma con grúa
- Empalmadora hidráulica
- Pluma de izaje
- Winche de izaje gasolinero
- Winche para tendido
- Freno para tendido
- Porta bobina hidráulica
- Equipo de tracción (Tirfor)
- Tecles de cadenas (Rachet)
- Cable de cordinación

- f) **Especificar insumos, tipo, volumen, fuente y forma de traslado. En caso de que se utilicen recursos de la zona como bancos de materiales, maderas u otros, indicar cantidad y sitios de extracción.**

En el desarrollo del proyecto no se utilizarán banco de materiales. Todos los materiales a utilizar en la construcción (áridos, cemento, hierro, entre otros), serán trasladados desde Managua hacia los diferentes sitios de emplazamiento del proyecto, vía terrestre. Las cantidades de insumos y materiales serán especificados por la Gerencia de Ingeniería y Proyectos. .

Los materiales que se utilizarán para la construcción de los diferentes componentes del proyecto son los siguientes:

- Para la construcción de fundaciones se utilizará cemento Portland (CEMEX o HOLCIM).
- Grava de ½” y ¾”.
- Arena.
- Acero de refuerzo tipo Standard, de 1”, 7/8”, ¾” y ½” de diámetro.
- Agua
- Formaletas metálicas.
- Alambre de amarre.
- Clavos.
- Ladrillos, bloques, pintura

- Carretillas, zarandas, herramientas menores.

Los volúmenes y cantidades a utilizar en cada rubro serán presentados cuando concluya la fase de diseño y se aprueben los mismos por el departamento de Ingeniería y Proyectos de ENATREL. El proyecto no ha planificado la explotación de bancos de préstamo por lo que se proveerán de material de las canteras existentes en el área de influencia del proyecto, de empresas autorizadas por las autoridades competentes.

Tabla 6.1: Materiales para construcción línea de transmisión y ampliación de Subestaciones

MATERIAL	NORMA
Piezas de fundición de acero	ASTM A27, Grado 65-35 ó 70-36
Hierro fundido	ASTM A48, Clase 35
Perfiles y barras de acero ASTM A373	ASTM A373
Chapa de acero (para partes sometidas a esfuerzos medios)	ASTM A283, Grado B
Chapas de acero (para partes sometidas a esfuerzos severos)	ASTM A299, Calidad Caja de llama
Acero forjado para ejes, fustes, etc.	ASTM A668, Clase D
Acero forjado para engranajes	ASTM A272, Clase 1
Bridas de acero al carbono forjado (para presiones hasta 20 Kg/cm ²)	ASTM A181, Grado 1
Bridas de acero al carbono forjado (para presiones hasta 20 Kg/cm ²)	ASTM A105, Grado 1
Acero para pernos y tornillos	ASTM A307, Grado 1
Acero para tuercas	ASTM A143, Grado B
Bronce para cojinetes, casquillos, etc.	ASTM B22, Aleación B
Bronce para engranajes	ASTM B148, Aleación 8 B-Ht
Bronce para partes sometidas a esfuerzos severos	ASTM B150, Aleación 1
Bronce para pernos y pequeños accesorios C	ASTM B139, Aleación
Bronce en aleación con aluminio	ASTM B150, Aleación 2, ó DIN 17665
Metal Babbit para cojinetes	ASTM B23, Aleación Grado 4
Tubos de acero	ASTM A53, Grado A
Tubos de acero inoxidable sin costura	ASTM A269, Grado TP 303
Tubos de acero galvanizado ASTM A120	ASTM A120
Tubos de cobre ASTM B42	ASTM B42
Revestimiento electrolítico de cadmio en acero	ASTM A165
Revestimiento electrolítico de cromo en acero	ASTM A166, Tipo DS

Fuente: Enatrel

g) Programa de trabajo donde se incluya cronograma de cada una de las actividades a desarrollarse.

En la actualidad ENATREL dispone de una parte del financiamiento para la ejecución del proyecto por lo que ha planificado en esta etapa la ejecución de la línea de Transmisión Subestación San Benito Terrabona, y la Ampliación de las Subestaciones San Benito, Terrabona, Boaco, El Cronograma que se incorpora en el anexo 11, incluye las actividades para la ejecución total del proyecto en el período 2010- 2020.

h) Cantidad de mano de obra a utilizar para esta fase.

La construcción de la Línea de Transmisión Eléctrica, requerirá de personal técnico capacitado y con experiencia en este tipo de obras y además de personal no calificado para labores de apoyo, generando temporalmente empleo. El desarrollo de la obra requerirá 85 empleos en las obras civiles ligadas con las cimentaciones de las torres, otro tanto similar para el izado de las torres serán contratados para el montaje de las torres y aproximadamente 15 empleos para las labores administrativos. En relación con las actividades de desbroce y corte de la vegetación del área de servidumbre, se emplearán aproximadamente 180 hombres para la realización de estas tareas.

Para las obras de conexión de la línea de transmisión con las subestaciones se requerirán aproximadamente 20 empleos.

i) Descripción del manejo y disposición de desechos sólidos: identificación de fuentes, tipos de desechos, cantidad mensual estimada, tipo de tratamiento. Indicar el manejo y disposición final de los desechos (metal, cartón, alambres, aisladores, madera, entre otros).

Los residuos de la tala, desbroce y destronque serán apilados de tal forma que no causen desequilibrio en el área de trabajo hasta ser desalojados al sitio determinado para su disposición; en caso de que el propietario del terreno requiera los árboles talados para su posterior venta, éstos podrán ser entregados; de ninguna manera estos residuos pueden ser quemados.

Sera terminantemente prohibido la quema a cielo abierto para eliminación de desperdicios, llantas, cauchos, plásticos, de arbustos o maleza, en áreas desbrozadas, o de otros residuos. Se dispondrá en los diferentes frentes de obra de recipientes de recolección de desechos (Barriles con capacidad de 55 galones).

Los desechos generados deberán ser clasificados de acuerdo a sus características en tres tipos: Peligrosos y No Peligrosos reciclables, los inorgánicos serán valorizables y el resto será transportado hacia los sitios de disposición final de los municipios vinculados al proyecto

Para la recepción de algunos residuos inorgánicos y de manejo especial como las baterías ENATREL contratarán los servicios de la empresa autorizada y acopiadora como Hanter Metals, y otras empresas que cumplan con los requerimientos establecidos por MARENA para este fin.

Tabla 6.2. Estimación de Residuos a Generar en las fases de Construcción y Operación

Residuos	Características	Etapa	Volumen o Peso Estimado
Materiales de construcción	Acero estructural, tubos, cables, varillas de soldadura, etc.	Construcción, operación y cierre	Construcción 1 Ton/mes
			Operación 0.15 Ton/mes
Envases de metal	Envases de comida, grasa, pinturas, aceites, etc.	Construcción, operación	Construcción 15kg/mes
			Operación 6 kg/mes
Envases de vidrio	Envases de bebidas, recipientes.	Construcción, operación y cierre	Construcción 1.0 kg/día
			0.5 kg/día
Envases y material de plástico	Tapones de tubería, envases de comida, botellas PET (Tereftalato de Polietileno) y utensilios plásticos.	Construcción	3.5 kg/día
			Operación 1.2 kg/día
Residuos de madera	Generados en los embalajes de equipos	Construcción	3.5Ton/mes
Cemento no utilizado	Cemento mezclado usado para construcción de cimientos, bases o fundaciones en las obras de edificaciones.	Construcción,	Construcción 5Ton/mes
Envases Industriales de Plástico	Toldos, tubos de PVC, baldes de grasa, químicos, barriles, plástico impermeable, etc.	Construcción, operación	Construcción 45 kg/mes
			Operación 15 kg/mes
Elementos de Filtros	Materiales con contenidos de aceite.	Construcción, operación	Construcción 40 Kg/mes
			Operación 10 Kg/mes
Filtros de aceite e hidráulicos	Filtros provenientes de equipos de construcción, maquinarias, bombas u otros equipos mecánicos.	Construcción, operación	Construcción 28 kg/mes
			Operación: 6 kg/mes
Baterías usadas	Baterías de vehículos y generadores.	Construcción, operación	Construcción 35 kg/mes
			Operación: 15 kg/mes
Trapos o hilazas impregnados con hidrocarburos	Provenientes de los talleres de mantenimiento.	Construcción, operación y cierre	Construcción 35Kg/mes
			Operación: 35Kg/mes
Materiales orgánicos	Restos de Alimentos.	Construcción y Operación	Construcción: 18 kg/día
			Operación: 7 kg/día
Papel usado	Material de oficina, envolturas de comida, revistas, periódicos, etc.	Operación	1.0 kg/día
Repuestos eléctricos y mecánicos	Mantenimiento equipos electromecánicos.	Operación	20 Kg/mes
Maleza	Residuos del desbroce en el mantenimiento de áreas de servidumbre	Operación	5600 Ton/año

Fuente: Multiconsult y Cía. Ltda.

j) Identificar las fuentes generadoras y sus niveles de ruido continuo, intermitente y ocasional originados en la etapa de construcción.

Las perturbaciones o molestias inducidas por el ruido se derivarán del funcionamiento de la combustión interna de motores, el uso de retroexcavadoras y grúas telescópicas para el izado de las estructuras de apoyo. Estos equipos pueden generar ruido en una magnitud de 80 – 87 dB y el mismo será de carácter temporal.

k) Especificar las instalaciones de campamentos indicando el uso de instalaciones sanitarias y medidas ambientales del cierre del campamento.

El proyecto no contempla la construcción de campamentos, debido a la cercanía de centros poblados que permiten facilidad de desplazamiento diario de los trabajadores desde su vivienda o casa que rentará ENATREL en los pueblos vecinos, hasta el sitio de trabajo, por lo cual los trabajadores podrán movilizarse con rapidez y a distancias muy cortas.

Por otro lado, es importante destacar que los sitios de las subestaciones donde se conectará la línea se encuentran cerca de los centros poblados y de las carreteras de acceso lo cual facilitará la ubicación de los obreros que participarán en la construcción en albergues o casas particulares existentes a lo largo de la línea y sobre la carretera si el trabajador no es de la zona.

En la etapa de construcción en los frentes de trabajo en todas las etapas del proyecto se dispondrán letrinas portátiles a razón de 1 letrina por 25 trabajadores. En relación con la Etapa de Construcción y Cierre de la línea de transmisión de energía, tomando en cuenta que las obras se caracterizan por una alta movilidad. Se utilizarán letrinas móviles las cuales se adaptan a la alta movilidad en el avance de las obras. La figura siguiente describe las características de las letrinas a utilizar.

Figura 5.11: Ficha Técnica de Caseta y Letrinas

FICHA TECNICA CASETA

Estructura de acero compuesta de 4 elementos; dos laterales, uno trasero y un marco delantero con puerta integrada fabricada con angulares de 1 1/2 x 1 1/2 por 1 1/6 de espesor y tubos rectangulares de 1 x 1/2 chapa 20, pintados a dos manos con pintura roja anticorrosivo y ancladas a la base por medio de 4 pernos de 1/4 x 12", o 4 varillas de 3/8 x 25 cm. doblada en

Los elementos traseros y delantero van unidos a los laterales por medio de 12 pernos galvanizados de 1 1/2 x 1/4 con cabeza hexagonal (3 por cada esquina) el forro de las paredes puede estar compuesto de lámina de zinc calibre 28 estándar cortada a escuadra sin filos que puedan cortar al instalador o al usuario. Opcionalmente se puede ofrecer alternativas en las paredes con forro de plycem, lámina estructural color blanco, ó lámina

La fijación para los forros es de tornillo autorroscante galvanizado de 1/2 astrillado de modo que al afilarlo no se afloje. El techo de una sola pieza de lámina corrugada calibre 28 estándar de 1.05 mts. x 1.525 mts con un orificio de 1 1/2" en el extremo derecho para el acople del tubo de P.V.C



FICHA TECNICA DE LETRINAS H - 101

Este sistema de evacuación de excretos está construido en plástico reforzado (fibra de vidrio laminada con resina de poliéster) con piso de 81 cm de ancho y 101 cm de largo con base y banco integrado con orificio de 5.1 cm en el piso para acoplar tubo de ventilación, provista con canales de desagüe con pendiente hacia el exterior de la misma. Banco ovalado de 38 cm. de largo, 30 cm de ancho y 28 cm de alto; con tapa abatible que cierra herméticamente para impedir el acceso a vectores.

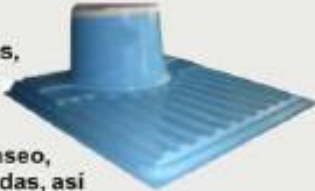
El modelo está provisto de refuerzos perimetrales e inferiores, diseñados de modo que presente máxima resistencia estructural con el menor peso, resistiendo una carga mínima al piso de 500

Además el modelo ofrece las mejores condiciones de limpieza y aseo, ya que el material permite fácil desinfección con soluciones coloradas, así como detergentes y desinfectantes en general. Brinda una excelente resistencia a la humedad, salinidad e intemperie, además de ofrecer ideales condiciones de transporte debido a su bajo peso, alta resistencia al impacto y facilidad de ampliabilidad.

Peso aproximado 6.2 Kg

El modelo H - 101 ofrece la versatilidad de acoplar en la parte superior un sistema de sifón de plástico reforzado que permite transformar la letrina de seca a húmeda cuando existan las condiciones de suministros de agua. También permite alternativamente la colección de un separador de orina

a m b o s



Fuente. Materiales de Construcción el Halcón. 2013.

l) Describir las medidas de seguridad para la etapa de construcción.

Generalidades

ENATREL posee un Reglamento de Seguridad e Higiene Laboral entre las cuales se destacan las siguientes medidas para el desarrollo del presente proyecto:

- El Contratista está en la obligación de dictar una charla de inducción diaria relacionada con seguridad e higiene industrial, a todo el personal contratado a fin de elevar el nivel de compromiso hacia el cumplimiento de las normas y procedimientos de seguridad.
- Los trabajadores deben contar con la ropa, equipo y cualquier otro medio de protección individual, que fuere necesario, para la ejecución de los trabajos en forma segura. El Contratista facilitará al trabajador la ropa y equipo individual de protección, además estará en la obligación de hacer que sus trabajadores usen en forma correcta dichos equipos e implementos de seguridad. No se permitirá iniciar sus labores en el frente de trabajo a aquellos trabajadores que no estén provistos del equipo de protección personal requerido.
- El Contratista deberá mantener una cantidad adecuada de equipos de protección personal en los almacenes dentro de sus instalaciones a fin de garantizar permanentemente la disponibilidad de dichos equipos.
- Prohibir la introducción, venta, uso y consumo de drogas alucinógenas y bebidas alcohólicas. Bajo ningún concepto se admitirá en los sitios de trabajo, a personas que den muestras de haber ingerido bebidas alcohólicas, drogas o sustancias psicotrópicas.
- Para la realización de trabajos al aire libre deberán tenerse en cuenta las posibles condiciones ambientales desfavorables, de forma que el trabajador quede protegido en todo momento. Los trabajos se prohibirán o suspenderán en caso de tormenta, lluvia, vientos fuertes o cualquier otra condición ambiental desfavorable que dificulte la visibilidad, o la manipulación de las herramientas.
- Se contará con el equipo y la preparación necesaria para combatir un conato de incendio en las instalaciones y obras que se realicen.
- Las paredes de las excavaciones deben tener el ángulo de reposo adecuado según el tipo de terreno.
- Donde sea requerido según el tipo de suelo, se deberán ademar las paredes de las excavaciones para evitar derrumbes.
- Los equipos de protección mínimos con que contarán los trabajadores incluyen:
 - Casco de seguridad
 - Botas de seguridad
 - Lentes de seguridad
 - Cinturón de seguridad (cinturón de sujeción y arneses anti caída)
 - Protectores auditivos
 - Chalecos reflexivos, entre otros

ENATREL por medio de la Oficina de Higiene y Seguridad supervisará que la empresa contratista cumpla con las disposiciones antes señaladas, para garantizar la seguridad y protección de la salud del personal que laborará en la construcción de las obras del proyecto.

- **Seguridad en Accesos y Salidas**

Toda las actividades de construcción de estructuras tendrán accesos y salidas para el movimiento tanto del personal como de equipos desde cualquier parte de ella y los cuales deberán de ser identificados en cada tramo a construir e indicados a cada trabajador por el Regente Ambiental de la empresa contratista. El área de actividad puntual (en cada poste) será cercada y señalizada para evitar que personas ajenas a las labores accedan involuntariamente al área de trabajo.

Asimismo, las zonas de riesgo (excavaciones, zanjas, etc.), durante la construcción de las diferentes obras en la Subestación serán señalizadas y cercadas (con cintas, mallas, entre otras) para evitar que los trabajadores sufran accidentes y para evitar también que los animales furtivos puedan caer en ellos y lastimarse.

- **Manejo de Maquinaria**

A fin de evitar situaciones de peligro o riesgo en las operaciones durante la construcción de la línea y subestación, el manejo de maquinaria, tal es el caso de camiones, grúas, cargadoras, etc., corresponderá a personal debidamente preparado y autorizado para el efecto.

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

- Informar a todos los trabajadores todo lo concerniente a la protección de la maquinaria, equipo y herramientas.
- Además deberán ser instruidos sobre los peligros que entraña la utilización de los equipos y las precauciones que deben tomar.
- Deberán, también, colocarse los dispositivos de protección para que puedan ser utilizados y los trabajadores estarán obligados a cuidar y observar lo establecido sobre los dispositivos de protección que tenga la maquinaria.

- **Mantenimiento de zonas de trabajo**

Las zonas de trabajo deberán mantenerse limpias y despejadas, debiéndose extraer periódicamente los desperdicios inflamables, madera, etc., provenientes de las diferentes actividades.

- **Inmovilización de maquinaria**

Cuando se requiera que una persona introduzca su cuerpo o parte de él en el interior de una máquina se verificará que la misma este completamente sin movimiento y sin funcionamiento.

- m) Enumerar todos los centros poblados que se ubican en el radio de los 500 metros, aquellos que están dentro de los planes de expansión urbanos y una valoración de aquellos que no habiendo plan maestro de desarrollo urbano pudieran acercarse a las estructuras de torres y líneas de alta tensión.**

Listado y descripción de los centros poblados se incorpora en el ítem 7.3 Estudio Socio-económico.

- n) Cuantificar la cantidad de hidrocarburo que manejará el proyecto para el llenado de la maquinaria y la forma de cómo van a manejar el combustible, la forma de disposición de los desechos peligrosos que pueden ser explosivos, inflamables.**

Para el desarrollo de los trabajos de cimentación y montaje no es necesario almacenar combustible. El combustible utilizado para el transporte de material por medio de los vehículos será abastecido en las estaciones de combustible disponibles en las ciudades o poblaciones vecinas (Tipitapa, San Benito Boaco, Matiguás, Río Blanco y Mulukukú).

Los cambios de aceite para el equipo motorizado se realizarán en talleres especializados y bajo ningún punto de vista, la empresa subcontratista podrá realizar este tipo de servicio en el área del proyecto, exceptuando el mantenimiento preventivo para los equipos pesados como grúas, tractores o camiones grandes de carga. En este caso, los residuos generados del mantenimiento y del manejo de los aceites filtros, envases de aceites y grasas usada, lanillas impregnadas serán almacenados temporalmente y posteriormente entregadas a SERTRASA, empresa que está certificada por el MARENA, para la disposición final de este tipo de residuos.

Los aceites usados, serán almacenados temporalmente en barriles metálicos herméticos. Se colocarán en un sitio especial, que cuente con el piso impermeabilizado para evitar que cualquier derrames de los aceites pueda contaminar el suelo³. De la misma manera se almacenarán temporalmente los filtros, grasas usadas y lanillas impregnadas de aceites. El aceite usado como los otros residuos será vendido a empresas especializadas y debidamente autorizadas por las autoridades, como SERTRASA, las que se encargan de la reutilización y manejo de este tipo de desechos sólidos peligrosos.

³Los aceites usados también serán almacenados temporalmente y posteriormente entregados a una empresa certificada en el manejo de este tipo de residuos.

6.2. Etapa de Operación y Mantenimiento

El gerenciamiento del proyecto en la etapa de operación y mantenimiento estará a cargo de ENATREL por medio de la Gerencia de Transmisión, la cual cuenta con cuadrillas especializadas para realizar los mantenimientos preventivos y correctivos y que forman parte de los planes de trabajo de la empresa.

6.2.1. Actividades de mantenimiento durante la etapa de operación

Las actividades de mantenimiento implican la realización de las siguientes actividades:

6.2.1.1 Mantenimiento de las Subestaciones Mulukukú, Boaco, San Benito, Terrabona y su línea de transmisión.

Objetivo

El objetivo fundamental de llevar a cabo la programación del mantenimiento de la maquinaria, equipos e infraestructura del proyecto es elevar los niveles de confiabilidad y disponibilidad de todos los equipos y elementos de las unidades realizando acciones preventivas y correctivas con mayor calidad y menor tiempo de ejecución.

Alcance

Los alcances de un mantenimiento preventivo programado son entre otros:

- Utilizar el tiempo promedio estadístico entre fallas.
- Incrementar la disponibilidad y confiabilidad de los equipos.
- Sustituir o reparar los equipos en base a un programa preestablecido para tal fin.
- Minimizar las acciones correctivas, ya que la vida de los equipos se prolonga y su rendimiento es mayor.

Este procedimiento se aplica a todas las instalaciones físicas, maquinaria y equipos. También abarca los edificios, instalaciones, sus estructuras de protección, lo mismo que los sistemas de tratamiento de residuos. Durante la vida útil del proyecto se debe ejecutar el Plan de Inspección y Mantenimiento, el cual incluirá los mantenimientos preventivos y correctivos.

Planificación del Mantenimiento Preventivo

Mantenimiento Preventivo

Es el conjunto de medidas que permiten minimizar las fallas de los equipos en operación y evitar en todo caso la indisponibilidad de los mismos y de esta manera garantizar el servicio continuo en el proceso productivo.

El Jefe de Mantenimiento, es el responsable de la elaboración del Plan Anual de Mantenimiento Preventivo, así como de su seguimiento y control. En detalle este plan se desglosa indicando calendarización de las paradas programadas de las unidades de transformación basado en las horas de servicio continuo diseñada por el fabricante.

Es responsabilidad del Jefe de mantenimiento el control y conservación de la documentación técnica de los equipos, del planeamiento, programación y ejecución del mantenimiento.

Para desarrollar un plan de mantenimiento preventivo para todos los equipos garantizando la preservación de las condiciones ambientales se debe considerar lo siguiente:

- Recomendación del fabricante de los equipos.
- Normativas ambientales emitidas por MARENA, en relación a la preservación del medio ambiente.
- Análisis ingenieriles de las instalaciones, basadas en las características de construcción y operación de acuerdo a las normas nacionales.
- Entrenamiento constante al personal del proyecto.

Fin de Procedimientos

Se utilizará lo establecido por ENATREL para tal fin, tal como se refleja en la tabla siguiente, mediante el uso de una ficha de control del mantenimiento.

Tabla 6.3. Ficha de Control de Mantenimiento

		Código: Subestación y LT
Procedimiento de Gestión de Calidad Mantenimiento Preventivo		Fecha de Vigencia:
Realizado por:	Revisado por:	Aprobado por:

Fuente: Multiconsult y Cía. Ltda.

Mantenimiento de Línea de Transmisión

Los mantenimientos se dividen en tres grupos:

- ❖ Mantenimiento electromecánico
- ❖ Control de estabilidad de sitios de poste o las torres
- ❖ Mantenimiento zona de servidumbre

Es importante señalar que las principales actividades a ser atendidas como parte del proyecto en la etapa de operación son:

Tabla 6.4.Actividades de Mantenimiento en la etapa de operación.

Tipo de mantenimiento	Actividades
Mantenimiento Electromecánico	Comprende las obras de recuperación y conservación de la infraestructura eléctrica propiamente dicha, entre las cuales se destacan las siguientes: Cambio o refuerzo de postes dañados y/o inclinados, o de algunos de sus elementos; señalización de estructuras; cambio de aisladores rotos y accesorios de las cadenas de aisladores; cambios de empalmes, camisas de reparación instalados en los conductores; cambio de uno o varios conductores, cambio de accesorios de cable de guarda y de puestas a tierra, mediciones de resistencia de las puestas a tierra.
Control de estabilidad de sitios de postes	En caso de ser necesario y como resultado de la inspección de la línea, se detectan erosiones, riesgos de avalancha o derrumbe o cualquier tipo de anomalía que atente contra la estabilidad de los sitios de postes o de las zonas circundantes, se deberán realizar obras de protección tales como muros de contención, gaviones, cunetas, filtros, empradizados, entre otras. Estos trabajos son puntuales y los materiales serán adquiridos con proveedores autorizados.
Mantenimiento zona de servidumbre	Durante todo el período operativo se deben evitar y controlar los acercamientos de personas furtivas y garantizar que se conserve la distancia de seguridad establecida. Dado que el principal elemento de crecimiento dinámico dentro de la franja es la vegetación, se debe proceder a realizar los programas de despeje de la servidumbre mediante poda o tala de árboles (en el peor de los casos), limpieza de los sitios de postes o torresetc., siguiendo las recomendaciones establecidas en las medidas ambientales y el Plan de Gestión Ambiental durante la operación.

Fuente: Multiconsult y Cía. Ltda.

Subestaciones

El mantenimiento en las subestaciones se divide en tres grupos:

- ❖ Mantenimiento electromecánico
- ❖ Mantenimiento de estabilidad de obras civiles
- ❖ Mantenimiento de zona verde

Es importante señalar que las principales actividades a ser atendidas como parte del proyecto en la etapa de operación de la subestación son:

Tabla 6.5. Actividades de Mantenimiento en la etapa de operación.

Tipo de mantenimiento	Actividades
Mantenimiento electromecánico	Obedece a un programa periódico (semanal, mensual, anual, etc.) de inspección, pruebas, reparaciones de la infraestructura electromecánica que conforma la subestación. Iniciada la operación de la subestación se realizarán actividades de verificación del funcionamiento, inspección de niveles operativos de los equipos, maniobra de equipos, suministro y procesamiento de información. Además, se establece un programa de mantenimiento predictivo y preventivo de transformadores de potencia (Inspección, cambio de aceite y detección de puntos calientes), equipo de patios (Análisis, purificación o cambio de gas de interruptores, calibración de seccionadores, mantenimiento de transformadores de medida, pararrayos, aisladores, estructuras, etc.) y equipo interior (alumbrado, baterías, planta diesel, tableros de control, equipos de protecciones, comunicaciones, etc.).
Mantenimiento de estabilidad de obras civiles	Obedece a un programa periódico (semanal, mensual, anual, etc.) de inspección, pruebas, reparaciones, etc. de conservación de las obras civiles. Consiste en controlar problemas de erosión e inestabilidad del terreno y zonas aledañas a la Subestación por medio de protección y estabilización de taludes, revegetación y protección de fuentes de agua, etc. Además, incluye la inspección y el mantenimiento de obras civiles complementarias, algunas de las cuales son: • Revisión periódica de edificios e infraestructura de la subestación. Con la finalidad de conservar en buen estado las obras civiles se establecerá un programa de mantenimiento preventivo que comprenderá lo siguiente: • Limpieza de techo y canales. • Reparación pisos, paredes y muebles y demás infraestructura de las subestaciones. • Mantenimiento de equipos de aire acondicionado. • Mantenimiento de servicios sanitarios. • Mantenimiento de la infraestructura en general, bahías Plataformas, caminos, cercos y áreas verdes. • Mantenimiento de las obras hidráulicas del sistema de tratamiento de aguas residuales en las subestaciones. • Revisión de sistema eléctrico y ejecutar trabajos especializados que requiera cualquier área de trabajo. • Revisión periódica de cunetas de aguas lluvias para evitar infiltraciones de agua. • Revisión periódica de tanques de almacenamiento de agua, tanques separadores de aceites, tanques (pozos) sépticos, trampas de grasa y la disposición adecuada de los residuos obtenidos de la limpieza de éstos tanques.
Mantenimiento de zona verde	Consiste en realizar un adecuado manejo de la arborización y jardines en la Subestación y lote periférico, aseo y limpieza de zonas comunes; eliminación de material vegetal de los patios de conexión de la Subestación, efectuando una disposición adecuada de los residuos generados.

Fuente: Multiconsult y Cía. Ltda.

Frecuencia del Mantenimiento

En la tabla siguiente se presenta la frecuencia del mantenimiento preventivo que se desarrollara para el proyecto.

Tabla 6.6. Actividades y Frecuencia del Mantenimiento de Líneas de Transmisión.

Actividad en Estructuras de Acero	Período
Inspección visual	1 vez por año
Limpieza del derecho de vía y revisión de la estabilidad de las de cada estructuras de apoyo	1 vez por año
Medición de tierras	1 vez cada dos año
Reposición de bajante de polo a tierra (actividad depende de la inspección visual de campo)	1 vez por año
Medición del aislamiento y/o prueba termográfica	1 vez por año
Cambio de aislamiento (actividad depende de la inspección visual de campo o la medición de aislamiento, o prueba de termográfica.)	1 vez por año de acuerdo a resultados de las pruebas de inspección
Resocado de pernos de los rótulos colocados en cada poste	1 vez cada dos año
Cambio de herrajes y pernos afectados por la corrosión (actividad depende de la inspección visual de campo)	De 10 años en adelante depende de la inspección visual de campo.
Pintura a las estructuras	1 vez cada dos año
Reposición de elementos por corrosión. (depende de la inspección visual)	Después de 5 años y la zona en que se encuentre la línea.
Revisión del conductor, empalmes intermedios y remates en las estructuras.	Después de 5 años
Revisión del flechado del conductor, cable de guarda línea y corrección	Después de 10 años

Fuente: Multiconsult y Cía. Ltda.

Con relación a las actividades propuestas a realizar en las líneas de transmisión se reflejan las que normalmente se realizan en el mantenimiento de las mismas, algunas de estas actividades como la limpieza del derecho de vía se realizará por medio de licitaciones y estas generan empleo temporal en las zonas por donde va la ruta de línea, así mismo otras actividades como el cambio parcial del cable conductor, cambio de aislamiento puede generar empleo en la zona, ya que se requieren ayudantes para el traslado de los materiales y para las labores mismas.

Documentación Relacionada al Mantenimiento Preventivo

- Plan Anual de Mantenimiento Preventivo, tomado en consideración las horas de trabajo del equipo necesarias para realizar una parada (hora de vida de los rodamientos, horas continuas de servicios, condiciones externas) y de la existencia de repuestos en cuyo caso se requiere garantizar la compra de los mismos de no haber en existencia.
- Hoja de inspección de equipos de manera regular, se lleva para indicar el estado técnico del equipo, aquí se corrigen las fallas menores y se reportan fallas de consideración.
- Generación y Emisión de Orden de Compra local o extranjera en dependencia del Stop de repuesto requeridos para cada uno de los equipos.

- Tarjeta de registros, donde se anoten además de los datos de placa los repuestos necesarios y los trabajos realizados con anterioridad.
- Contratación de Servicios Externos especializados cuando así sea necesario se requiere de un especialista, por lo general del fabricante del equipo, el cual además de garantizar los trabajos de reparación provee los repuestos requeridos.
- Orden de trabajo, documento en el cual se establece el trabajo a realizar, el procedimiento a llevar a cabo y las medidas de seguridad a cumplir durante el proceso de trabajo, es decir durante la operatividad del sistema.

a) Volumen y características de productos a ser utilizados en el mantenimiento de la línea de transmisión.

El mantenimiento preventivo básico o menor de las líneas eléctricas considera lavado de aisladores con línea energizada, inspección visual de estructuras y de los conjuntos de suspensión y de anclaje de las torres y cadenas de aisladores, mediciones de termografía, verificación y mantenimiento de pinturas.

Estas inspecciones tienen por objetivo detectar posibles fallas en los materiales, así como activación de procesos erosivos en las bases de las torres y huellas de acceso a las estructuras, que pudiesen afectar la estabilidad de las estructuras y la continuidad del servicio de la obra.

Las reparaciones de emergencia se efectúan tras daños mayores, no predecibles, generalmente localizados en una torre o en otras estructuras o equipos. Las actividades de reparación pueden requerir uso de equipo mayor y de personal adecuado (2 cuadrillas de 4 personas), sin afectar a la propiedad ajena y en una zona limitada alrededor del sector afectado. Respecto de la posible caída de una torre se debe indicar que se dispondrá de cuadrillas de acción de emergencia las que harán uso de los materiales y equipos propios de la faena de construcción para reparar las torres caídas. Tampoco hay posibilidad de daño a viviendas por las distancias mínimas de protección exigidas por la legislación eléctrica vigente.

La ocurrencia de una emergencia como la descrita o de un mantenimiento mayor es de muy baja probabilidad. Cabe destacar que una vez terminadas estas reparaciones, se recolectarán los desechos y los residuos domésticos, para ser transportados a los talleres de ENATREL.

Para la Etapa de Operación, solo se requerirán insumos para la mantención de la LT y la Subestación, estos materiales corresponden a básicamente a paños limpia polvo, liquido limpia contactos lube oil o W40. En cuanto a las mantenciones correctivas, es importante señalar que éstas solo se realizarán en los talleres de ENATREL.

Para el lavado de aisladores en líneas de transmisión energizadas se utiliza agua sin minerales con resistividad arriba de 1000 ohmios por centímetro, en general por torre de transmisión se puede llevar un tiempo de 9 minutos.

Tabla 6.7: Características del lavado de los aisladores

Tensión Nominal	Distancia mínima de trabajo	Resistividad mínima del agua	Presión mínima de lavado	
KV	m	Ωcm	Kpa	Kg/cm^2
230	4.60	1300	2758	28.123

Fuente: Pagina Web de Comisión Federal de Electricidad (CFE)

Tabla 6.8 Estimados de consumo de agua en el lavado de aislamientos de líneas energizadas

Tiempo de Descarga Constante	Diámetro de los Orificios de los Discos de las Boquilla		Descarga de agua	
Minutos	mm	Pulgadas	Litros	Galones
56	3.17	1/8	34	9
45	3.97	5/32	43	11.4
29	4.76	3/16	64	17
19	5.56	7/32	98	25.8
13	6.35	1/4	148	39
9	7.93	5/16	163	43

Fuente: Pagina Web de Comisión Federal de Electricidad (CFE)

b) Cantidad de mano de obra a contratar, turnos de trabajo a implementarse en esta etapa.

En esta etapa el personal es permanente de la empresa, calificado y están a cargo de la operación de la subestación. Las subestaciones operan las 24 horas en turnos de ocho horas. En cada subestación laboran un total de dos operadores, también se cuenta con personal de vigilancia de empresas subcontratadas por ENATREL en cantidad de una persona en turnos de 24 horas.

En el mantenimiento de las subestaciones se involucran diversos grupos de personal especializado de ENATREL en diferentes áreas, tales como comunicaciones, protecciones, transformadores, etc. Las labores generalmente se refieren a revisiones, ajustes periódicos, mantenimientos preventivos y/o correctivos de los equipos. Cada grupo de trabajo generalmente está compuesto por un jefe, dos técnicos especializados, dos electricistas y un conductor de vehículo para un total de seis personas. En los casos que se requiere el uso de grúa, participa el operador de grúa con su ayudante. En cuanto a la limpieza del área de la subestación, manejo de las áreas verdes, poda de vegetación ENATREL contratará los servicios de una persona para prestar los servicios antes mencionados de acuerdo con las necesidades de esta, la cantidad de mano de obra es requerida para cada una de las cuatro subestaciones incluidas en el proyecto (Mulukukú, Boaco, Terrabona y SanBenito).

Para la línea de transmisión se prevén mantenimientos a la vegetación en el área de servidumbre, para lo cual ENATREL contratará mano de obra especializada en actividades forestales, el personal estará constituido en seis cuadrillas de 10 personas cada una para cada tramo de línea, un responsable y un supervisor o regente forestal.

c) Pruebas y puesta en servicio de la línea de transmisión.

Todos los equipos suministrados y montados deben ser sometidos a pruebas de campo tanto de aceptación para recepción, como individuales, funcionales, de puesta en servicio y de energización de acuerdo con lo especificado por los fabricantes y los requisitos del Centro Nacional de Despacho de Carga (CNDC).

Los registros de todas las pruebas (aceptación para recepción, individuales, funcionales, de puesta en servicio y de energización) se consignarán en “Protocolos de Pruebas” diseñados por ENATREL de tal forma que la Interventoría, pueda verificar el cumplimiento de los requisitos de la Regulación vigente y de las normas técnicas; por ejemplo: que se cumplen los enclavamientos y secuencias de operación tanto de alta tensión como de servicios auxiliares, que los sistemas de protección y control cumplen con la filosofía de operación en cuanto a polaridades, acciones de protecciones y demás.

Pruebas de puesta en servicio: ENATREL debe efectuar las siguientes pruebas como mínimo, pero sin limitarse a estas y cumpliendo con el código de redes y los requerimientos nacionales, vigentes:

- Direccionalidad de las protecciones de línea.
- Medición y obtención de los parámetros y las impedancias de secuencia de las líneas asociadas a la Subestación.
- Fallas simuladas monofásicas, trifásicas, cierre en falla con el fin de verificar el correcto funcionamiento de las protecciones, registro de fallas, telecomunicaciones, gestión de protecciones.
- Pruebas de conexión punto a punto con el CNDC.

Pruebas de energización: ENATREL será responsable por la ejecución de las pruebas de energización.

d) Identificar la disposición final de las aguas residuales domésticas, sistema de tratamiento individual. En caso de este último, describir su funcionamiento y mantenimiento.

El accionar del proyecto en la fase de funcionamiento y mantenimiento no contempla la generación de aguas residuales domésticas para el mantenimiento de la línea de transmisión. En el caso de las subestaciones existentes relacionadas con el proyecto y las que se construirán estarán dotadas de servicios higiénicos con sus tanques sépticos y pozos de absorción para la disposición final de los efluentes.

En esta etapa el personal de las Subestaciones es mínimo 1 CPF en turnos de 24 horas y 2 operadores en turnos de 12 horas, y en las líneas no permanece personal, con ese sistema individual es suficiente para manejar los residuos líquidos domésticos. En el anexo 10 se incorporan planos de distribución y obras para el manejo de las aguas residuales domésticas.

e) Describir las medidas de seguridad para esta etapa. Estas medidas ambientales deben ser recogidas en el Programa de Gestión Ambiental.

Las medidas de seguridad en la Etapa de Operación están descritas en el capítulo 11, Identificación y Descripción de las Medidas ambientales.

6.3 Etapa de Cierre

Las actividades de Cierre del Proyecto, inician con la actualización del Plan de abandono conceptual del proyecto, presentado en el capítulo 15.6 de este EIA. El Plan de Abandono inicia con la inspección de toda el área comprometida y la evaluación de las obras a ser abandonadas, a fin de preparar un programa de trabajo. ENATREL presentará el Plan de cierre Definitivo a las autoridades que establezca en el Plan de Cierre (MARENA, INE, MEM, SERENA y Municipalidades)

Actividades principales a desarrollar en esta etapa:

- Actividades de desconexión y desenergización, así como el retiro de los aisladores, pararrayos, sistema de servicios auxiliares, complementarios e iluminación y estructuras metálicas.
- Demolición de las cimentaciones de las obras complementarias, para esto se requerirá de taladros neumáticos y/o eléctricos.
- Rellenado de los vacíos creados por el retiro de las estructuras demolidas, con material de préstamo, de acuerdo a las características iniciales del área ocupada.
- Bloqueo y anulación de las vías de acceso temporal, si no las usa la comunidad.
- Verificación de la disposición adecuada de que todos los Residuos sólidos no peligrosos hayan sido dispuestos en un sitio seguro autorizado por MARENA y las Municipalidades.
- Los residuos valorizables derivados de la fase de cierre serán trasladados a los almacenes de ENATREL para su recuperación, reutilización o venta como chatarra.
- Entrega de informes a MARENA, MEM, INE, y la Municipalidad con las actividades desarrolladas, objetivos cumplidos y resultados obtenidos.
- ENATREL se compromete a restaurar las áreas intervenidas para saldar los pasivos ambientales originados por el accionar del proyecto.

6.3.1. Para el desmantelamiento de las subestaciones se procederá de la siguiente manera:

- Destensado y retiro de los conductores y desmontaje de los pórticos
- Vaciado de los transformadores de potencia
- Desmontaje y retiro de los transformadores
- Retiro de equipos eléctricos, de control y de protección de los edificios y otras Instalaciones
- Desmontaje y retirada de los interruptores y seccionadores
- Demolición de estructuras de concreto (edificio de control, caseta, etc.)
- Picado y retirada de los restos de las cimentaciones y los restos de la red de

Tierras

- Relleno de huecos de las cimentaciones y canales de cables
- Acondicionamiento final y rehabilitación de las explanaciones.
- Retiro de todo tipo de restos

6.3.2. Procedimientos específicos para el desmantelamiento de la Línea de Transmisión Eléctrica

- Desenergización de la Línea de Transmisión
- Desmontaje de los conductores y accesorios
- Desmontaje de cadenas de aisladores y accesorios
- Desmontaje de perfiles metálicos (torres)
- Excavación y demolición de obras de concreto
- Disposición de material de escombros.

El detalle de las actividades específicas para el desmantelamiento y restauración de los sitios se presentan en el acápite 14.8 del plan de Gestion Ambiental.

VII. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DEL ÁREA DE INFLUENCIA

7.1 Medio Abiótico

Las descripciones de las características del medio abiótico se realizan de forma general para todo el proyecto (todos los tramos) y las particularidades son señaladas para cada tramo específico, si existen.

7.1.1. Características Geológicas

Nicaragua está dividida en cinco terrenos geológicos característicos.

- Llanura costera del Pacífico
- Depresión de Nicaragua
- Volcánico terciario
- Provincia metamórfica del Norte
- Llanura costera del Caribe

Considerando que el área de interés o de estudio se encuentra dentro de los terrenos geológicos del Graben o Depresión de Nicaragua y Volcánico Terciario, sólo éstos serán descritos. Ver Mapa Geológico Regional en Anexo 3.

7.1.1.1. Geología del Graben o Depresión de Nicaragua

La Depresión de Nicaragua es el terreno limitado por las fallas de Matiguás y la Cadena Volcánica del Cuaternario Nicaragüense. Las expresiones morfológicas más prominentes son los dos lagos (Xolotlán y Cocibolca, los cuales cubren la parte central del Graben) y las numerosas calderas volcánicas que muchas veces dan lugar a lagunas cratéricas y conos volcánicos.

Litológicamente se caracteriza por la presencia de rocas volcánicas de edad terciaria - cuaternaria y depósitos sedimentarios. Las rocas más antiguas pertenecen al Grupo Las Sierras, constituida por piroclastos de composición basáltica con un espesor aproximado de 600 m.

Grupo Las Sierras: Bajo esta denominación se agrupa una gran variedad de materiales piroclásticos del Plio-Pleistoceno, depositados en un ambiente costero o de aguas someras que cubren una extensa zona de la provincia del pacífico de Nicaragua.

Litológicamente el Grupo Las Sierras se encuentra integrado por una gran variedad de materiales piroclásticos provenientes de erupciones de tipo explosivo. Sobre esta secuencia basal, se observan aglomerados tobáceos con menos cantidad de pómez y hacia el techo alternancia de tobas y aglomerados con algunos horizontes conteniendo grandes fragmentos de basalto y bombas.

El espesor total del grupo es de alrededor de 650 m.

El área de estudio definida entre la Subestación San Benito y el PI 17 del Tramo 1, se localiza dentro de este Grupo Las Sierras.

La neotectónica de la región es caracterizada por:

1. La subducción de la parte nordeste de la Placa Cocos debajo de la Placa Caribe a lo largo de la fosa mesoamericana.
2. La convergencia de la parte oeste y noroeste de las Placas Norteamericana y Sudamericana, respectivamente.
3. Movimiento relativo hacia el este de la Placa Caribe.

El Anexo 3, contiene el Mapa Geológico Regional, generado del Mapa Geológico Minero de Nicaragua. INETER (1995).

Lo último es acomodado sobre las fallas maestras principales al norte y sur de la subducción del fondo del mar Atlántico, por debajo del arco de islas occidental. La deformación interna de la Placa Caribe es dominada por los efectos de los límites norte y sur de las fallas maestras y la porción nordeste del bloque Bonair, atribuido a la colisión del arco de Panamá con Colombia durante el Neógeno.

Actualmente la tectónica nicaragüense se caracteriza por la tendencia de migración del volcanismo hacia el NO-SE y la Depresión de Nicaragua. El vulcanismo terciario y reciente

puede estar directamente relacionado a la subducción de la Placa Cocos debajo de Centroamérica. La causa de la extensión Plio – Pleistoceno y la transtensión destral responsable por la Depresión Nicaragüense y los terremotos es menos obvia, aunque algunos autores la asocian al cambio en el ángulo de subducción de la Placa Cocos por debajo de la Placa Caribe.

Cruden (1989) propone que la formación de la Depresión de Nicaragua se inició en el Neógeno (Mioceno) al Reciente, y se relaciona al movimiento NE del bloque Chortis y la sección alta de Nicaragua parte de la Placa Caribe, entre la Fosa Caimán y el Escarpe de Hess.

El movimiento destral sobre la Depresión Nicaragüense pudo resultar de la rotación diferencia anti – horaria de este segmento de placa, o de la subducción oblicua de la Placa Cocos.

Geología de la Provincia Terciaria Volcánica: Es la formación rocosa más ampliamente extendida en Nicaragua la cual incluye las rocas de la Fm Totogalpa, Fm Matiguás, Fm Matagalpa y el Grupo Coyol. Incluye grandes depósitos de tobas, basaltos, andesitas e ignimbritas, para las cuales, las estructuras volcánicas que les dieron origen han sido destruidas y alteradas por fenómenos hidrotermales posteriores (ver Anexo 3, contiene el Mapa Geológico Regional).

Estructuralmente presenta gran cantidad de fallas, diaclasas, fracturas y rocas fuertemente basculadas, lo que refleja que es el sector más afectado por movimientos tectónicos e intrusiones. Las fallas y fracturas que la atraviesan presentan una orientación predominante NE – SW y están relacionadas con mineralizaciones e importantes dislocaciones de las rocas del área. Por debajo de las rocas de esta provincia se encuentran rocas sedimentarias del Cretácico y Terciario.

Estratigráficamente, la Formación Matagalpa subyace al Grupo Coyol y todo el conjunto, tiene un espesor mayor a 5000 m.

a) La **Formación Matagalpa (Tomm)** comprende terrenos montañosos, con crestas macizas, elevadas, de grandes extensiones y fuertes pendientes que incluyen espesas acumulaciones de rocas volcánicas intermedias y brechas, asociadas con piroclastos y rocas intrusivas. A veces se presentan ligeramente plegadas y entrecortadas por profundos valles. Su composición litológica está representada por lavas félsicas, brechas piroclásticas, andesitas basálticas, andesitas dacíticas, ignimbritas piroclásticas, lahar y riolita; tobas y sedimentos tobáceos, así como rocas intrusivas.

La mayoría de sus rocas provienen de erupciones continentales intercaladas con sedimentos lacustres fluviales. Al igual que el Grupo Coyol se encuentra altamente fallado y fracturado y la mayoría de estas fracturas están cementadas.

Bajo esta denominación se agrupa una gran variedad de materiales volcano sedimentarios de edad terciaria, con un espesor que varía de 200 a 1,400 m (**Fenzl, 1989**).

Estratigráficamente este Grupo está conformado por tres unidades (**Hodgson, G. 1984**):

1. Inferior: formada por depósitos piroclásticos, flujos de lava y volcano – sedimentarios.
2. Media: constituida por productos piroclásticos (tobas ignimbríticas principalmente).
3. Superior: compuesta por flujos de lava de composición basalto – andesita.

En un trabajo realizado por **Ehremborg J. (1996)** se indica que la Unidad Pre – Matagalpa debido a sus características petrográficas debe ser considerada como parte del Grupo Matagalpa y, por lo tanto, deben tener la misma posición estratigráfica relativa.

Dentro del Grupo Matagalpa se reconocen una serie de Formaciones, una de las cuales se localiza en el área de estudio: **Formación Matiguás (Tema)**.

b) **Formación Matiguás (Tema)**: consiste de una secuencia sedimentaria depositada en un ambiente lacustrino conformada por areniscas, tufitas, esquistos y esquistos tufáceos calcáreos, pizarras y calizas. La secuencia se inicia con un conglomerado basal con intercalaciones de madera fósil silicificada, seguida por esquistos, areniscas calcáreas y calizas. La sección superior consiste de esquistos tufáceos finamente estratificados (**Hodgson, 1984**).

La asociación litológica correlacionada al **Grupo Coyol** ocupa los Departamentos de Matagalpa, Jinotega, Chontales y la RAAS y se caracteriza por intercalaciones de lavas basálticas, andesíticas y dacíticas, aglomerados, ignimbritas de composición dacítica y andesítica y tobas intermedias y ácidas. Se diferencia de la Fm Matagalpa por su discordancia predominante, relieve topográfico (formando mesas escalonadas, relieve abrupto, etc.); posición estratigráfica; litología y por su posición en relación a los paleoarcos volcánicos (Arco volcánico antiguo); además de su edad.

En general las rocas se encuentran falladas y fracturadas, algunas ya cementadas, pero la mayoría son fallas jóvenes. Se subdivide en los subgrupos, *Coyol Superior*, el cual sobreyace discordantemente a *Coyol Inferior*. El conjunto alcanza un espesor superior a los 1400 metros.

La Formación Totogalpa no es descrita en este informe debido a que no está representada en el área de estudio.

7.1.2. Descripción geológica por tramos de la Línea de transmisión

7.1.2.1. Geología del Tramo 1

En este sector se encuentran dos unidades estratigráficas. La primera se corresponde al Grupo Las Sierras la cual se extiende desde la Subestación San Benito hasta el PI – 17 (coordenadas 603727 E – 1368949 N). Está representada por tobas de cenizas e ignimbritas sobre el cual se ha desarrollado un suelo arcilloso.

La otra unidad se correlaciona con el Grupo Coyol Superior, representada por rocas volcánicas de composición riolítica y dacítica (Figura 7.1); distribuidas desde la comarca Olominapa hasta los alrededores de Terrabona.

Adicionalmente y asociada al río Grande de Matagalpa y sus afluentes principales se encuentran depósitos aluviales de edad reciente (cuaternario – Holoceno).

En la figura siguiente, se observa que superficialmente aflora una roca volcánica de color claro, se trata de tobas riolíticas, correlacionada con el Grupo Coyol Superior (Tmcd). La imagen fue tomada en el sitio conocido como Comarca Las Pilas (coordenadas 1396858 N – 607231 E).

Figura 7.1. Tomada en la comarca Las Pilas



Fuente: Multiconsult y Cía. Ltda.

Los principales elementos estructurales (fallas y fracturas) tienen dirección preferencial NE – SW, perpendicular a la dirección de la línea de transmisión; esto afecta de forma mínima al proyecto, ya que en caso de actividad sísmica asociada a estas fallas sólo perturbaría de manera puntual o muy localmente. Si las fallas fuesen paralelas a la línea de transmisión las afectaciones podrían aumentar significativamente a lo largo de dicha línea.

7.1.2.2. Geología del Tramo 2

En cuanto a las características litoestratigráficas, la parte inicial de este tramo presenta mucha similitud con el tramo anterior. Sin embargo, aquí no se encuentran depósitos

aluviales significativos, excepto los relacionados al río Malacatoya, los cuales tienen distribución superficial muy restringida al cauce del mismo.

Adicionalmente, en el sector cerca de la ciudad de Boaco se encuentran rocas correlacionadas al Grupo Matagalpa, representado por lavas andesitas – basálticas y tobas dacitas – riolíticas, mostrado en la figura siguiente.

En la figura siguiente se observa que el material expuesto es de composición dacítica, correlacionado con la Formación Matagalpa.

Figura 7.2. Tomada en un banco de materiales coordenadas 644686 E – 1377444 N.



Fuente: Multiconsult y Cía. Ltda.

7.1.2.3. Geología del Tramo 3

Este tramo presenta una litología característica del Terciario Volcánico nicaragüense, representado por lavas de composición andesita – basalto, ignimbritas y tobas dacíticas – riolíticas, ocasionalmente estas rocas están cubiertas por depósitos más recientes (coluviales) de edad cuaternaria.

En las inmediaciones del poblado de Matiguás se encuentra la Formación homónima la cual está representada por sedimentos y rocas volcánicas piroclásticas (tobas e ignimbritas) así como lavas de composición básica (basaltos) a ácidas (riolitas); evidenciando una evolución del magma primario. Eventualmente se pueden encontrar xilópalo en el cauce de la quebrada Tierra Blanca, evidenciando la actividad volcánica en esta área.

Las rocas sedimentarias más frecuentes son las areniscas y conglomerados se observan en la figura siguiente, en la que se observa que en la margen izquierda del río Bul Bul afloran capas de areniscas, correlacionadas con la Formación Matiguás.

Figura 7.3. Tomada en las coordenadas 666156 E – 1413728.



Fuente: Multiconsult y Cía. Ltda.

7.1.2.4. Geología del Tramo 4

Este tramo presenta dos litologías bien diferenciadas y que se manifiestan morfológicamente. Las rocas volcánicas terciarias constituyen las elevaciones y los sedimentos cuaternarios (principalmente coluvios) se distribuyen en el valle y ondulaciones.

Las rocas volcánicas se correlacionan con el Grupo Matagalpa y aquí están representadas principalmente por lavas y piroclastos de composición intermedia (andesitas y dacitas).

Los sedimentos coluviales tienen origen en el material primario volcánico, se presentan en forma de bloques y guijarros dentro de una matriz arcillo – limosa de color marrón oscuro.

En la figura siguiente se observan depósitos coluviales de edad cuaternaria reciente, sobre el cual se ha desarrollado un suelo residual arcillo – limoso con guijarros.

Figura 7.4. Depósito Coluvial próximo al PI – 3.



Fuente: Multiconsult y Cía. Ltda.

Las características geológicas del Tramo 1 se presentan de forma resumida en la tabla siguiente.

Tabla 7.1: Características Litológicas principales. Tramo 1

Subestación Terrabona a Subestación San Benito				
# PI	X	Y	Estratigrafía	Observaciones
1	599500	1354682	Piroclastos, Tobas e Ignimbritas (Grupo Las Sierras)	PI Salida de Subestación San Benito
2	599350	1354788		Comienza en derecho de vía
3	599576	1355132		Derecho de Vía Panamericana Norte
4	600020	1533714		Derecho de Vía Panamericana Norte
5	600666	1356430		Derecho de Vía Panamericana Norte
6	601535	1357366		Derecho de Vía Panamericana Norte
7	601939	1357845		Derecho de Vía Panamericana Norte
8	602449	1358447		Derecho de Vía Panamericana Norte
9	602557	1358675		Derecho de Vía Panamericana Norte
10	602647	1358977		Derecho de Vía Panamericana Norte
11	602693	1359389		Derecho de Vía Panamericana Norte
12	602877	1361148		Derecho de Vía Panamericana Norte
13	603004	1362293		Derecho de Vía Panamericana Norte
14	603150	1364611		Derecho de Vía Panamericana Norte
15	603508	1367299		Derecho de Vía Panamericana Norte
16	603683	1368860		Derecho de Vía Panamericana Norte
17	603727	1368949		Derecho de Vía Panamericana Norte
18	603980	1370912	Sedimentos aluviales recientes (Qal)	Derecho de Vía Panamericana Norte
19	603937	1371442		Derecho de Vía Panamericana Norte
20	604182	1372509		Derecho de Vía Panamericana Norte
21	604079	1374334		Salida del Derecho de Vía hacia potreros, en Las Maderas
22	604968	1376296		Las Maderas
23	604631	1377096		Las Maderas, paralelo a la línea existente
24	604671	1377528		Las Maderas, paralelo a la línea existente
25	604815	1378499		Las Maderas, paralelo a la línea existente
26	604631	1380476	Grupo Coyol Superior (lavas andesitas y dacitas, tobas e ignimbritas ácidas)	Las Maderas, paralelo a la línea existente
27	604631	1384161		Comarca Olominapa, paralelo a la línea existente
28	604674	1384606		San José de Olominapa, paralelo a la línea existente
29	605031	1386001		San José de Olominapa, paralelo a la línea existente
30	604998	1387065		San José de Olominapa, paralelo a la línea existente
31	605355	1388522		Comarca Puertas viejas
32	605292	1389518		Comarca Puertas viejas
33	605292	1393498		Comarca Puertas viejas
34	605420	1395735		Comarca Puertas viejas
35	607973	1396700		Comarca Puertas Viejas, Las Pilas
36	608760	1397695		Comarca Puertas Viejas, Las Pilas
37	609409	1398623	Sedimentos aluviales recientes (Qal)	Comarca Puertas Viejas, Las Pilas
38	611100	1401493		Comarca San Pedro, Santa Rosa
39	612923	1401899		Comarca San Pedro, Santa Rosa
40	613467	1403159	Grupo Coyol Inferior (lavas andesitas y dacitas)	Comarca San Pedro, Santa Rosa
41	613749	1404270		Comarca Montaña Grande, Las Palomas
42	613151	1404822		Comarca Montaña Grande, Las Palomas
43	612340	1405844	Sedimentos coluviales recientes (Qcl)	Comarca Montaña Grande, Las Palomas
44	611961	1407131		Periferia ciudad de Terrabona
45	611968	1407680		Periferia ciudad de Terrabona
46	611778	1408042	Grupo Coyol Inferior	Periferia ciudad de Terrabona
47	611878	1408308	Sedimentos coluviales recientes (Qcl)	Llegada a Subestación Terrabona
Distancia Terrabona – San Benito				61.5 Km

Fuente: Multiconsult y Cía. Ltda.

Tabla 7.2: Características Litológicas principales. Tramos 2 3 y 4

# PI	X	Y	Estratigrafía	Observaciones
1	720070	1454779	Sedimentos consolidados (Pleistoceno); sueltos (Holoceno) (Q)	PI-Salida de Linea Mulukukú
2	719526	1454380		PI -Eusebio Luna
3	717301	1453728		PI -Nicolas Tercero
4	715141	1452864		PI -Mercedes Sanchez
5	712426	1452365		PI -Andres Chaverri
6	710774	1447618	Rocas volcánicas (lavas andesíticas - basálticas; tobas riolíticas). Grupo Matagalpa (Eoceno-Mioceno)	PI -Ramon Molina
7	710666	1445793		PI -Ernesto Raudez
8	708211	1443295		PI -Segundo Angulo
9	707169	1441387	Sedimentos silíceos (Paleoceno)	PI -Antonio Raudez A.
10	705541	1440084		PI -Pablo Orozco
11	704521	1439392	Rocas volcánicas (lavas andesíticas - basálticas; tobas riolíticas). Grupo Matagalpa (Eoceno-Mioceno)	PI -Comarca Wilikito
12	697422	1430534		PI-12
13	697057	1429760		PI-Wanawana
14	695752	1428010		PI-El Sahino
15	694322	1424309		PI-15
16	693390	1424094		PI-16
17	688647	1424458		PI- La Ponzoña
18	685274	1423810		PI-Paiwitas
19	683971	1421912		PI-19
20	681379	1421261		PI-20
21	678152	1419769		PI-21
22	675921	1417056		PI-22
23	674005	1415969		PI-23
24	671986	1414291	Grupo Coyoil (No diferenciado)	PI-24
25	666632	1411812	Formación Matiguás	PI -Camarón
26	663557	1411042	Rocas volcánicas (lavas andesíticas - basálticas; tobas riolíticas). Grupo Matagalpa (Eoceno-Mioceno)	PI -26
27	658417	1402892		PI-Tierra Azul
28	656558	1399388		PI -Coyolar
29	655112	1387975		PI -San Andres
30	647249	1383980		PI -Saguatepe
31	647249	1382090		PI -Los Limones
32	647825	1380788	Sedimentos consolidados (Pleistoceno); sueltos (Holoceno) (Q)	PI -Antena
33	647669	1380300		PI -Quinta Aurita
34	647495	1379253	Rocas volcánicas (lavas andesíticas - basálticas; tobas riolíticas). Grupo Matagalpa (Eoceno-Mioceno)	PI -La Cabaña
35	646219	1377305		PI -La Cruz Verde
36	644155	1377577		PI -Las Lajas
37	643187	1376867		PI -Pedregal
38	638328	1376087		PI -Las Tunitas
39	635940	1374038	Sedimentos recientes sueltos (Holoceno)	PI -Entronque
40	636652	1373572		Subestación Boaco

EIA REFUERZOS PARA LA CONEXIÓN DEL PROYECTO HIDROELECTRICO TUMARIN –
I ETAPA

41	633962	1372341		PI -Cruce de Línea
42	630701	1371747	Rocas volcánicas (lavas andesíticas - basálticas - dacíticas; piroclastitas). Grupo Coyol Superior (Mioceno-Plioceno)	PI -Crucero
43	626099	1371212		PI -San Bartolo
44	622780	1368908		PI -Los Ventarrones
45	621752	1365349		PI -Cristo Del Rosario
46	619482	1364582		Piroclastos: Tobas e Ignimbritas (Grupo Las Sierras)
47	613809	1361637	PI -Las Banderas	
48	611825	1361098	PI -La Polvosa	
49	605580	1357159	PI -Cuadrantes	
50	601204	1354672	PI -San Idelfonso	
51	599814	1354816	Llegada Subestación San Benito	
52	599496	1354859	Salida Subestación San Benito	
53	598833	1355225	Entronque	
Distancia Subestación San Benito – subestación Mulukukú				172.83 Km
Distancia Entronque				0.756 Km
Distancia total de la línea				173.58 Km

Fuente: Multiconsult y Cía. Ltda.

7.1.3. Características Geomorfológicas

Desde el punto de vista geomorfológico el área de estudio se localiza principalmente dentro de la Provincia Tierras Altas del Interior, que se extiende desde el Borde Noroccidental de la Depresión Nicaragüense hasta la Llanura Atlántica. Una pequeña porción del área del proyecto (la parte inicial del Tramo 1 y del Tramo 2, próximo a San Benito) está ubicada dentro de la Depresión de Nicaragua tal como se muestra en El Anexo 4, Mapa Geomorfológico Regional.

7.1.3.1. Geomorfología del Tramo 1

Este tramo presenta dos relieves muy distintos. El sector sur se caracteriza por relieve llano con pequeñas elevaciones y pendientes suaves a ligeramente moderadas del orden del 3%. Las máximas pendientes oscilan entre 20 – 30 % y se encuentran entre la comarca Las Maderas y Terrabona; aunque en el sector del río Grande de Matagalpa también se reduce la inclinación de las laderas y la línea de transmisión atraviesa un área relativamente llana con pendientes menores de 5%. La Subestación Terrabona se pretende construir sobre un relieve de llanura. El Anexo 4, contiene el Mapa Geomorfológico Regional elaborado para el proyecto.

En la figura siguiente se observa el sitio donde proyecta construir la Subestación Terrabona, terreno desarrollado sobre depósitos sedimentarios coluviales (Qc).

Figura 7.5. Tomada en el sitio conocido como El Llano
(Coordenadas 1408357 N – 611880 E)



Fuente: Multiconsult y Cía. Ltda.

El principal elemento geomorfológico encontrado en este tramo se refiere al río Grande de Matagalpa, el cual tiene dirección preferencial NW – SE y atraviesa la LT entre los PI 36 y 37, próximo a la comarca Las Pilas.

La máxima elevación atravesada por la LT se encuentra en el PI 41 (613749 E – 1404270 N) y la mínima se localiza en la cercanía de la Subestación San Benito con cotas próximas a 40 msnm.

7.1.3.2. Geomorfología del Tramo 2

Este tramo se caracteriza por presentar un relieve llano desde la Subestación San Benito hasta el PI 38.

En resumen puede afirmarse que las características geomorfológicas del terreno donde se proyecta la construcción de la LT presentan dos tipologías claramente diferentes:

1. Relieve llano a ligeramente ondulado, definido entre la Subestación San Benito y el PI 21 en el Tramo 1; entre Subestación San Benito y el PI 38 en el Tramo 2 y entre el PI 12 y la Subestación Mulukukú en el Tramo 4.
2. Relieve de montaña con pendientes moderadas (15 – 30 %) a abruptas (mayores de 30%). Este relieve es característico en toda la Provincia Tierras Altas del Interior (ver Mapa Geomorfológico, en Anexo 4).

Estas características geomorfológicas proporcionan un indicador valioso para definir las áreas con mayor susceptibilidad a fenómenos de inestabilidad y/o inundación; tal como es descrito en el acápite relativo al Análisis de Riesgos.

7.1.4. Características Hidrológicas (Drenaje)

En general el drenaje es caracterizado por un fuerte control estructural, delimitado por zonas de fallas y fracturas, dando lugar a la formación del drenaje dendrítico.

7.1.4.1. Tramo 1

Se presentan dos cuencas hidrográficas perfectamente delimitadas. Éstas son:

- Cuenca del río San Juan, Código 69. Esta cubre desde el inicio PI 01 (salida en Subestación San Benito hasta el PI 30, próximo a la Comarca Olominapa). Se caracteriza por la ausencia de cursos de aguas superficiales permanentes. Todos los cursos drenan en dirección SW, hacia el Lago Xolotlán.
- Cuenca del río Grande de Matagalpa, Código 55. Se extiende en todo el resto del tramo (PI 30 hasta PI 47 Subestación Terrabona). Su principal elemento de drenaje es el río Grande de Matagalpa que corre en dirección Oeste – Este. Presenta una red de drenaje de tipo dendrítico y sus principales afluentes son San Pedro, La Ceiba, El Tempisque y Sonzapote.

Además de los cursos de aguas antes mencionados, en el área se presentan pequeñas lagunas, tales como Tecomapa y Moyúa; ambas fuera del área de influencia del proyecto.

Por las características del río Grande de Matagalpa, éste es el único río que presenta alguna importancia para el desarrollo del proyecto ya que al momento de crecidas importantes podría ejercer efectos negativos durante la construcción del proyecto (ver acápite Análisis de Riesgos).

Figura 7.6. Río Grande de Matagalpa, en el cruce de camino. Coordenadas 1398218 N – 609015 E.



Fuente: Multiconsult y Cía. Ltda.

7.1.4.2. Tramo 2

En el área estudiada se presenta sólo la cuenca hidrográfica perteneciente al río San Juan (Código 69) descrita anteriormente, con las características siguientes:

El principal drenaje en el área se relaciona al río Fonseca el cual forma un embalse artificial (Presa Las Canoas) que luego drena a través del río Malacatoya hacia el lago Cocibolca. La red de drenaje es de tipo dendrítica y presenta un fuerte control estructural.

Todos los cuerpos de agua superficial presentes en este tramo evaluado tienen carácter temporal y no presentan peligro alguno por inundación para el proyecto propuesto.

7.1.4.3. Tramo 3

En el área estudiada se presenta sólo la cuenca hidrográfica perteneciente al río Grande de Matagalpa (Código 55), con las características siguientes:

El principal drenaje en el área se relaciona al río Grande de Matagalpa al cual drenan una gran cantidad de cursos de aguas superficiales, siendo los principales los ríos Las Cañas, Olama, Compasagua, Bul Bul y Paiwas, todos con carácter permanente. La red de drenaje es de tipo dendrítica y presenta un fuerte control estructural.

Además de los cuerpos de agua superficial mencionados en el párrafo anterior, se presentan muchas cañadas con carácter temporal y no presentan peligro alguno por inundación para el proyecto propuesto.

7.1.4.4. Tramo 4

En el área estudiada se presenta sólo la cuenca hidrográfica perteneciente al río Grande de Matagalpa (Código 55), con las características siguientes:

El principal drenaje en el área se relaciona al río Grande de Matagalpa al cual drenan una gran cantidad de cursos de aguas superficiales, siendo los principales los ríos Tuma y Wilike, todos con carácter permanente. La red de drenaje es de tipo dendrítica y presenta un fuerte control estructural.

Además de los cuerpos de agua superficial mencionados en el párrafo anterior, se presentan muchas cañadas con carácter temporal y no presentan peligro alguno por inundación para el proyecto propuesto.

7.1.5. Aguas subterráneas (Nivel Freático)

En general se puede decir, que el agua subterránea está asociada a acuíferos primarios (correlacionados a rocas contenedoras de agua) en los inicios de los Tramos 1 y 2, así como en la parte final del Tramo 4.

En el sector donde la LT se encuentra atravesando rocas volcánicas (Mapa Geológico Regional, (Ver Mapa en Anexo 3) o la Provincia de Tierras Altas del Interior (Mapa Geomorfológico Regional, Ver mapa en Anexo 4), el agua subterránea se encuentra restringida a zonas de agrietamiento; es decir, a los denominados acuíferos secundarios.

Las investigaciones de campo desarrolladas en este estudio con relación a la profundidad del nivel freático se basaron en información obtenida de los finqueros y de los mapas hidrogeológicos elaborados por INETER – COSUDE (2,004) y los resultados indican lo siguiente:

Aguas subterráneas del Tramo 1:

- El agua subterránea en el sector entre la Subestación San Benito y Las Maderas en el Tramo 1 se correlaciona con rocas con acuíferos con valores de transmisividad de media a alta ($100 < T \text{ m}^2/\text{día} < 1000$).
- El agua subterránea en el sector entre Las Maderas y Terrabona en el Tramo 1, se correlaciona con acuíferos secundarios (asociados a zonas de agrietamientos en las rocas). En este caso la profundidad del agua subterránea es mayor a 5 m y, en muchos casos se profundiza hasta debajo de 10 m.
- En el sector delimitado entre los PI 37 – 39, próximo al río Grande de Matagalpa, el nivel freático se encuentra desde superficial hasta menos de 5 m. Esto también se manifiesta en el área próximo a Terrabona con presencia de depósitos coluviales.

Aguas subterráneas del Tramo 2:

- El agua subterránea en el sector entre la Subestación San Benito y el PI 38 en el Tramo 2 se correlaciona con depósitos conteniendo acuíferos primarios con valores de transmisividad de media a alta ($100 < T \text{ m}^2/\text{día} < 1000$).
- El agua subterránea en el sector entre los PI 38 y 34 (próximo a Boaco) se correlaciona con acuíferos secundarios (zonas de agrietamiento) y la profundidad de la misma es próxima a los 10 m.

Aguas subterráneas del Tramo 3:

- El agua subterránea en el sector entre el PI 33 y PI 12 en el Tramo 3 se correlaciona con acuíferos secundarios (zonas de agrietamiento) y la profundidad de la misma es próxima a los 10 m.

Aguas subterráneas del Tramo 4:

- El agua subterránea en el sector entre el PI 12 y la Subestación Mulukukú en el tramo 4, se correlaciona con rocas con acuíferos primarios con valores de transmisividad de baja ($1 < T \text{ m}^2/\text{día} < 10$). Esto se debe a que los depósitos sedimentarios y el suelo residual desarrollado tiene alto porcentaje de arcillas.

En conclusión puede afirmarse que el agua subterránea en el área del proyecto no será afectada por el desarrollo del mismo ya que la profundidad de los cimientos o bases de las torres no sobrepasará los primeros metros, quedando por encima de los niveles o profundidad del agua subterránea.

Adicionalmente, un gran porcentaje del área del proyecto se encuentra en áreas donde el agua subterránea se encuentra asociada a zonas de agrietamiento y no tiene amplia distribución sino que está restringida a estas zonas de debilidad estructural.

Por otro lado, aunque todo el Tramo 4 se encuentra sobre área de acuíferos primarios, se presentan valores de transmisividad relativamente bajos ($T < 10 \text{ m}^2/\text{día}$).

La única área que presenta características hidrogeológicas favorables para la presencia de acuíferos primarios se encuentra definida entre Subestación San Benito y el PI 26 en el Tramo 1; así como entre Subestación San Benito y el PI 38 en el Tramo 2.

7.1.6 Climatología y meteorología

El área comprendida entre la Subestación San Benito (Tramos 2) y Matiguás (Tramo 3), así como todo el Tramo 1, presenta clima del tipo tropical cálido y sub – húmedo (AW_0 , AW_1 y AW_2) con lluvias en la época seca, con dos estaciones características: La estación seca que se extiende de Noviembre a Abril y la estación lluviosa de Mayo a Octubre.

Las temperaturas promedio de 30 °C en la parte central de la región del Pacífico y 20 °C en las partes elevadas del macizo central. Las precipitaciones medias anuales varían de 1,000 mm (área de la Subestación de Terrabona) hasta 1,400 mm, próximo a la Subestación de San Benito. (Mapas Sinópticos, INETER, 2004).

El área delimitada desde Matiguás (Tramo 3) hasta la Subestación Mulukukú (Tramo 4) presenta un clima monzónico (Am), caracterizado por un período lluvioso de 9 – 10 meses con precipitaciones que varían de 2,000 a 3,000 mm/año y temperaturas medias anuales entre 25 °C y 26 °C.

7.1.6.1. Viento

Los datos de los vientos son disponibles en la estación Muy Muy. La velocidad máxima mensual del viento en esta estación se muestra en los cuadros a continuación.

Tabla. 7.3. Velocidad Máxima (km/h) del Viento en Muy Muy (1974 – 2006)

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Octubre	Nov	Dic
21	23	21	23	21	15	15	19	14	15	16	15

Fuente: EIA proyecto Hidroeléctrico Tumarín, Multiconsult y Cía. Ltda., 2009

Las velocidades de viento presentados en el cuadro anterior se consideran bajas. Con cierta frecuencia se transversa la cuenca con una depresión tropical o tormenta tropical. Las velocidades de viento asociadas con estas depresiones tropicales o tormentas tropicales podrían ser tan altas como de 60 a 120 km/hora.

Tabla 7.4. Frecuencia de dirección del Viento

Dirección predominante (%) del viento (2013) (Región Central y Pacífico)		
MES	ESTE	NORESTE
Enero	51.30	20.40
Febrero	39.30	25.80
Marzo	49.50	19.50
Abril	53.00	16.00
Mayo	40.00	18.50
Junio	36.00	14.00
Julio	49.50	16.50
Agosto	49.00	18.50
PROMEDIO	45.95	18.65

Fuente: Boletines Meteorológicos Mensuales (INETER, 2013)

Desde el punto de vista meteorológico se presenta que el principal Riesgo se relaciona con los fenómenos ciclónicos, esto se discute en el acápite dedicado al análisis de riesgos.

7.1.6.2. Presencia de fuentes contaminantes (fijas y móviles)

En el área de estudio no se reconocen fuentes de contaminación importantes. En los recorridos de campo se encontraron fincas lecheras y, cuando la LT se aproxima a los caminos y carreteras, se observa el tráfico vehicular como fuente de contaminación.

Se estima que en general la LT se ubica en áreas rurales con fuentes de contaminación poco importantes y que tampoco significan un elemento que pueda impactar de manera significativa sobre el proyecto.

7.1.6.3. Nivel de Ruido

Para determinar el nivel de ruido natural y/o de origen humano en el área del proyecto se realizaron toma de datos de campo usando el Sonómetro TES 1350 A, con rango de medición de 35 dB – 130 dB, resolución de 0.1 dB y precisión de +/- 2 dB. El equipo se calibra eléctricamente de manera interna usando el oscilador interno del equipo, el cual emite una onda sinodal a 94 dB.

Los resultados obtenidos indican que los valores de ruido ambiental mínimo medido fue de 35.5 dB (coordenadas 697362 E – 1430240 N), entre los PI 12 y 13. El valor máximo obtenido es de 78.8 dB en la carretera, coordenadas 720059 E – 1455631 N (frente la entrada a la Subestación de Mulukukú), la fuente sonora fue una motocicleta.

En general el ruido ambiental encontrado es entre 37 dB área rural con poca presencia humana y 52 dB próximo al Hospital de Boaco en un área periurbana. Los resultados de

campo para cada tramo investigado se presentan en la siguiente tabla. Fecha de medición: 23 y 24 de Octubre de 2013.

Tabla.7.5: Determinación de Ruido en LT Tumarín

Sitio	Coordenadas		Valor (dB)		Localidad	Tramo
	Este	Norte	Mínimo	Máximo		
Entrada a Subestación Mulukukú	720062	1455631	40.5	78.8	Próximo a Mulukukú	4
Próximo al PI 7	710728	1445630	36.5	40.7	Camino a Wasayama	4
Entre PI 12 y 13	697362	1430240	< 35.0	53.7	Cerca de Wanawana	4
Próximo al PI 25	666156	1413728	47.8	51.1	Riód Bul Bul	3
Próximo al PI 27	658472	1402800	40.5	48.0	Tierra Azul	3
Próximo al PI 31	647310	1382065	37.1	52.3	Cerca de Hospital Boaco	3
Próximo al PI 40	636699	1373345	39.8	46.5	Carretera a Boaco	2
Próximo al PI 46	619490	1363800	37.5	41.9	El Nancital	2
Próximo al PI 36	608635	1397718	37.0	40.3	Comarca Las Pilas	1
Próximo a Subestación San Benito	599390	1354720	43.0	75.6	Carretera a San Benito	1

Fuente: Multiconsult y Cía. Ltda.

Figura 7.7. Muestra el equipo usado para la toma de datos de ruido. El sitio se corresponde a la entrada a la Subestación Mulukukú, Coordenadas 720062 E – 1455631 N.



Fuente: Multiconsult y Cía. Ltda.

Tabla: 7.6. Características del Sonómetro

Aparato de Medición	TES Sound Level Meter
Modelo	TES 1350 A
Rango de Medición (dB)	35 - 130
Resolución (dB)	0.1
Precisión (dB)	± 2
Micrófono	Condensador Electret de ½ plg.
Temperatura de Operación (°C)	0 a 40
Humedad Relativa de Operación (%)	10 a 90

Fuente: Manual de Instrucción Sonómetro. Multiconsult y Cía Ltda.

7.1.7 Paisaje

Se entiende por paisaje a una porción del territorio que puede incluir elementos como agua, relieve y vegetación, tal y como lo ha percibido la población emplazada en el mismo, siendo su aspecto el resultado de la interacción de factores naturales y de factores humanos. Esto implica que el paisaje puede tener tres dimensiones:

- La dimensión física, que es el territorio.
- La dimensión subjetiva y cultural. Es una porción de territorio, pero que incluye los valores subjetivos que la población le atribuye.
- La dimensión temporal/causal. Está relacionada con el resultado de la interacción entre el ser humano y la naturaleza.

En los últimos años se ha venido dando la importancia a la calidad estética del medio natural por ser una cualidad integradora de diversos factores ambientales (Milán, 2004). Para la caracterización de este componente se utilizó la metodología propuesta por Canter (1998).

La calidad estética del medio natural actualmente sirve de base para determinar los potenciales impactos que puedan acarrear ciertas actividades humanas.

El concepto de calidad estética del paisaje está relacionado con la percepción que el ser humano pueda tener de las cualidades intrínsecas de los elementos naturales y artificiales que componen un medio.

Para la valoración del impacto visual Canter, (1998) ha propuesto las siguientes etapas:

1. Definición de unidades de estudio e inventario del paisaje.
2. Determinación de la visibilidad paisajística
3. Valoración de la calidad paisajística
4. Valoración de la fragilidad y degradación del paisaje
5. Determinación de la capacidad de absorción del paisaje.

1. Definición de Unidades de Estudio e Inventario del Paisaje.

En el área de influencia directa del proyecto se encuentran los siguientes terrenos visualmente interesantes:

- Río Grande de Matagalpa (Tramo 1)
- Río Malacatoya (Tramo 2)
- Río Fonseca (Tramo 2)
- Río Las Cañas (Tramo 2)
- Río Grande de Matagalpa (Tramo 3)
- Río Paiwas (Tramo 4)

Cada uno de estos elementos son atravesados por la línea de transmisión. Sin embargo, su intersección es un punto en el cual la Línea de Transmisión se localiza en las partes elevadas y los cauces de los ríos se ubican en las depresiones.

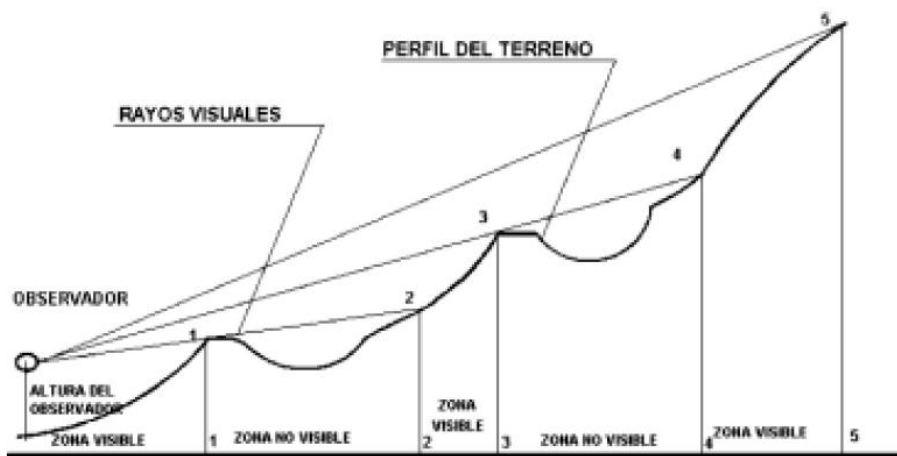
2. Determinación de la Visibilidad Paisajística.

La cuenca visual es uno de los instrumentos más utilizados para determinar la visibilidad. La cuenca visual se define como el conjunto de puntos que se pueden apreciar desde una posición y tiene una representación gráfica que se obtiene desde un mapa (perfil).

La zona donde se establece el proyecto, además de encontrarse muy impactado por la acción humana, tiene la característica de presentar un relieve ondulado; de tal manera que desde cualquier estacionamiento al dirigir la vista a cualquier punto cardinal el observador, no encuentra puntos visibles.

La ausencia de perfiles del terreno que abarquen grandes áreas (por la morfología del relieve) oculta al proyecto. Como consecuencia no presenta impactos a la visibilidad paisajística, tal como se observa en la figura siguiente.

Figura 7.8. Esquema para la obtención de los límites de las zonas visibles, mediante el trazado de rayos visuales.



Fuente: Canter (1998) y Milán (2004).

Figura 7.9. Visibilidad Paisajística para el sitio donde se construirá la Subestación Terrabona.



Fuente: Multiconsult y Cía. Ltda.

Figura 7.10. Visibilidad Paisajística para un sector del Tramo 1



Fuente: Multiconsult y Cía. Ltda.

Figura 7.11. Visibilidad Paisajística para un sector del Tramo 2



Fuente: Multiconsult y Cía. Ltda.

Figura 7.12. Visibilidad Paisajística para un sector del Tramo 4



Fuente: Multiconsult y Cía. Ltda.

3. Valoración de la Calidad Paisajística

Para la valoración de la calidad paisajística se utilizó un método indirecto basado en las categorías estéticas para determinar los impactos visuales en los estudios y evaluación de impactos ambientales, este método propuesto por Canter (1998) y Milán (2004). Este método se basa en tres etapas, siendo las siguientes:

- 1) Elaboración de un inventario visual en la zona de estudio.
- 2) Identificación de los impactos visuales.
- 3) Valoración de los recursos e impactos visuales.

Elaboración de un inventario visual en la zona de estudio.

Para la elaboración del inventario se utilizaron diversos criterios, entre los que se destacan la identificación de la presencia de; Monumentos Nacionales, Masas de agua, Paisajes rurales, plantaciones agrícolas, centros urbanos, entre otros.

Para la ejecución del proyecto se lograron identificar los siguientes sitios:

1. Potreros
2. Areas agrícolas
3. Tacotales
4. Espacios cubiertos con vegetación secundaria.
5. Infraestructura vial:
 - Carretera Managua – Las Maderas
 - Carretera Las Maderas - Terrabona
 - Carretera Managua – Empalme a Boaco
 - Carretera Empalme a Boaco – Boaco
 - Carretera Boaco – Río Blanco
 - Carretera Río Blanco - Mulukukú

4. Identificación de los impactos visuales.

Para la identificación de los impactos visuales se utilizó una matriz guía, la cual está ajustada al tipo de proyecto que se está evaluando.

Tabla 7.7. Matriz de Evaluación de la Calidad Paisajística

ASPECTOS				
I ¿Se encuentra el proyecto dentro de un área Crítica de valor ambiental?	500 m		1,500 m	
	SI	NO	SI	NO
Área Crítica de valor ambiental		X		X
II Descripción del medio visual previo				
1. Características del entorno al emplazamiento del proyecto	SÍ	NO	SÍ	NO
Sin desarrollo alguno de infraestructura				
Actividades Pecuaria	X		X	
Actividades Agrícola	X		X	
Sector Urbano	X			X
Ríos, Lagunas	X		X	
2. Presencia de Proyectos Similares a menos de?		X		
1,500 metros	X			X
3,000 metros		X		X
4,500 metros		X		X
Contiguo	X			X
III Visibilidad del Proyecto	SI		NO	
1. Será visible el proyecto desde más allá de los límites del emplazamiento?	X			
2. El Proyecto puede observarse desde:				
Carretera Managua – Las Maderas	X			
Carretera Las Maderas - Terrabona	X			
Carretera Managua – Empalme a Boaco	X			
Carretera Empalme a Boaco - Boaco	X			
Carretera Boaco – Río Blanco	X			
Carretera Río Blanco - Mulukukú	X			
Propetarios de terrenos adyacentes	X			
3. El proyecto Eliminará, Bloqueará, esconderá parcialmente o totalmente panoramas o vistas reconocidas como importantes para la zona)			X	
4. ¿Es estacional la visibilidad del proyecto? (Verano e Invierno)	La visibilidad del proyecto será a lo largo de todo el año.			
5. ¿Abrirá o creará el proyecto nuevos accesos hacia nuevos panoramas o vistas escénicas?	X			
6. ¿Se contempla medidas ambientales para el componente visual?	X			
IV Contexto de la visibilidad				
En cuál de las siguientes situaciones, se encontrarán los observadores, cuando el proyecto les sea visible?				
ACTIVIDADES	DIARIAMENTE	SEMANALMENTE	FINES DE SEMANA	ESTACIONAL
Viajes a y desde el trabajo	X			
En actividades de Recreo				X
Viajes rutinarios de los residentes	X	X	X	X
V Compatibilidad Visual	SI		NO	
1. ¿Son las Características del proyecto diferentes a las del entorno actual?	X			
En caso afirmativo, la diferencia se debe a:				
Tipo de proyecto	X			
Estilo de diseño	X			

ASPECTOS		
Tamaño (incluyendo longitud, anchura, número de estructura, etc.)	X	
Condición del entorno	X	
Materiales de construcción	X	
2. ¿Existe oposición local al proyecto debido sólo a sus aspectos visuales?		X
3. ¿Existe apoyo de la opinión pública debido a sus aspectos visuales?	X	

Fuente: Canter (1998) y Milán (2004).

5. Valoración de los recursos e impactos visuales

Según el procedimiento de CANTER (1998), la metodología de valoración es la siguiente:

Para la pregunta II.1. Sobre la descripción del medio visual previo, se asigna un valor de 2 puntos a cada tipo de área del terreno identificada a menos de 500 metros del proyecto propuesto y se asigna 1 punto a cada tipo de área situada a más de 500 metros y menos de 1,500 metros.

Para la pregunta II.2. Sobre los proyectos próximos, asigne 1 punto a los proyectos similares contiguos al proyecto propuesto, 2 puntos si están a unos 1,500 metros de distancia, 3 puntos si están a 3,000 metros de distancia y 4 puntos si están a 4,500 metros de distancia o más. Debe elegirse una sola categoría. Se suman los puntos anteriores y se designan las siguientes clases visuales preexistentes antes de considerar las acciones del proyecto propuesto:

Se suman los puntos anteriores y se designan las siguientes clases visuales preexistentes antes de considerar las acciones del proyecto propuesto:

- Clase I: Alta Calidad Visual. Con puntuación superior a 15 puntos.
- Clase II: Media Calidad Visual. Con puntuación entre 8 y 15 puntos.
- Clase III: Baja Calidad visual. Con puntuaciones inferiores a 8 puntos

Para este proyecto se obtuvo un valor de 5 puntos, con puntuaciones inferiores a 8 puntos, se obtiene una **Clase III: Baja Calidad visual**.

Siguiendo el procedimiento anterior se pueden determinar los impactos del proyecto propuesto mediante la siguiente asignación de puntos:

1. Pregunta III.1. Asigne menos dos puntos (-2) si la respuesta es afirmativa.
2. Pregunta III.2 Asigne menos un punto (-1) para cada ubicación inventariada (desde la que se vea el proyecto).
3. Pregunta III.3. Asigne menos cinco puntos (-5) si la respuesta es afirmativa.
4. Pregunta III.4. Asigne menos dos puntos (-2) si la respuesta es afirmativa.
5. Pregunta III.6. Asigne menos dos puntos (-2) si la respuesta a (a) o a (b) es negativa.
6. Pregunta V.1 Asigne menos cinco puntos (-5) si la respuesta es afirmativa.
7. Pregunta V.2. Asigne menos cinco puntos (-5) si la respuesta es afirmativa.

De acuerdo a la metodología de Canter (1998) se obtiene un valor de -8 la cual corresponde a la **Categoría C**. La puntuación acumulada de las asignaciones sobre las preguntas anteriores es inferior a 9 puntos. **Esta categoría sugiere impactos no significativos.**

El paisaje ha sufrido una drástica transformación en los últimos años, principalmente por la intervención pecuaria y agrícola, lo que ha trastocado los ecosistemas donde se emplazará el proyecto.

Por otro lado, la extensa área que abarca la Línea de transmisión incluye una amplia diversidad de morfologías del terreno y usos del suelo que consecuentemente proporcionan como resultado una gran variedad de escenarios naturales. Los cuales son descritos por tramos.

7.1.7.1. Paisaje en el Tramo 1

Entre la Subestación San Benito y la comarca Las Maderas, el relieve es relativamente llano con pocas elevaciones y pendientes muy bajas. Además, el suelo es de uso de pasto y fuertemente intervenido por instalaciones humanas. En este caso las torres y el tendido eléctrico son visibles desde cualquier ángulo debido a que no hay obstáculos naturales que lo enmascaren u oculten.

El sector delimitado entre Las Maderas y la Subestación Terrabona es una zona con muy poco tráfico vehicular y poca presencia humana. Aunque en esta área se presenta un relieve más accidentado, la falta de cobertura vegetal permitiría observar la LT.

Figura 7.13. Tomada con vista a las colinas en cuyas laderas se colocará la LT, modificando el paisaje. Este sitio se localiza próximo a Terrabona.



Fuente: Multiconsult y Cía. Ltda.

7.1.7.2 Paisaje en el Tramo 2:

Entre la Subestación San Benito y Las Tunitas (PI 38), presenta relieve llano con pocas ondulaciones y el trazado de la LT se proyecta próximo a la carretera Managua – Boaco. Consecuentemente, se modificará el paisaje en esta parte del tramo.

Entre el PI 38 y Boaco la LT se aleja significativamente de la carretera y ocupa parte de las serranías y se oculta (parcialmente) entre las manchas de bosque (secundario). Sin

embargo, la LT seguirá estando visible modificando el paisaje, lo cual se observa en la figura siguiente.

Figura 7.14. Muestra el paisaje actual (próximo a Boaco), muy intervenido.
Coordenadas 646098 E – 1376440 N.



Fuente: Multiconsult y CIA Ltda.

7.1.7.3 Paisaje en el Tramo 3:

Se localiza en un relieve accidentado con bosque primario bastante intervenido, encontrándose sólo en pequeñas parcelas (Figura 7.15) y como bosque de galería, protegiendo los principales cursos de agua superficial.

Figura 7.15. Muestra el paisaje actual (Comarca El Coyolar), coordenadas 656770 E –
1399711 N



Fuente: Multiconsult y CIA Ltda.

En las cercanías de la colina que se observa al fondo de la figura anterior se proyecta ubicar la torre del PI 28.

Figura 7.16: Tomada desde la loma La Ponzoña, próxima a Río Blanco.



Fuente: Multiconsult y Cía Ltda.

7.1.7.4 Paisaje en el Tramo 4

El paisaje se modifica considerablemente ya que el relieve de montaña se modifica al relieve de valle. El suelo está destinado básicamente para desarrollo de ganadería; consecuentemente se observan vastas áreas destinadas a potreros. En la figura siguiente es notorio el cambio en el paisaje, observándose grandes áreas destinadas a la actividad ganadera.

Figura 7.17. Paisaje en el tramo 4



Fuente: Multiconsult y CIA Ltda.

En general se puede afirmar que el paisaje existente en el área de influencia del proyecto se corresponde a una zona rural dedicada a la crianza de ganado; con cobertura vegetal representada por vegetación rastrera y de bajo porte, donde la tierra se encuentra dividida en parcelas definidas por cercos de alambre de púas, observándose en el horizonte un relieve de pendientes suaves y pequeñas elevaciones, donde se destacan algunos parches de un bosque secundario cada vez más escaso y un suelo erosionable, facilitando el afloramiento del basamento rocoso.

Por otro lado, el trazado de la Línea de Transmisión modificará de forma permanente el paisaje. Sin embargo, la evaluación realizada por los consultores indica que el paisaje posee una calidad ecológica clasificada como baja o mediarada.

7.2- Medio biótico (Flora y Fauna)

7.2.1. Ecosistemas

7.2.1.1. Metodología para la descripción de los ecosistemas

Se realizó un análisis de los ecosistemas de acuerdo a visitas en campo, la revisión del mapa de ecosistemas de Nicaragua y el estudio del análisis GAP de ecosistemas de Nicaragua, 2009. Este trabajo se realizó con uso del SIG usando proyección del datum WGS 84, información secundaria y visitas de campo para comprobación. Esto se usó como herramienta de análisis para la caracterización de los ecosistemas por donde atraviesa la línea de transmisión. Así mismo, esta información se usó de base para establecer los puntos de registros de especies de flora, fauna y formaciones vegetales.

7.2.2.1 Descripción de las Zonas Biogeográficas.

El proyecto de Refuerzos para la conexión del proyecto Hidroeléctrico Tumarín - I Etapa se extiende a lo largo de 235.5 kilómetros que atraviesa áreas de las regiones biogeográficas del Pacífico y Central del país. Estas regiones del país han sido altamente perturbadas y alteradas en relación a las condiciones naturales en que se encontraban.

En la ecoregión del Pacífico (21.6% de la superficie nacional) se caracteriza por poseer la zona más fértil del país, la mayor densidad de población y la mayor concentración de las principales actividades económicas y productivas. Es la región con los niveles más altos de degradación ecológica en el país y los principales problemas ambientales. Sus ecosistemas mantienen muestras de biodiversidad pero no bien conservadas, ni estables y la creciente presión sobre las áreas remanentes ocasiona la pérdida de hábitats y paisajes naturales. Se estima que un 80% de los bosques tropicales secos, sabanas y matorrales fueron alterados a fincas agrícolas, cafetaleras o ganaderas. Se puede decir que queda solo un 20% de los ecosistemas originales. (Valerio, 2002)

La Ecorregión del Pacífico, en las áreas de Tipitapa, San Benito, Terrabona donde se ubica el proyecto, está dominada principalmente por áreas agrícolas y ganaderas muy alteradas que ocupan la mayor parte de lo que fueron los bosques tropicales secos en las sabanas del Pacífico. Se han convertido en sitios muy alterados dedicados a cultivos estacionales.

En la Ecorregión Central, (32% de la superficie nacional) específicamente en Teustepe, Boaco, Santa Lucía, Matiguás, Muy Muy, Río Blanco y Mulukukú donde se ubica el proyecto, presenta ecosistemas afectados por el gradiente altitudinal que condicionan el microclima en cada localidad. Entre los ecosistemas representativos están Bosques caducifolios y sub-caducifolios y Bosques pre-montano de hojas anchas. Sin embargo, el ecosistema predominante son áreas ganaderas que han sustituido la cobertura de los ecosistemas naturales (Según, Ruiz, *et al.*, 2004 los potreros cubren aproximadamente el 68% del área total del paisaje en la zona de Matiguás y Río Blanco), dejando algunos hábitats con remanentes de especies típicas de esta zona. Entre los hábitats identificados en

estos remanentes de ecosistemas están: bosques secundarios, bosques riparios, charrales, cercas vivas y potreros con cobertura arbórea.

Esta ecoregión se encuentra la provincia Tierras Altas del Interior, conformadas por diversas cordilleras centrales, como las de Dipilto y Jalapa, Dariense, Amerrisque e Isabelia; posee tierras onduladas y un clima más templado que el del Pacífico, con estación lluviosa de siete a ocho meses, presentando altas tasas de precipitaciones y limitaciones del drenaje. Un 60% de los bosques premontanos latifoliados, bosques de pinos con robles y nebliseltas muy altas frías, en esta región central han sido eliminados para dar lugar a grandes fincas agrícolas, cafetaleras y ganaderas en los extensos llanos de Boaco y Chontales. Hoy quedan intactas solo las nebliseltas rocosas inaccesibles. (Valerio, 2002).

7.2.2.2. Descripción de los Ecosistemas

La descripción de los ecosistemas (así como los datos proporcionados en las tablas de uso del suelo por municipio a lo largo de toda la ruta del proyecto, se realizó en base al mapa de ecosistemas realizado por MARENA (2006 actualizado en el 2009).

El proyecto atraviesa principalmente a lo largo de toda su ruta ecosistemas antropizados. En el proceso del trazado de la ruta preliminar se ha considerado dentro de los criterios de diseño es que ésta debe de estar ubicada cerca de caminos de acceso para evitar la apertura de nuevos camino, como también permitir el acceso en el futuro para el mantenimiento de la Línea de Transmisión. De esta manera, la Línea de Transmisión no afecta ecosistemas naturales protegidos o prístinos que pongan en riesgo las metas de conservación a nivel nacional.

El ecosistemas antropizado mayormente intervenido a lo largo de toda la ruta es el sistemas agropecuarios con 10-25% y 25-50 % de vegetación natural. Estas son áreas con mosaicos de terrenos agrícolas, ganaderas y remanentes de bosques naturales de áreas pequeñas a medianas que en total pueden tener en ciertos sectores, generalmente agrícolas de 10 a 25 % de vegetación natural y ganaderas de 25 a 50 % de vegetación natural. En los terrenos agrícolas ó de barbecho hay predominio de hierbas (malezas) hemicriptófitas y geófitas que se adapta a la cobertura (competencia) de plantas cultivadas perennes. Hierbas anuales están presente pero no predominantemente. La diversidad de herbácea ha sido significativamente disminuida por el uso de herbicidas químicos.

Aunque existen otros ecosistemas la superficie de impacto es bastante mínima y los usos a los que son expuestos: tales como la ganadería extensiva, aprovechamiento de leña y extracción de recursos hacen que estas áreas reciban impacto continuo de incendios que afectan su viabilidad e integridad a mediano y largo plazo.

Las tablas siguientes muestran los tipos de ecosistemas por donde se proyecta la Ruta de Línea de transmisión y el área en que son afectados. El Anexo 5 contiene el Mapa de los Ecosistemas, Mapa General del proyecto y Mapas de Ecosistemas a detalle para cada uno de los tramos del proyecto.

Tabla 7.8. Ecosistemas identificados en el Tramo 1 de la LT

Municipio	Ecosistemas	Área (ha)
Terrabona	Sistemas agropecuarios con 10-25% de vegetación natural	27.08
	Sistemas agropecuarios con 25-50% de vegetación natural	11.99
Ciudad Darío	Sistemas agropecuarios con 25-50% de vegetación natural	39.50
Tipitapa	Sistemas agropecuarios con 25-50% de vegetación natural	9.38
	Sistemas agropecuarios con 10-25% de vegetación natural	16.73
	Sabana de graminoides cortos de arbustos deciduos	53.37
	Sistemas agropecuarios intensivos con riego	23.10
Total		181.18

Fuente: Multiconsult y Cía. Ltda.

Tabla 7.9. Ecosistemas identificados en el Tramo 2,3 y 4 de la LT

Municipio	Descripción	Área (ha)
Boaco	Sistemas agropecuarios con 10-25% de vegetación natural	59.47
	Sistemas agropecuarios con 25-50% de vegetación natural	50.77
Matiguás	Sistemas agropecuarios con 10-25% de vegetación natural	65.43
	Sistemas agropecuarios con 25-50% de vegetación natural	13.64
Mulukukú	Sistemas agropecuarios con 10-25% de vegetación natural	32.46
Muy Muy	Sistemas agropecuarios con 10-25% de vegetación natural	27.81
Paiwas	Sistemas agropecuarios con 10-25% de vegetación natural	79.33
Río Blanco	Sistemas agropecuarios con 10-25% de vegetación natural	29.63
	Sistemas agropecuarios con 25-50% de vegetación natural	4.51
Santa Lucía	Sistemas agropecuarios con 25-50% de vegetación natural	7.9
	Bosque tropical deciduo latifoliado de bajura o submontano, moderadamente intervenido	3.79
Teustepe	Sistemas agropecuarios con 10-25% de vegetación natural	9.81
	Sistemas agropecuarios con 25-50% de vegetación natural	2.02
	Bosque tropical deciduo latifoliado de bajura o submontano, moderadamente intervenido	4.50
	Arbustal latifoliado, principalmente deciduo	47.74
	Sabana de graminoides cortos de arbustos deciduos	21.21
	Bosque tropical semidecídúo latifoliado aluvial de galería	0.76
Tipitapa	Sabana de graminoides cortos de arbustos deciduos	19.97
	Sistemas agropecuarios intensivos con riego	44.68
Total		525.49

Fuente: Multiconsult y Cía. Ltda.

7.2.2.3. Áreas Protegidas y Corredores Biológicos

El proyecto no pasa por ninguna área protegida. Sin embargo, desde el año 1999, el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, trabajó en el establecimiento y consolidación del concepto de Corredores Biológicos, utilizando la cobertura vegetal del año 2006, como

principal criterio para conectar las áreas protegidas. Se ha definido la existencia de conectores naturales, que contienen cobertura vegetal continua o poca fragmentación.

A pesar de la intencionalidad para darle valor de conservación a estos espacios, únicamente se han expresado en un mapa y se ha hecho una ligera argumentación de la importancia de estos corredores biológicos. Sin embargo los argumentos para su identificación están basados en la distancia más corta entre las áreas protegidas, considerando la movilidad de especies de grandes requerimientos de hábitats. A continuación se hace una breve descripción de los corredores biológicos donde pasará la línea de transmisión.

- Corredor Central. Pretende conectar las reservas de Kuskawás, Musún y Quirragua y con los corredores de Saslaya – Wawa y el corredor biológico del atlántico.
- Corredor Biológico del Atlántico. En este corredor la conexión natural no se ha perdido todavía, y es el corredor más importante en superficie, sin embargo el avance de la frontera agrícola es una grave amenaza. El corredor conecta no solamente el bosque húmedo si no también redes de ríos, humedales, lagunas costeras, ecosistemas costeros de mucha importancia para la fauna especialmente las aves.
- Corredor Amerrisque Musún. Pretende conectar las áreas protegidas de Amerrisque y Cero Musún.
- Corredor Cerro Alegre – Las Canoas. Pretende conectar las áreas protegidas de Cerro Alegre-Cumaica con las áreas aledañas al embalse Las Canoas.

En estos corredores biológicos las rutas claves de paso para la fauna es la vegetación ribarina por donde la fauna se desplaza con mayor facilidad, estos puntos han sido identificados y referenciados a fin de establecer señalizaciones en los puntos específicos descrito en la tabla siguiente.

Tabla 7.10. Puntos de críticos de señalización por el paso de fauna dentro de los corredores biológicos

Ríos	Coordenadas WGS 84 16 P UTM		Tramo
	X	Y	
Uknikwas	711468	1449474	Río Blanco - Mulukukú
Wilike	710747	1447184	Río Blanco - Mulukukú
	703291	1437730	Río Blanco - Mulukukú
Bilampi	710304	1445447	Río Blanco - Mulukukú
Wanawana	696400	1428842	Río Blanco - Mulukukú
Río Blanco	692589	1423980	Río Blanco - Mulukukú
Paiwas	687968	1424318	Boaco - Río Blanco
Saiz	682060	1421425	Boaco - Río Blanco
Grande de Matagalpa	666091	1411537	Boaco - Río Blanco
	609085	1398186	Boaco - Río Blanco
Olama	660000	1405218	Boaco - Río Blanco
Las Cañas	655479	1390948	Boaco - Río Blanco
	654082	1387280	Boaco - Río Blanco
La Pita	651940	1386122	Boaco - Río Blanco
Boaco	642507	1376546	Boaco - Río Blanco
	639057	1376048	Boaco - Río Blanco
Santa Rita	634058	1372225	San Benito - Boaco
	631792	1371772	San Benito - Boaco
Malacatoya	613441	1361341	San Benito - Boaco
Las Maderas	604844	1376571	Terrabona - San Benito
Sonzapote	605225	1388174	Terrabona - San Benito
Tempisque	607566	1396564	Terrabona - San Benito

Fuente: Multiconsult y Cía. Ltda.

Las especies más vulnerables en estos sitios de vegetación ribarina que funcionan como corredores biológicos son las especies que tienen comportamientos arbóreos o sea que pasan la mayor parte del tiempo haciendo uso del follaje de los árboles ya sea para alimentarse o en sus desplazamientos, estas especies pueden ser: monos, ardillas y especies de aves. En el caso de los mamíferos arbóreos sus tamaños no alcanzan gran longitud (el Mono Congo uno de los mayores mamíferos arbóreos su dimensión total puede alcanzar los 90 cm), por estas dimensiones estos no alcanzan a hacer contacto entre cables evitando ser impactados por una corriente de descarga eléctrica.

En el caso de las aves estas pueden recibir un impacto por colisiones con los cables del tendido eléctrico de la Línea de Transmisión, sobre todo especies con patrones de vuelos erráticos, alturas de vuelo mayores a 20 metros y de comportamiento de vuelo en bandadas, tales como: chocoyos, garzas, anátidos y carroñeros.

Descripción de las formaciones vegetales

A lo largo de la ruta se identifican cuatro tipos de hábitats con sus respectivas formaciones vegetales. Estos hábitats están inmersos principalmente dentro del ecosistema de sistemas agropecuarios con 10-25% y 25-50 % de vegetación natural y en los otros ecosistemas identificados. Sin embargo, el patrón de fragmentación de estos hábitats es bastante alto en el mosaico de uso del suelo del paisaje a consecuencia de la actividad productiva y humana que se desarrolla en todo su entorno. A continuación se hace una descripción de estos hábitats.

a) Vegetación Secundaria (VS)

Principalmente ubicados en el trazo de la línea de Boaco a Matiguás, está claramente limitado a la parte alta de algunos cerros y en las laderas de estos aparentemente dejados sin despalar para evitar deslaves o formaciones de cárcavas. Predominan especies arbóreas y arbustivas de rápido crecimiento. Estos remanentes de vegetación están altamente fragmentados por los usos agropecuarios y el aumento de la densidad poblacional.

b) Vegetación Riparia (VR)

La línea de transmisión del proyecto intercepta varios ríos y riachuelos, en los cuales se puede observar vegetación arbustiva y vegetación riparia que presentan árboles de gran tamaño. Estos son más comunes en la zona de Boaco, Matiguás, Río Blanco hasta Mulukukú. Aunque se constató en el terreno que mucha de esta vegetación riparia está limitada a una sola línea de árboles ubicados en las riberas de estos cursos de ríos.

Figura 7.18. Vegetación riparia intervenida en los ríos cercanos a la zona de Matiguás.



Fuente: Multiconsult y Cía. Ltda.

c) Tacotales o Charrales (T)

El desarrollo de los tacotales en la región Pacífica y Central del país se encuentra asociado a los suelos de alta pendiente. Sin embargo, esta no es la única explicación para el desarrollo de esta vegetación sucesional. Estos se encuentran además en la zona seca del país, con suelos poco profundos y pedregosos, con poca capacidad de almacenamiento de agua, donde la actividad agrícola es de total incertidumbre y la actividad ganadera no es

rentable. Además la vegetación que aquí se desarrolla es de poco valor comercial, razón por la cual es poco atractivo su aprovechamiento.

Esta formación vegetal se encuentra cuando el terreno de cultivo o pastoreo es dejado en descanso por un tiempo determinado por el productor. Usualmente están expuestos a dinámicas de fuego estacionales, ya sea inducido por la ganadería extensiva para dar paso al rebrote de pasto natural o por fuegos sin control de extractores de fauna. Un aspecto interesante en estos es que en áreas con mayor influencia de humedad como el caso de Boaco el tacotal, se desarrolla bastante rápido en comparación con los tacotales de la zona de Terrabona. Es común encontrar Jícaro (*Crecentia alata*) y cornizuelo (*Acacia collinsii*).

d) Cercas vivas (CV)

Estas formaciones vegetales son totalmente seleccionadas y controladas por los dueños de las propiedades y su interés va desde mantener especies que sirven de forraje y sombra para el ganado, especies que funcionan como cortinas rompe-vientos y especies de interés energético. En estas formaciones son bastante comunes el Tigüilote y el Guácimo.

Figura 7.19. Tacotales en áreas que fueron potreros. En algunos sitios aún se evidencia el uso por la ganadería extensiva.



Fuente: Multiconsult y Cía. Ltda.

Figura 7.20. Cercas vivas en áreas de uso ganadero en la zona de Matiguás. Estas juegan un rol clave para las especies de aves en la conexión de parches de bosques.



Fuente: Multiconsult y Cía. Ltda.

e) Potreros con cobertura Arbórea (PCA y PCB)

La ganadería es una de las actividades predominantes en todo el trazo de la ruta de la LT. Por tanto, este uso del suelo condiciona las formaciones vegetales en todos los ecosistemas. Se pueden identificar dos tipos de potreros, aquellos encontrados en la zona seca de San Benito, Terrabona, Boaco en los cuales los potreros casi no tienen árboles y se presentan algunos árboles aislados principalmente Guanacastes. Sin embargo, en la zona de Matiguás, Río Blanco y Mulukukú los potreros tienen una mayor densidad de especies arbóreas y se evidencia un mejor manejo de las áreas ganaderas que favorece la presencia de árboles de gran tamaño con presencia de especies no Maderables, como orquídeas y bromelias.

Los potreros fueron clasificados en potreros de baja cobertura (PCB) y potreros de alta cobertura (PCA), siendo considerados como potreros de baja cobertura aquellos que presentan menos de 30 árboles por hectárea y de alta cobertura los que presentan más de 30 árboles por hectárea.

Figura 7.21. Potrero de Alta Densidad de árboles



Fuente: Multiconsult y Cía. Ltda.

Figura 7.22. Potrero con Baja Densidad de árboles



Fuente: Multiconsult y Cía. Ltda.

f) Áreas de cultivos estacionales (AC)

Se pueden encontrar a lo largo de toda la ruta del trazado de la Línea de Transmisión en parches dispersos. Sin embargo, estos son mayormente predominantes en el primer tramo de la ruta de la Línea de Transmisión, específicamente en la zona de San Benito, Terrabona, Boaco. Los cultivos predominantes son: maní, arroz, sorgo y maíz. Estos son totalmente desprovistos de vegetación natural y presentan influencia de sistemas mecanizados.

Figura.7.23. Cultivo de maíz, uno de los más representativos en las áreas de cultivo.



Fuente: Multiconsult y Cía. Ltda.

7.2.3. Descripción de la Flora

La línea de transmisión tiene una longitud total de 235.5km. Este tramo está localizado desde San Benito hasta Mulukukú, tiene una distancia de 172.22 km., este tramo fue dividido en tres zonas de muestreo, San Benito-Boaco, Boaco-Río Blanco y Río Blanco-Mulukukú. El cuarto tramo muestreado en toda la ruta de la Línea de Transmisión es el tramo de Terrabona – San Benito.

En el área de influencia directa de la línea de transmisión se ubicaron parcelas de monitoreo, éstas fueron ubicadas tomando en cuenta los puntos en los que se ubicarían algunas de las estructuras de apoyo y la línea continua que va de una a otra para evaluar el área de impacto de la instalación de la línea y de las estructuras de apoyo en el terreno, para esto se escogió en la imagen satelital más reciente del programa Google earth (versión gratuita) los sitios en los que se observó mayor densidad en la cobertura vegetal; también se estableció un criterio de distancia de aproximadamente 10 km entre cada punto de evaluación rápida de la diversidad para hacer evaluaciones rápidas de la cobertura y diversidad vegetal, estas parcelas median 20x20 mt y se ubicaron según el área impactada en las zonas con mejor cobertura vegetal y en áreas de uso agropecuario.

El número de parcelas fue seleccionado al azar tomando en cuenta la homogeneidad del área a ser impactada por la construcción de la línea ya que está diseñada en una ruta en la

que la mayor cobertura vegetal está dentro de las áreas de pastoreo (potreros) y riberas de algunos ríos por los que pasará la línea, algunas fueron ubicadas en áreas de cultivo abiertas, en esta caso se realizó una valoración en las cercas vivas en los límites del área.

Las áreas en donde fueron ubicadas las parcelas son principalmente potreros y zonas de cultivo, esto se debió a que la mayor parte de la línea de transmisión está diseñada para atravesar solo áreas de potreros y cultivos, en muy pocos casos la línea atraviesa algún parche de bosque considerable, la mayoría de parches de bosques que atraviesa están ubicados en las riberas de algunos ríos. Ver tabla 7.10.

En los tramos se establecieron un total de 25 parcelas o puntos de monitoreo, estos están distribuidos de la siguiente manera:

Terrabona-San Benito (60.5 km): 6

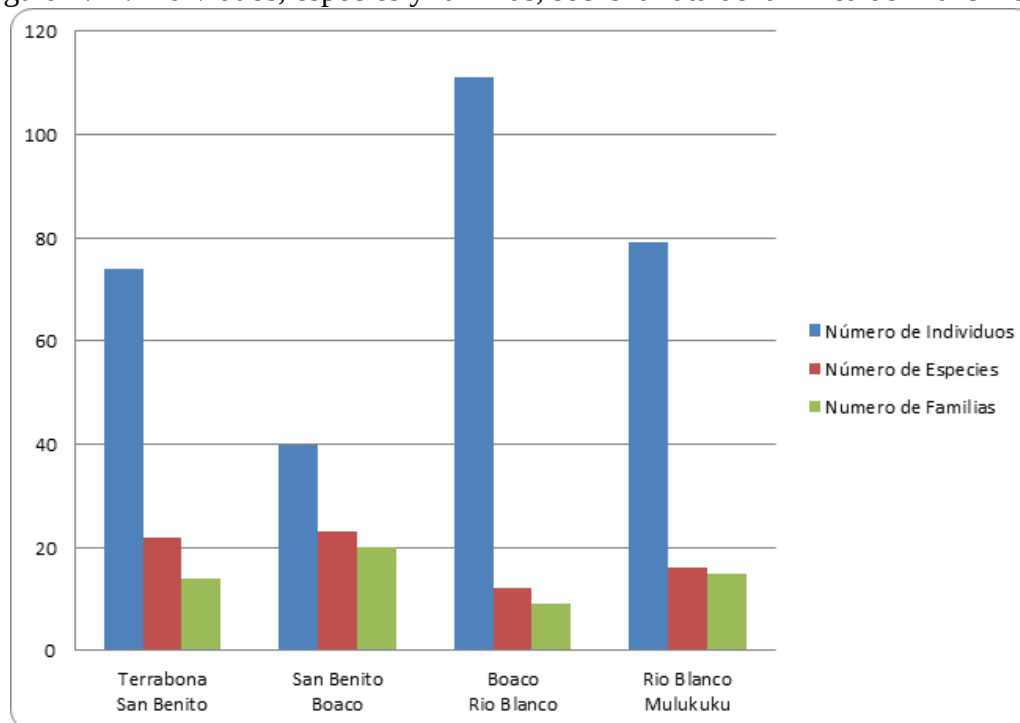
San Benito-Boaco (45.2 km): 5

Boaco-Río Blanco (91.5 km): 8

Río Blanco-Mulukukú (38.3 km): 6

En las parcelas establecidas se registraron un total de 304 individuos, agrupados en 32 familias y 51 especies, del total de individuos registrados el 54% (162 individuos) se registraron como arbustos, el restante 46%(142 individuos) se registraron como árboles o fustales. No se registraron lianas en las parcelas de muestreo.

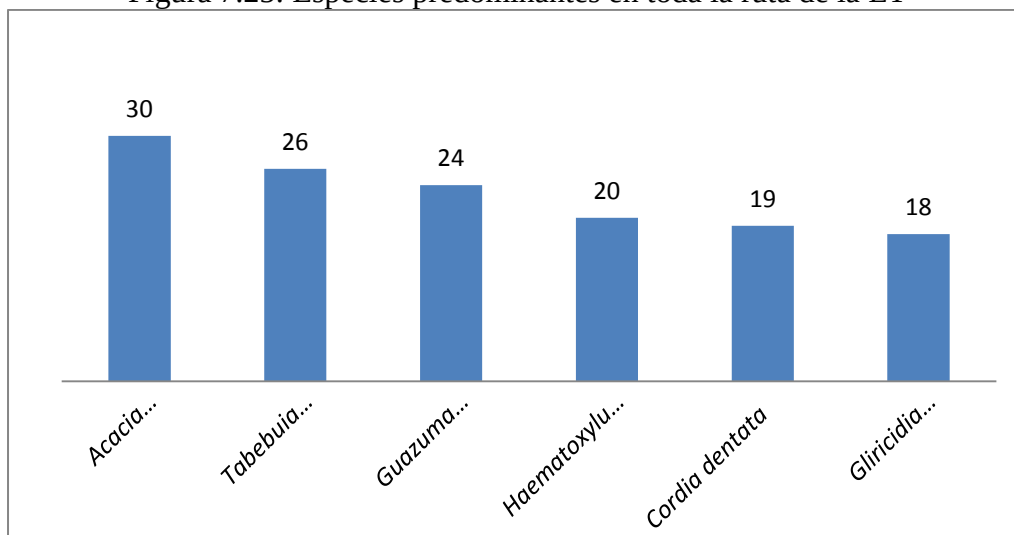
Figura 7.24: Individuos, especies y familias, sobre la ruta de la Línea de Transmisión



Fuente: Multiconsult y Cía Ltda.

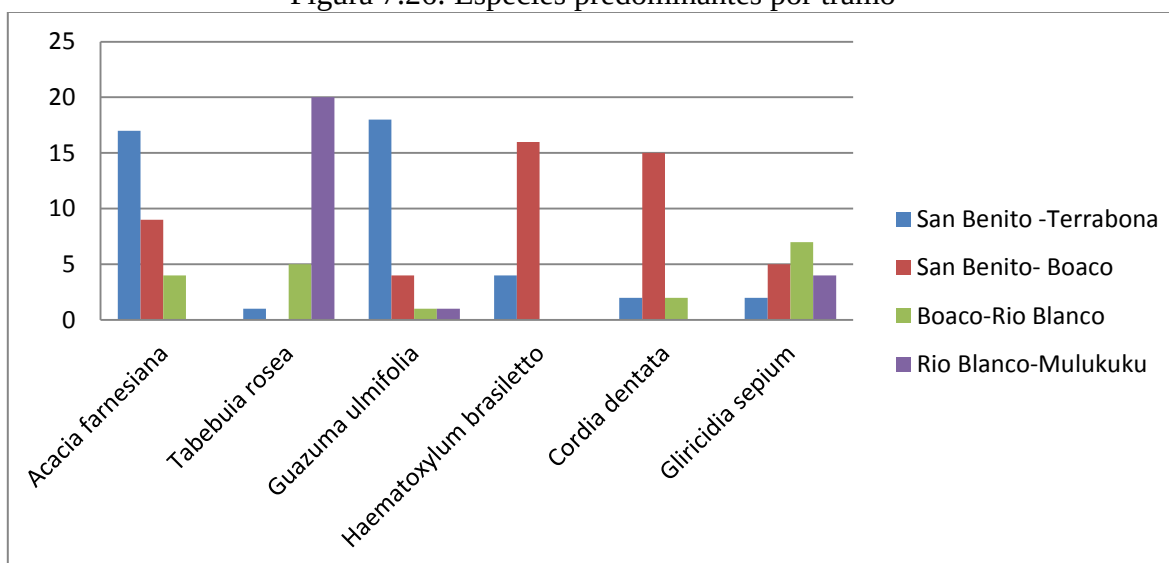
De todas las especies registradas las más comunes fueron, Espino de playa (*Acacia farnesiana*), Roble (*Tabebuia rosea*) y Guácimo (*Guazuma ulmifolia*), estas son las únicas tres que sobre pasaron un número mayor de 20 individuos cada una.

Figura 7.25: Especies predominantes en toda la ruta de la LT



Fuente: Multiconsult y Cía. Ltda.

Figura 7.26: Especies predominantes por tramo

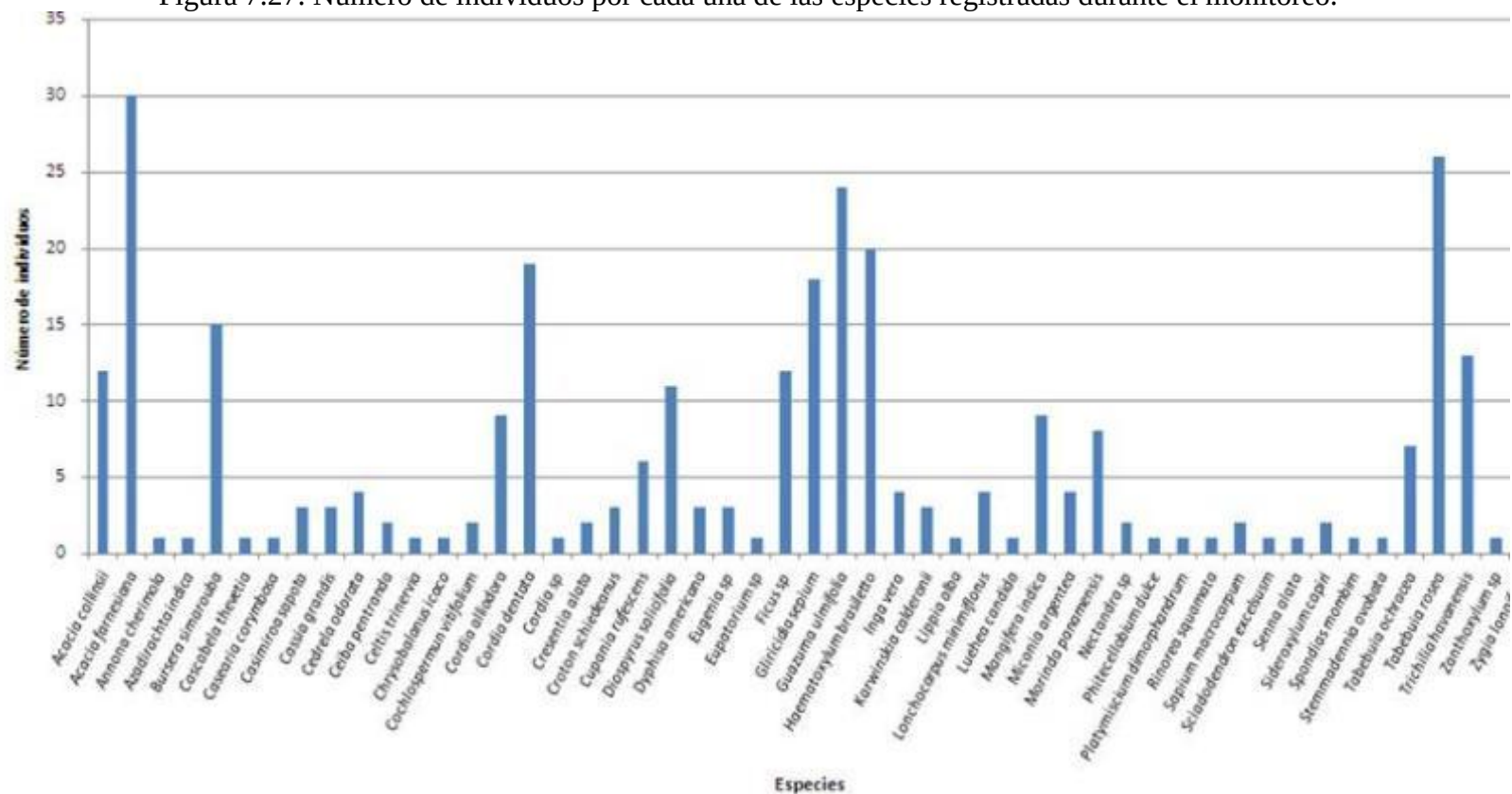


Fuente: Multiconsult y Cía. Ltda.

Estas son las especies que presentan el mayor número de individuos dentro de los diferentes tramos en donde se levantó la información de flora, es de destacar que únicamente dos especies de estas están presentes en todos los tramos que son el Guácimo (*Guazuma ulmifolia*) esta se puede encontrar de manera natural y el Madero negro (*Gliricidia sepium*) esta última en la zona de Rio Blanco y Matiguás ha sido introducida como cerca viva

además es apreciada por su madera para leña y para construcción. La especie Roble (*Tabebuia rosea*) aunque no se reporta dentro de las parcelas si se puede encontrar en la zona de San Benito y Boaco.

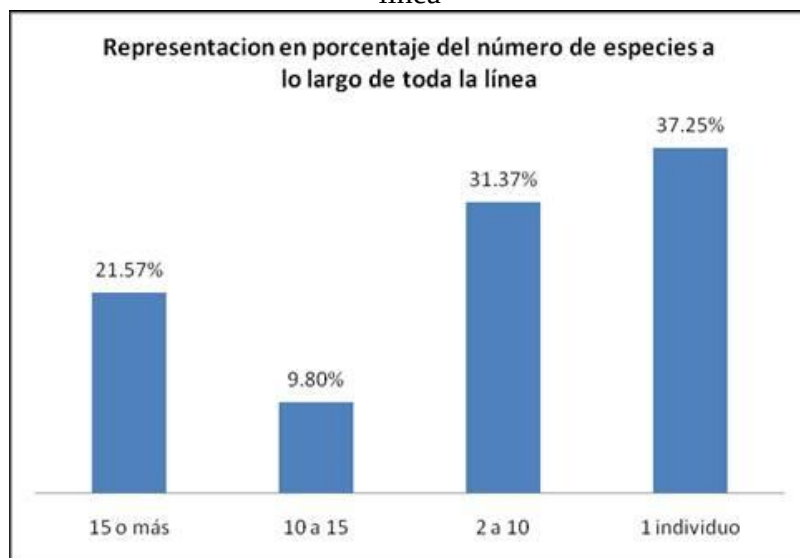
Figura 7.27. Número de individuos por cada una de las especies registradas durante el monitoreo.



Fuente: Multiconsult y Cía. Ltda.

De todas las especies registradas un total de 19 están representadas o fueron observadas una sola vez representando el mayor porcentaje de registro de las especies dentro de las parcelas.

Figura 7.28. Representación en porcentaje del número de especies a lo largo de toda la línea

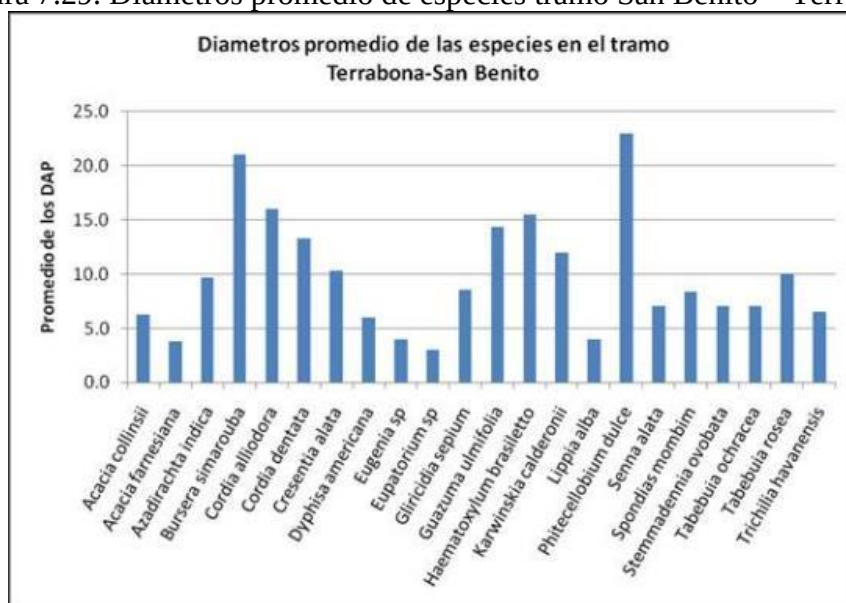


Fuente: Multiconsult y Cía. Ltda.

7.2.3.1. Distribución diamétricas de las especies encontradas en las parcelas de monitoreo.

La mayor área de impacto de la línea de transmisión ocurrirá en zonas de cultivo y potreros, principalmente en la línea que viene de Mulukukú a San Benito, pasando por Rio Blanco, Muy Muy, Matiguás y Boaco. En esta zona en la zona de potreros en donde más se utilizan especies para fomentar la conservación del suelo y permanencia de sombra en el verano para el ganado.

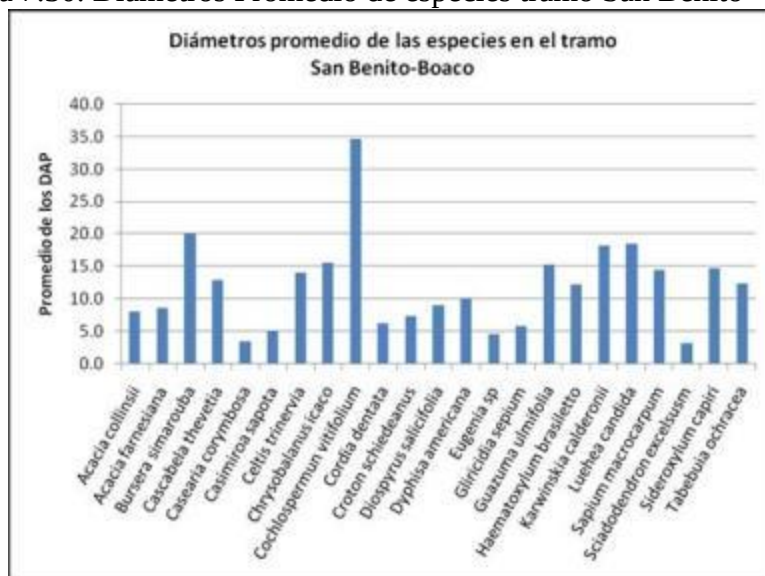
Figura 7.29. Diámetros promedio de especies tramo San Benito – Terrabona



Fuente: Multiconsult y Cía. Ltda.

En el tramo Terrabona-San Benito se identificaron 22 especies de árboles y arbustos, siendo el Espino negro (*Phitecellobium dulce*) y el Jiñocaubo (*Bursera simarouba*) las que tienen los mayores promedios de DAP, aunque esto obedece a que *P. dulce* únicamente se registró en una ocasión durante el estudio, no se observaron en las parcelas de muestreo arbusto o regeneración natural de la especie, pero *B. simarouba* es más utilizada como cerca viva, por lo que las diferencias de diámetros responden a los años de utilidad de las especies en los sistemas silvopastoriles.

Figura 7.30. Diámetros Promedio de especies tramo San Benito - Boaco



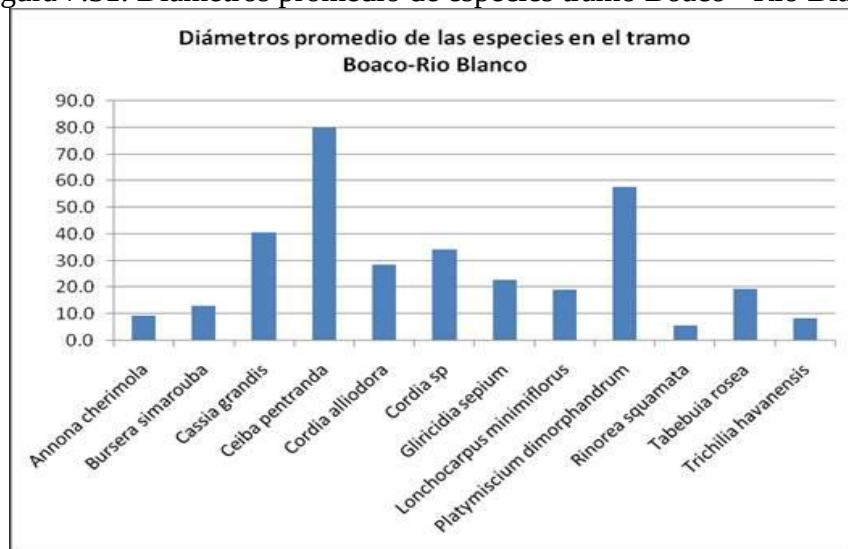
Fuente: Multiconsult y Cía. Ltda.

Este tramo tiene mucha variación en cuanto a los DAP de las especies, no existe mucha uniformidad en la distribución de los promedios de esta medida.

En el tramo San Benito-Boaco la especie que aparece como más relevante en cuanto a tamaño del diámetro es el Poro Poro ó Buri (*Cochlospermum vitifolium*), esta se registró en dos ocasiones en el muestreo, siendo utilizada como cerca viva.

En este tramo se observa una mayor uniformidad de las medidas de los DAP, la mayor parte de los individuos medidos están entre el rango de los 10 y 20 DAP.

Figura 7.31. Diámetros promedio de especies tramo Boaco - Río Blanco

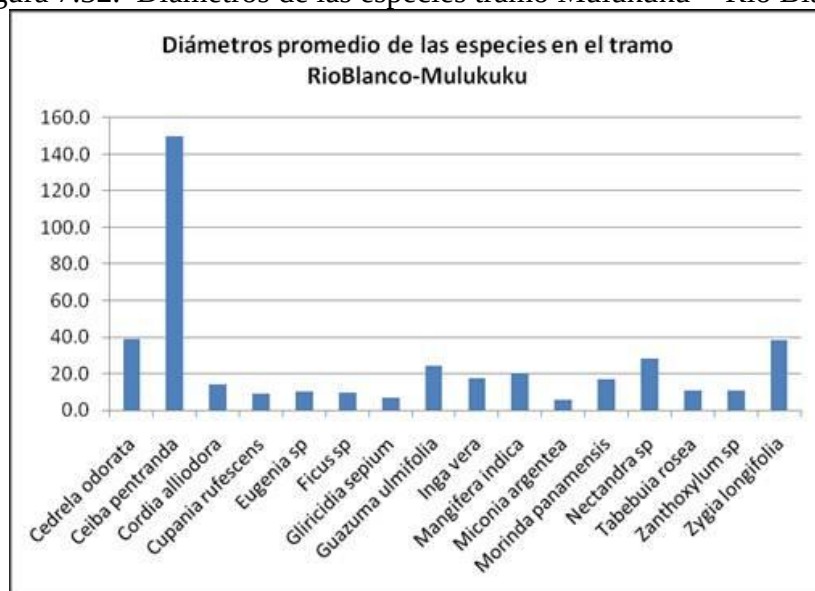


Fuente: Multiconsult y Cía. Ltda.

En el tramo Boaco-Río Blanco, las especies que presentan los mayores DAP, son Ceiba (*Ceiba pentandra*) y Coyote (*Platymiscium dimorphandrum*), estas son más evidentes en los potreros como especies utilizadas para sombra del ganado, o en el caso del Coyote es dejada crecer para luego aprovechar su madera que es una de las más apetecidas en la zona. Estas dos especies se pueden observar en las riberas de los ríos y en ocasiones como cercas vivas.

La mayor parte de los individuos en este tramo está entre el rango de 10 a 20 cm de DAP

Figura 7.32. Diámetros de las especies tramo Mulukukú - Río Blanco



Fuente: Multiconsult y Cía. Ltda.

En el tramo Río Blanco – Mulukukú, es en donde mayor se ve la utilización de especies para cercas vivas y sombras dentro de los potreros (casi todos los troncos son cortados al mismo tiempo) por lo que la uniformidad de los promedio en tamaños de cm de DAP es mucho más evidente, en este tramo las especies como Ceiba con DAP mayores, solo

se ven en ocasiones, ya dentro de los potreros es más común encontrar árboles jóvenes de Roble Macuelizo (*Tabebuia rosea*) los que no alcanzan diámetros mayores a 20cm de DAP

De los 4 tramos las especies más representativas son las que no poseen ningún valor comercial como Roble Macuelizo, Jiñocuabo, Guazimo de Ternero, etc. o su mayor uso es el de leña para consumo dentro de las fincas o haciendas ganaderas. Aunque en la zona se pueden observar especies que si poseen un alto valor comercial como el coyote, caoba del pacifico, pochote, Guanacaste, estas están más destinadas a servir de sombra o cerca viva hasta el momento en que su madera sea aprovechable. Ver mapa de parcelas de muestreo en anexo 5, Mapa de Ecosistemas y Puntos de Muestreo.

Calculo del Área basal

El cálculo del área basal de las especies que serán impactadas por la construcción de la línea de transmisión es importante para tener una idea de cuanta madera será removida por la construcción de la línea. Aunque la mayoría de las especies a ser impactadas por la construcción de la línea no tienen un valor económico mayor que el de leña (principalmente para auto consumo en cada una de las fincas por las que pasará la línea) existen algunas que, aunque no fueron encontradas dentro de las parcelas de muestreo están presentes y si tienen valor maderable, como la caoba, el pochote entre otras.

Figura 7.33. Área Basal de las Especies



Fuente: Multiconsult y Cía. Ltda.

En el gráfico anterior se muestra el cálculo de área basal de las especies encontradas dentro de las parcelas de muestreo, aunque se muestra la especie *Ceiba pentandra* como la que tendrá un volumen mayor de remoción esto obedece a que esta especie tiene el mayor tamaño en DAP y altura que las otras que fueron reportadas, las otras especies que tienen un alto volumen de remoción son *Guazuma ulmifolia*, *Cedrela odorata* y *Cordia dentata* estas tres principalmente en la zona de Terrabona – San Benito – Boaco, son utilizadas como sombra dentro de los potreros y como cercas vivas, en la zona de Boaco – Río Blanco – Mulukuku, las especies que tienen mayor volumen de remoción son *Tabebuia rosea*, *Gliricidia sepium*, y *Bursera simarouba*, las tres utilizadas o plantadas principalmente como sombra en los potreros o como cercas vivas.

Tabla 7.11. Listado de Especies encontradas en los muestreos a lo largo de toda la ruta

Nombre común	Nombre científico	Familia
Aguacate de monte	<i>Nectandra sp</i>	Lauraceae
Brasil	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	Caesalpiniaceae
Cachito	<i>Stemmadennia obovata</i>	Apocynaceae
Cachito	<i>Acacia collinsii</i>	Mimosaceae
Capiroto	<i>Miconia argentea</i>	Melastomataceae
Carao	<i>Cassia grandis</i>	Caesalpiniaceae
Casearia	<i>Casearia corymbosa</i>	Flacourtiaceae
Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	Meliaceae
Ceiba	<i>Ceiba pentandra</i>	Bombacaceae
Celtis	<i>Celtis trinervia</i>	Ulmaceae
Chaperno	<i>Lonchocarpus minimiflorus</i>	Fabaceae
Chilca	<i>Cascabela thevetia</i>	Apocynaceae
Chirimolla	<i>Annona cherimola</i>	Annonaceae
Chocoyito	<i>Diospyrus salicifolia</i>	Ebenaceae
Clusia	<i>Ficus sp</i>	Moraceae
Cola de pava	<i>Cupania rufescens</i>	Sapindaceae
Cordia	<i>Cordia sp</i>	Boraginaceae
Corroncha de lagarto	<i>Zanthoxylum sp</i>	Rutaceae
Cortez	<i>Tabebuia ochracea</i>	Bignoniaceae
Coyote	<i>Platymiscium dimorphandrum</i>	Fabaceae
Cuajiniquil	<i>Inga vera</i>	Mimosaceae
Espino de playa	<i>Acacia farnesiana</i>	Mimosaceae
Espino negro	<i>Phytocellobium dulce</i>	Mimosaceae
Eugenia	<i>Eugenia sp</i>	Myrtaceae
Eupatorium	<i>Eupatorium sp</i>	Asteraceae
Gallinazo	<i>Sciadodendron excelsum</i>	Araliaceae
Guachipilin	<i>Dyphisa americana</i>	Fabaceae
Guazimo de molenillo	<i>Luehea candida</i>	Malvaceae
Guanislama	<i>Lippia alba</i>	Verbenaceae
Guazimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Sterculiaceae
Icaco	<i>Chrysobalanus icaco</i>	Chrysobalanaceae
Jicaro	<i>Crescentia alata</i>	Bignoniaceae
Jiñocuabo	<i>Bursera simarouba</i>	Burseraceae

Jocote	<i>Spondias mombim</i>	Anacardiaceae
Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	Boraginaceae
Lechecuavo	<i>Sapium macrocarpum</i>	Euphorbiaceae
Limoncillo	<i>Trichilia havanensis</i>	Meliaceae
Madriado	<i>Gliricidia sepium</i>	Fabaceae
Mango	<i>Mangifera indica</i>	Anacardiaceae
Matasano	<i>Casimiroa sapota</i>	Sapindaceae
Neem	<i>Azadirachta indica</i>	Meliaceae
Poroporo	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Cochlospermaceae
Rinorea	<i>Rinorea squamata</i>	Violaceae
Roble macuelizo	<i>Tabebuia rosea</i>	Bignoniaceae
Sangre grado	<i>Croton schiedeana</i>	Euphorbiaceae
Sorocontil	<i>Senna alata</i>	Fabaceae
Sotacaballo	<i>Zygia longifolia</i>	Fabaceae
Tempisque	<i>Sideroxylum capiri</i>	Sapotaceae
Tiguilote	<i>Cordia dentata</i>	Boraginaceae
Wiliwiste	<i>Karwinskia calderonii</i>	Rhamnaceae
Yema de huevo	<i>Morinda panamensis</i>	Rubiaceae

Fuente: Multiconsult y Cía. Ltda.

En total en toda el área de estudio se encontraron 51 especies de plantas forestales, de estas especies únicamente dos de ellas, Cedro y Ceiba tiene restricciones dentro de la ley de veda forestal, no hay registros dentro de las parcelas de alguna especie que este dentro de las especies protegidas por la convención CITES.

Fuera de las parcelas de monitoreo se observaron especies como la Caoba, que ha sido plantada como cerca viva principalmente en la zona de Terrabona, y es la única que está protegida dentro de la lista de especies de plantas de la convención CITES para Nicaragua.

El área basal por hectárea varía según:

- El tamaño de los árboles individuales
- La densidad de plantación (número de árboles por hectárea).

A su vez, el tamaño de los árboles individuales depende de múltiples factores:

- La especie
- La densidad de plantación (en términos generales, a mayor número de árboles por hectárea, menos podrán crecer éstos)
- La edad del árbol
- La oferta ambiental

Tabla 7.12. Usos de las Especies Encontradas

Nombre Común	Nombre Científico	Familia	En veda forestal	Uso/Potencial
Aguacate de monte	<i>Nectandra sp</i>	Lauraceae		Leña
Brasil	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	Caesalpiniaceae		Leña
Cachito	<i>Stemmadennia ovobata</i>	Apocynaceae		Leña
Cachito	<i>Acacia collinsii</i>	Mimosaceae		Leña
Capiroto	<i>Miconia argentea</i>	Melastomataceae		Ecológico
Carao	<i>Cassia grandis</i>	Caesalpiniaceae		Medicinal
Casearia	<i>Casearia corymbosa</i>	Flacourtiaceae		Leña
Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	Meliaceae	Veda permanente *	Madera
Ceiba	<i>Ceiba pentrandia</i>	Bombacaceae	Veda permanente *	Ecológico
Celtis	<i>Celtis trinervia</i>	Ulmaceae		Leña
Chaperno	<i>Lonchocarpus minimiflorus</i>	Fabaceae		Leña/Madera
Chilca	<i>Cascabela thevetia</i>	Apocynaceae		Ecológico
Chirimolla	<i>Annona cherimola</i>	Annonaceae		Ecológico
Chocoyito	<i>Diospyrus salicifolia</i>	Ebenaceae		Leña/Ecológico
Clusia	<i>Ficus sp</i>	Moraceae		Ecológico
Cola de pava	<i>Cupania rufescens</i>	Sapindaceae		Ecológico
Cordia	<i>Cordia sp</i>	Boraginaceae		Madera
Corroncha de lagarto	<i>Zanthoxylum sp</i>	Rutaceae		Leña
Cortez	<i>Tabebuia ochracea</i>	Bignoniaceae		Ecológico
Coyote	<i>Platymiscium dimorphandrum</i>	Fabaceae		Madera
Cuajiniquil	<i>Inga vera</i>	Mimosaceae		Leña/Ecológico
Espino de playa	<i>Acacia farnesiana</i>	Mimosaceae		Ecológico
Espino negro	<i>Phitecellobium dulce</i>	Mimosaceae		Ecológico
Eugenia	<i>Eugenia sp</i>	Myrtaceae		Ecológico
Eupatorium	<i>Eupatorium sp</i>	Asteraceae		Ecológico
Gallinazo	<i>Sciadodendron excelsum</i>	Araliaceae		Ecológico
Guachipilin	<i>Dyphisa americana</i>	Fabaceae		Leña
Guazimo de molenillo	<i>Luehea candida</i>	Malvaceae		Leña
Guanislama	<i>Lippia alba</i>	Verbenaceae		Ecológico
Guazimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Sterculiaceae		Leña
Icaco	<i>Chrysobalanus icaco</i>	Chrysobalanaceae		Ecológico
Jicaro	<i>Crescentia alata</i>	Bignoniaceae		Leña/Ecológico
Jiñocuabo	<i>Bursera simarouba</i>	Burseraceae		Ecológico
Jocote	<i>Spondias mombim</i>	Anacardiaceae		Ecológico/Comestible
Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	Boraginaceae		Madera
Lechecuavo	<i>Sapium macrocarpum</i>	Euphorbiaceae		Ecológico
Limoncillo	<i>Trichilia havanensis</i>	Meliaceae		Leña/Ecológico

EIA REFUERZOS PARA LA CONEXIÓN DEL PROYECTO HIDROELECTRICO TUMARIN –
I ETAPA

Madriado	<i>Gliricidia sepium</i>	Fabaceae		Leña/Madera/Ecológico
Mango	<i>Mangifera indica</i>	Anacardiaceae		Ecológico/Comestible
Matasano	<i>Casimiroa sapota</i>	Sapindaceae		Ecológico/Comestible
Neem	<i>Azadirachta indica</i>	Meliaceae		Leña
Poroporo	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Cochlospermaceae		Ecológico
Rinorea	<i>Rinorea squamata</i>	Violaceae		Ecológico
Roble macuelizo	<i>Tabebuia rosea</i>	Bignoniaceae		Leña/Ecológico
Sangre grado	<i>Croton schiedeana</i>	Euphorbiaceae		Ecológico
Sorocontil	<i>Senna alata</i>	Fabaceae		Ecológico
Sotacaballo	<i>Zygia longifolia</i>	Fabaceae		Madera
Tempisque	<i>Sideroxylum capiri</i>	Sapotaceae		Leña/Ecológico
Tiguilote	<i>Cordia dentata</i>	Boraginaceae		Ecológico
Wiliwiste	<i>Karwinskia calderonii</i>	Rhamnaceae		Leña/Ecológico
Yema de huevo	<i>Morinda panamensis</i>	Rubiaceae		Ecológico

Fuente: Multiconsult y Cía. Ltda.

Conclusiones del estudio de Flora

La construcción de la línea de transmisión entre terrabona y Mulukuku, no presenta una mayor amenaza para los pequeños fragmentos de bosque que se encuentran a lo largo de todo el recorrido de la misma, ya que está diseñada para atravesar áreas de pastoreo y áreas de cultivos con poca o ninguna cobertura.

Las áreas de cultivo y pastoreo por donde discurrirá la línea de transmisión presentan una cobertura vegetal bastante homogénea, con especies principalmente utilizadas para sombra en los potreros o cercas vivas.

Los pequeños fragmentos de bosques que se encuentran en la zona están ubicados en su mayoría en las riberas de los ríos por los que atravesará la línea y presentan una diversidad alta de especies de bosque en crecimiento secundario.

Las especies más impactadas por la remoción de cobertura vegetal a lo largo de la línea de transmisión son especies que no presentan un valor comercial alto, ya que en su mayoría las que fueron encontradas en las parcelas de muestreo el único valor comercial es para leña y esta no es comercialada por los dueños de las fincas sino que se utiliza en autoconsumo.

La mayor parte de las especies que fueron observadas durante la fase de campo tienen DAP entre 10 y 20 cm, esto se debe a que son sembradas a propósito para fines como sombra o cercas vivas.

Existen aún en la zona por donde pasará la línea de transmisión algunos fragmentos de bosque con buena cobertura vegetal, aunque la mayoría es una cobertura vegetal de bosque secundario.

7.2.4. Descripción de la Fauna

Un total de 91 especies de fauna entre aves, mamíferos, anfibios y reptiles fueron identificadas en el área de estudio, siendo las aves las más diversas con 79 especies reportadas, entre aves acuáticas y aves terrestres. En segundo lugar los mamíferos con cinco especies y por último los anfibios y reptiles con dos y cinco especies respectivamente.

Del total de especies identificadas, 14 se encuentran protegidas por el estado Nicaragüense, al encontrarse en las listas de apéndices CITES (UICN 1999) (Convenio Internacional de Tráfico de Especies de Fauna Silvestres) o por presentar vedas a nivel nacional (parciales o indefinidas).

Tabla.7.13. Especies de Fauna incluidas en apéndices CITES y Vedas

Especie	Apéndice CITES	Vedas
Aves		
<i>Amazilia cyanura</i>	II	
<i>Amazona albifrons</i>	II	Veda nacional indefinida
<i>Aratinga canicularis</i>	II	Veda nacional indefinida
<i>Aratinga nana</i>	II	Veda nacional indefinida
<i>Brotogeris jugularis</i>	II	Veda nacional indefinida
<i>Buteo nitidus</i>		Veda nacional indefinida
<i>Buteo platypterus</i>	II	Veda nacional indefinida
<i>Dendrocygna autumnalis</i>		Vedas parciales nacionales
<i>Falco peregrinus</i>	I	Veda nacional indefinida
<i>Herpetotheres cachinnans</i>	II	Veda nacional indefinida
<i>Turdus grayi</i>		Vedas parciales nacionales
Mamíferos		
<i>Alouatta palliata</i>	I	Veda nacional indefinida
<i>Puma yagouaroundi</i>	I	Veda nacional indefinida
Reptiles		
<i>Basiliscus vittatus</i>		Vedas parciales nacionales

Fuente: Multiconsult y Cía. Ltda.

Con el fin de conocer la similitud entre los tipos de cobertura vegetal evaluados, así como también entre los tramos evaluados, se realizó un análisis de similitud utilizando el índice de Jacard, método de Ward y estrategia de aglomeración de ligamiento promedio. No obstante, este análisis solo lo pudimos realizar utilizando las aves ya que fue el único grupo taxonómico con suficientes especies e individuos que nos permitió realizar dicho análisis.

7.2.4.1. Aves

Se identificaron un total de 79 especies de aves, entre acuáticas y terrestres, las que pertenecen a 13 órdenes y 27 familias. Entre las especies registradas se encuentran 63 que son residentes las cuales representan el 79% del total de especies reportadas durante el estudio, ocho especies son migratorias (10%), tres especies con poblaciones residentes y poblaciones migratorias (4%), tres especies que pasan de paso durante su migración (4%) y dos especies que anidan en Nicaragua y migran hacia Sudamérica (3%). Del total de especies de aves identificadas en el presente estudio 11 (15%), se encuentran protegidas por el estado Nicaragüense, al encontrarse en las listas de apéndices CITES (UICN 1999) (Convenio Internacional de Tráfico de Especies de Fauna Silvestres) o por presentar vedas a nivel nacional (ya sea parciales o indefinidas).

Tabla 7.14. Listado de especies de Aves por cobertura

Especie	Nombre común	Cerca Viva	Potrero Cobertura Alta	Potrero Cobertura Baja	Vegetación Riparia
<i>Amazilia cyanura</i>	Amazilia coliazul			1	
<i>Amazilia rutila</i>	Amazilia canela			4	1
<i>Amazona albifrons</i>	Loro frentiblanco			3	
<i>Aratinga canicularis</i>	Perico frentinaranja			5	
<i>Aratinga nana</i>	Perico pechilivo			1	
<i>Arremonops conirostris</i>	Pinzón cabecilistado			2	
<i>Arremonops rufivirgatus</i>	Pinzón aceituno			3	
<i>Basileuterus rufifrons</i>	Reinita cabecicastaña			1	
<i>Brotogeris jugularis</i>	Chocoyo barbinaranja			3	1
<i>Buteo nitidus</i>	Gavilán gris			2	
<i>Buteo platypterus</i>	Gavilán aludo			1	
<i>Calocitta formosa</i>	Urraca copetona		1	4	
<i>Campylorhynchus rufinucha</i>	Saltapiñuela nuquirrufa			6	1
<i>Caracara plancus</i>	Quebrantahuesos			2	
<i>Casmerodius albus</i>	Ibis blanco			2	
<i>Cathartes aura</i>	Zopilote cabecirrojo		1	4	
<i>Ceryle torquata</i>	Martín pescador collarejo			1	
<i>Chiroxiphia linearis</i>	Saltarín Toledo				1
<i>Chloroceryle americana</i>	Martín pescador verde				1
<i>Columba flavirostris</i>	Paloma piquirroja			1	
<i>Columbina inca</i>	Tortolita colilarga	1	1	1	
<i>Columbina passerina</i>	Tortolita común			1	
<i>Columbina talpacoti</i>	Tortolita rojiza	1	1	3	
<i>Contopus virens</i>	Pibí oriental			1	
<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote negro			4	
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero común		2	10	
<i>Cyanocorax morio</i>	Urraca parda			3	

EIA REFUERZOS PARA LA CONEXIÓN DEL PROYECTO HIDROELECTRICO TUMARIN –
I ETAPA

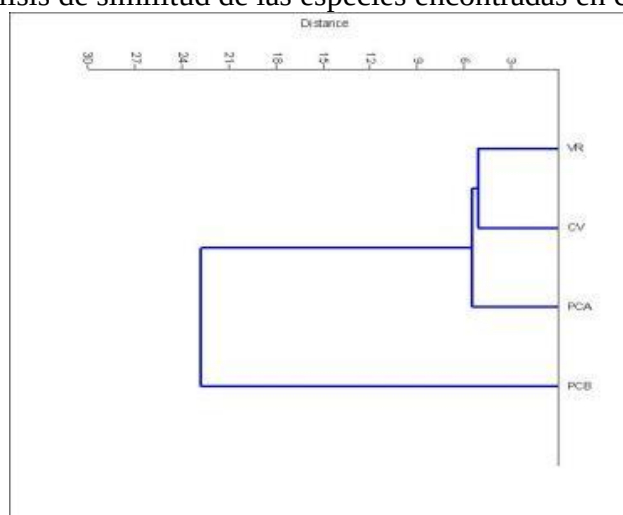
<i>Dendrocygna autumnalis</i>	Piche piquirrojo			2	
<i>Dives dives</i>	Cacique piquinegro			1	
<i>Euphonia affinis</i>	Eufonia gorginegra	1			
<i>Falco peregrinus</i>	Halcón peregrino			1	
<i>Guiraca caerulea</i>	Piquigrueso azul			1	
<i>Herpetotheres cachinnans</i>	Guaco			1	
<i>Icterus pustulatus</i>	Chichiltote dorsilistado			2	
<i>Jacana spinosa</i>	Jacana centroamericana			1	
<i>Lepidocolaptes souleyetii</i>	Trepatronco cabecirrayado			1	
<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma coliblanca			3	
<i>Megarhynchus pitangua</i>	Güis picudo	1	1	1	
<i>Melanerpes formicivorus</i>	Carpintero careto		1		
<i>Melanerpes hoffmannii</i>	Carpintero nuquigualdo		1	7	
<i>Morococcyx erythropygus</i>	Cucillo sabanero			1	
<i>Morococcyx velox</i>	Correcaminos menor			1	
<i>Myiarchus cinerascens</i>	Güis gorgipálido			1	1
<i>Myiarchus crinitus</i>	Güis migrador			1	
<i>Myiarchus tuberculifer</i>	Güis cretioscuro	1			
<i>Myiarchus tyrannulus</i>	Güis crestipardo mayor		1	1	
<i>Myiodynastes luteiventris</i>	Cazamoscas pechiamarillo			3	
<i>Myiodynastes maculatus</i>	Cazamoscas listado			1	
<i>Myiozetetes similis</i>	Güis chico		1	2	
<i>Notiochelidon cyanoleuca</i>	Golondrina blanquiazul			1	
<i>Peucaea ruficauda</i>	Sabanero cabecilistado			1	
<i>Piaya cayana</i>	Cuco ardilla			1	
<i>Pitangus sulphuratus</i>	Güis común	1		7	
<i>Psarocolius montezuma</i>	Oropéndola mayor			3	
<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate grande			4	
<i>Ramphocelus passerinii</i>	Tángara rabirroja			1	
<i>Riparia riparia</i>	Avión zapador			1	
<i>Setophaga petechia</i>	Reinita amarilla		1	3	
<i>Setophaga ruticilla</i>	Candelita norteña			1	
<i>Sporophila aurita</i>	Espiguero variable	2		3	
<i>Sturnella magna</i>	Zacatero común			2	
<i>Tangara larvata</i>	Tángara capuchidorada	1	1		
<i>Thraupis episcopus</i>	Tángara azulada	1		3	
<i>Thryothorus modestus</i>	Charralero culirufado	1	1	2	
<i>Thryothorus rufalbus</i>	Charralero rufiblanco		1		
<i>Tigrisoma mexicanum</i>	Garza tigre gorgilisa		1		

<i>Tityra inquisitor</i>	Titira coroninegra	1		1	
<i>Tityra semifasciata</i>	Titira carirroja			1	
<i>Todirostrum cinereum</i>	Espatulilla común	1	1	1	
<i>Troglodytes aedon</i>	Chochín casero	1		1	
<i>Trogon melanocephalus</i>	Trogón cabecinegro			2	
<i>Turdus grayi</i>	Sensontle pardo	2		5	
<i>Tyrannus dominicensis</i>	Tirano costero			1	
<i>Tyrannus forficatus</i>	Tijereta rosada			1	
<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano tropical	1	2	1	1
<i>Tyrannus savana</i>	Tijereta sabanera			1	
<i>Vermivora peregrina</i>	Reinita verduzca			1	
<i>Volatinia jacarina</i>	Semillerito negro		2	5	
<i>Zenaida asiatica</i>	Tórtola aliblanca			7	

Fuente: Multiconsult y Cía. Ltda.

Se realizó un análisis de similitud entre los tipos de cobertura, muestreados en función de su composición de especies de aves obteniendo que la vegetación riparia (VR), la cerca viva (CV) y los potreros con cobertura alta (PCA) presentaron mayor similitud en cuanto a su composición de especies en relación con los potreros de baja cobertura (PBC). Esto se debe probablemente a que a que la vegetación riparia, la cerca viva y los potreros con alta cobertura ofrecen mayor cantidad de alimento, sitios de percha y de anidación para las aves en relación con los potreros de baja cobertura que por su condición de presentar poca densidad de árboles casi no disponen de sitios de alimentación, percha y anidación para las aves.

Figura 7.34. Análisis de similitud de las especies encontradas en cada tipo de hábitat



Fuente: Multiconsult y Cía. Ltda.

7.2.4.2. Mamíferos

Se identificó un total de cinco especies de mamíferos en el área de estudio, los que pertenecen a tres órdenes y cinco familias. Del total de especies reportadas, dos se encuentran protegidas por el estado nicaragüense, al encontrarse en las listas de

apéndices CITES (UICN 1999) (Convenio Internacional de Tráfico de Especies de Fauna Silvestres) o por presentar vedas a nivel nacional ya sea parciales o indefinidas.

7.2.4.3. Anfibios y Reptiles

Se identificó un total de dos especies de anfibios en el área de estudio, las que pertenecen a un orden y dos familias. Ninguna de estas dos especies se encuentran protegidas por el estado Nicaragüense. De igual manera se encontraron cinco especies de reptiles de la cual una se encuentra protegida por el estado nicaragüense bajo veda parcial nacional. Ver tabla No. 7.15

7.2.5. Fauna por tramo

Con el propósito de facilitar la comprensión de los resultados de la información, los muestreos de fauna se realizaron dividiendo la ruta de la Línea de Transmisión en cuatro transeptos. Esto se realizó considerando los siguientes criterios del paisaje que se mantenían homogéneos en cada tramo: características topográficas, condiciones del clima y uso del suelo. Los tramos son los siguientes:

Tramo 1:	San Benito –Terrabona
Tramo 2:	San Benito –Boaco
Tramo 3:	Boaco –Rio Blanco
Tramo 4:	Río Blanco–Mulukukú

7.2.5.1. Tramo 1. San Benito – Terrabona

Aves

En el tramo uno encontramos un total de 21 especies de aves de las cuales 17 son aves residentes, una es migratoria, una de paso y dos con poblaciones residentes y poblaciones migratorias. Tres especies se encuentran en el Apéndice II de CITES y protegidas por el estado de Nicaragua con Veda Nacional Indefinida. Todas las especies fueron localizadas en Potreros de baja cobertura y tacotales.

Tabla 7.15.Especies de aves identificadas en el Tramo 1

No.	Especie	Estatus	CITES	Vedas
1	Basileuterus rufifrons	R		
2	Melanerpes hoffmannii	R		
3	Pitangus sulphurus	R		
4	Crotophaga sulcirostris	R		
5	Aratinga canicularis	R	II	Veda nacional indefinida
6	Amazilia rutila	R		
7	Quiscalus mexicanus	R		
8	Brotogeris jugularis	R	II	Veda nacional indefinida
9	Cathartes aura	R, M		
10	Zenaida asiatica	R, M		
11	Arremonops rufivirgatus	R		
12	Campylorhynchus rufinucha	R		

13	Setophaga ruticilla	M		
14	Leptotila verreauxi	R		
15	Morococcyx velox	R		
16	Contopus virens	P		
17	Trogon melanocephalus	R		
18	Calocitta formosa	R		
19	Thryothorus modestus	R		
20	Amazona albifrons	R	II	Veda nacional indefinida
21	Peucaea ruficauda	R		

Fuente: Multiconsult y Cía. Ltda.

7.2.5.2. Tramo 2 San Benito – Boaco

Aves tramo 2

En el tramo dos encontramos un total de 16 especies de aves de las cuales 12 son aves residentes, una es migratoria, dos con poblaciones residentes y poblaciones migratorias y una especie que anida en Nicaragua y migra hacia Sudamérica. Ninguna de ellas se encuentra en Apéndice CITES, ni protegidas por el estado de Nicaragua. Todas las especies fueron localizadas en Potreros de baja cobertura y tacotales.

Tabla 7.16. Especies de aves identificadas en el Tramo 2

No.	Especie	Estatus	CITES	Vedas
1	<i>Zenaida asiatica</i>	R, M	--	--
2	<i>Quiscalus mexicanus</i>	R	--	--
3	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	R	--	--
4	<i>Campylorhynchus rufinucha</i>	R	--	--
5	<i>Coragyps atratus</i>	R	--	--
6	<i>Setophaga petechia</i>	M	--	--
7	<i>Myiodynastes maculatus</i>	R, M	--	--
8	<i>Myiodynastes luteiventris</i>	S	--	--
9	<i>Casmerodius albus</i>	R	--	--
10	<i>Icterus pustulatus</i>	R	--	--
11	<i>Columbina talpacoti</i>	R	--	--
12	<i>Amazilia rutila</i>	R	--	--
13	<i>Columbina inca</i>	R	--	--
14	<i>Melanerpes hoffmannii</i>	R	--	--
15	<i>Columbina passerina</i>	R	--	--
16	<i>Pitangus sulphuratus</i>	R	--	--

Fuente: Multiconsult y Cía. Ltda.

Mamíferos Tramo 2

No se detectaron mamíferos en este tramo durante el muestreo.

Reptiles Tramo 2

Se reportó una especie de reptil (*Aspidoscelis deppeii*), esta especie no está en Apéndice CITES ni protegida por el estado de Nicaragua.

Figura 7.35. Lagartija (*Aspidoscelis deppeii*)



Fuente: Multiconsult y Cía. Ltda.

7.2.5.3. Tramo 3, Boaco - Río Blanco

Este tramo cubre desde los dos puntos subsiguientes de donde está ubicada la subestación de Boaco hasta el punto 14 posterior al área urbana del municipio de Río Blanco. Este tramo está cubierto principalmente de áreas ganadera que se caracterizan por potreros con árboles dispersos y cercas vivas, además hay un mosaico de coberturas de bosques secundarios en la cima de algunos cerros que luego se juntan con vegetación riparias de ríos que atraviesan la zona. La topografía es bien accidentada, la cual en conjunto con la vegetación hace uno de los tramos más heterogéneos en cuanto a las condiciones ecológicas de este agropaisaje.

Usos predominantes del suelo: Bosques Secundarios, Bosques Riparios, Cercas vivas, Potreros con cobertura arbórea.

Aves

En el tramo tres encontramos un total de 55 especies de aves, de las cuales 46 son aves residentes, cuatro son migratorias, una especie con poblaciones residentes y poblaciones migratorias, dos de paso y dos especies que anida en Nicaragua y migra hacia Sudamérica. Del total de especies en este tramo siete se encuentran en Apéndice CITES y nueve se encuentran protegidas por el estado de Nicaragua.

Tabla 7.17.Especies identificadas en el tramo 3

No.	Especie	Estatus	CITES	Vedas
1	<i>Volatinia jacarina</i>	R		
2	<i>Todirostrum cinereum</i>	R		
3	<i>Melanerpes hoffmannii</i>	R		
4	<i>Myiozetetes similis</i>	R		
5	<i>Setophaga petechia</i>	M		
6	<i>Thryothorus rufalbus</i>	R		
7	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	R		
8	<i>Thryothorus modestus</i>	R		
9	<i>Tyrannus melancholicus</i>	R		
10	<i>Columbina inca</i>	R		
11	<i>Calocitta formosa</i>	R		
12	<i>Lepidocolaptes souleyetii</i>	R		
13	<i>Buteo platypterus</i>	M	II	Veda nacional indefinida
14	<i>Morococcyx erythropygus</i>	R		
15	<i>Cyanocorax morio</i>	R		
16	<i>Dives dives</i>	R		
17	<i>Aratinga canicularis</i>	R	II	Veda nacional indefinida
18	<i>Brotogeris jugularis</i>	R	II	Veda nacional indefinida
19	<i>Dendrocygna autumnalis</i>	R		Vedas parciales nacionales
20	<i>Buteo nitidus</i>	R		Veda nacional indefinida
21	<i>Ceryle torquata</i>	R		
22	<i>Caracara plancus</i>	R		
23	<i>Sturnella magna</i>	R		
24	<i>Columba flavirostris</i>	R		
25	<i>Chiroxiphia linearis</i>	R		
26	<i>Campylorhynchus rufinucha</i>	R		
27	<i>Amazilia rutila</i>	R		
28	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	R		
29	<i>Columbina talpacoti</i>	R		
30	<i>Troglodytes aedon</i>	R		
31	<i>Pitangus sulphuratus</i>	R		
32	<i>Falco peregrinus</i>	M	I	Veda nacional indefinida
33	<i>Chloroceryle americana</i>	R		
34	<i>Thraupis episcopus</i>	R		
35	<i>Sporophila aurita</i>	R		
36	<i>Euphonia affinis</i>	R		
37	<i>Turdus grayi</i>	R		Vedas parciales nacionales
38	<i>Cathartes aura</i>	R, M		
39	<i>Herpetotheres cachinnans</i>	R	II	Veda nacional indefinida
40	<i>Riparia riparia</i>	P		
41	<i>Notiochelidon cyanoleuca</i>	S		
42	<i>Jacana spinosa</i>	R		
43	<i>Amazona albifrons</i>	R	II	Veda nacional indefinida

44	<i>Psarocolius montezuma</i>	R		
45	<i>Tyrannus forficatus</i>	M		
46	<i>Leptotila verreauxi</i>	R		
47	<i>Piaya cayana</i>	R		
48	<i>Trogon melanocephalus</i>	R		
49	<i>Tityra semifasciata</i>	R		
50	<i>Amazilia cyanura</i>	R	II	
51	<i>Tyrannus dominicensis</i>	P		
52	<i>Icterus pustulatus</i>	R		
53	<i>Myiodynastes luteiventris</i>	S		
54	<i>Guiraca caerulea</i>	R		
55	<i>Coragyps atratus</i>	R		

Fuente: Multiconsult y Cía. Ltda.

Mamíferos

En este tramo se reportaron cuatro especies de mamíferos de los cuales uno está en Apéndice CITES y protegido por el estado de Nicaragua.

Tabla 7.18. Especies de mamíferos identificadas en el Tramo 3

No.	Especie	Nombre Comun	CITES	Vedas
1	<i>Conepatus semistriatus</i>	Zorro Mión		
2	<i>Alouatta palliata</i>	Mono Congo	I	Veda nacional indefinida
3	<i>Sciurus variegatoides belti</i>	Ardilla Común		
4	<i>Dasyprocta punctata</i>	Guatusa		

Fuente: Multiconsult y Cía. Ltda.

Figura 7.36. Zorro Mion (*Conepatus semistriatus*)



Fuente: Multiconsult y Cía. Ltda.

Anfibios y Reptiles tramo 3

Se reportó una especie de anfibio y tres especies de reptiles de los cuales uno se encuentra protegido por el estado de Nicaragua.

Tabla 7.19. Especies de Anfibios y Reptiles identificados en el Tramo 3

Especie	CITES	Vedas
Anfibios		
<i>Engyptomops pustulosus</i>	I	
Reptiles		
<i>Basiliscus vittatus</i>	I	Vedas parciales nacionales
<i>Gonatodes albogularis</i>		
<i>Norops limifrons</i>		

Fuente: Multiconsult y Cía. Ltda.

7.2.5.4. Tramo 4 Río Blanco – Mulukukú

Este tramo cubre desde el PI 13 pasando el casco urbano del municipio de Río Blanco hasta la subestación de Mulukukú, PI 1. El paisaje está totalmente dominado por áreas ganaderas donde predominan potreros con árboles y cercas vivas a lo largo de toda la ruta.

Usos predominantes del suelo: Vegetación Riparia, Cercas vivas, Potreros con cobertura arbórea.

Aves tramo 4

En el tramo cuatro encontramos un total de 32 especies de aves de las cuales 26 son aves residentes, cuatro son migratorias, una especie con poblaciones residentes y poblaciones migratorias y una especie que anida en Nicaragua y migra hacia Sudamérica. Tres de ellas se encuentran en Apéndice CITES y cuatro se encuentran protegidas por el estado de Nicaragua.

Tabla 7.20. Especies de Aves identificadas en el Tramo 4

No.	Especie	Estatus	CITES	Vedas
1	<i>Caracara plancus</i>	R		
2	<i>Megarhynchus pitangua</i>	R		
3	<i>Coragyps atratus</i>	R		
4	<i>Columbina talpacoti</i>	R		
5	<i>Todirostrum cinereum</i>	R		
6	<i>Tangara larvata</i>	R		
7	<i>Turdus grayi</i>	R		Vedas parciales nacionales
8	<i>Tityra inquisitor</i>	R		
9	<i>Amazona albifrons</i>	R	II	Veda nacional indefinida
10	<i>Cyanocorax morio</i>	R		
11	<i>Sporophila aurita</i>	R		
12	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	R		
13	<i>Cathartes aura</i>	R, M		

14	<i>Tyrannus melancholicus</i>	R		
15	<i>Volatinia jacarina</i>	R		
16	<i>Tigrisoma mexicanum</i>	R		
17	<i>Myiarchus tyrannulus</i>	R		
18	<i>Melanerpes formicivorus</i>	R		
19	<i>Tyrannus savana</i>	R		
20	<i>Thraupis episcopus</i>	R		
21	<i>Myiarchus cinerascens</i>	M		
22	<i>Myiozetetes similis</i>	R		
23	<i>Arremonops conirostris</i>	R		
24	<i>Brotozeris jugularis</i>	R	II	Veda nacional indefinida
25	<i>Ramphocelus passerinii</i>	R		
26	<i>Setophaga petechia</i>	M		
27	<i>Amazilia rutila</i>	R		
28	<i>Aratinga nana</i>	R	II	Veda nacional indefinida
29	<i>Vermivora peregrina</i>	M		
30	<i>Myiarchus crinitus</i>	M		
31	<i>Myiodynastes luteiventris</i>	S		
32	<i>Psarocolius montezuma</i>	R		

Fuente: Multiconsult y Cía. Ltda.

Mamíferos

En este tramo se reportaron tres especies de mamíferos de los cuales dos están en Apéndice CITES y protegidos por el estado de Nicaragua.

Tabla 7.21. Especies de mamíferos identificados en el tramo 4

Especie	Apéndice CITES	Vedas
Mamíferos		
<i>Alouatta palliata</i>	I	Veda nacional indefinida
<i>Puma yagouaroundi</i>	I	Veda nacional indefinida
<i>Sciurus variegatoides</i>		

Fuente: Multiconsult y Cía. Ltda.

Anfibios y Reptiles

Se reportó una especie de anfibio y una especie de reptiles de los cuales uno se encuentra protegido por el estado de Nicaragua.

Tabla 7.22. Especies de Anfibios y Reptiles identificados en el Tramo 4

Especie	Apéndice CITES	Vedas
Anfibios		
<i>Incilius coccifer</i>		
Reptiles		
<i>Basiliscus vittatus</i>		Vedas parciales nacionales

Fuente: Multiconsult y Cía. Ltda.

Figura 7.37. Mono Congo (*Alouatta palliata*)

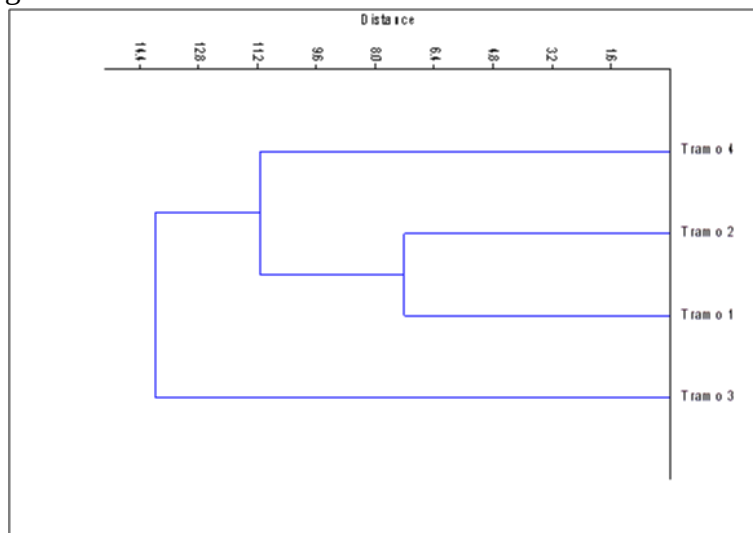


Fuente: Multiconsult y Cía. Ltda.

7.2.5.5. Comentarios Generales

También se realizó un análisis de similitud entre los tramos muestreados, en función de su composición de especies de aves obteniendo que el tramo 1 y 2 presentan mayor similitud, seguidos por el tramo 4, siendo el tramo 3 el más disímil por su composición de especies, Ver figura siguiente.

Figura 7.38. Análisis de similitud entre los tramos muestreados.



Fuente: Multiconsult y Cía. Ltda.

Estos mayores índices de similitud obedecen a que en las zonas de los tramos 3 y 4, las condiciones ecológicas son similares, el ecosistema está dominado por potreros con coberturas arbóreas de las mismas especies que son usadas en las cercas vivas o como árboles de sombra. Estas especies han sido identificadas y son usadas por los ganaderos por su potencial de forraje, sombra y otros usos como leña (Ver tabla 7.12, de usos de especies encontradas). En la zona de los tramos 1 y 2 las condiciones climáticas son más secas y aunque el tramo 1 el paisaje es más antropizado, las áreas de matorrales

con predominancia de acacias como especies pioneras de la regeneración naturales, permite que las especies sean comunes.

7.3- Medio Socio-económico

El medio socioeconómico se expone dividido en dos partes: Área de Influencia Directa y Área de Influencia Indirecta. Adicionalmente se incorpora en el Anexo 6, listado de personas contactadas, líderes comunitarios y autoridades municipales, la información y opiniones emitidas son incorporadas en el contenido del presente informe.

7.3.1. Medio socioeconómico en el Área de Influencia Directa (AID)

Como se ha indicado, el AID corresponde a una franja de 15 metros de ancho a cada lado del eje de la línea de transmisión y a esa misma distancia contada desde las paredes y cercos exteriores de las subestaciones, construida y/o diseñadas.

7.3.1.1. Viviendas e infraestructura en el AID

Para la identificación de posibles viviendas y otra infraestructura en el AID se siguió la técnica de recorrido de campo y visualización del recorrido de la línea usando los caminos accesibles por donde atraviesa la línea de transmisión; esta información se complementó con los datos cartográficos del diseño del Proyecto, además se contrastó con la información que ofrece el Google Earth. Todas estas técnicas se complementan con la información que genera el levantamiento topográfico a detalle, llevado adelante por personal del Proyecto. Es necesario señalar que el levantamiento topográfico a detalle ya cubrió el tramo desde la Subestación San Benito hasta la comarca Puertas Viejas, verificando que no hay viviendas u otra infraestructura en el área de servidumbre.

Como resultado de la aplicación de estas técnicas, se conoció, que a pesar que la línea de transmisión pasa cercana a los poblados Colonia Roque, Los Novios, Quebrada Honda y Las Maderas, que son centros altamente poblados, no hay viviendas ni infraestructura social o productiva en el Área de Influencia Directa; es decir no hay infraestructura relevante en el área de servidumbre de la línea de transmisión. La única infraestructura observada son construcciones menores como cercos de piedra y alambre y corrales, que no representan un obstáculo importante para la ejecución de las actividades del Proyecto.

7.3.1.2 Población en el AID

Como se ha mencionado, no hay viviendas en el AID, por tanto, no se contabiliza población; ni se calcula ningún indicador social en esa área.

7.3.1.3. Infraestructura en el Área de Influencia Directa (AID)

Las técnicas seguidas para la identificación de la infraestructura social y económica, en el Área de Influencia Directa fueron: recorrido de campo a lo largo de la línea de transmisión – utilizando los caminos accesibles que cruzan por la ruta que sigue la misma – incluyendo el registro de coordenadas de la infraestructura social y productiva en cada comunidad encontrada (escuelas, centros de salud, centros de acopio); revisión

de datos cartográficos del diseño del Proyecto; y la verificación de esta información en el programa Google Earth.

Adicionalmente la información resultante se verificó con la aportada por el equipo del Proyecto que realiza el levantamiento topográfico a detalle, que ha cubierto parcialmente el recorrido de la línea de transmisión, entre la Subestación San Benito, subestación Terranova y subestación San Benito subestación Boaco.

El resultado obtenido indica que no existen viviendas ni otro tipo de infraestructura social o productiva en el AID del Proyecto, y la existente se limita a cercos de delimitación de propiedades y/o lotes de trabajo. Ninguna de esta infraestructura secundaria supone un obstáculo para el desarrollo de las actividades del Proyecto.

7.3.2. Medio socioeconómico en el Área de Influencia Indirecta (AII)

El Área de Influencia Indirecta corresponde a una franja de 500 metros a cada lado del eje de la línea de transmisión y de las paredes y muros exteriores de las Subestaciones ya construidas y/o diseñadas.

7.3.2.1. Centros poblados en el AII

Partiendo del límite del AII, para realizar el diagnóstico socioeconómico del AII, se ha seguido la técnica siguiente: cuando las viviendas de una comunidad (Comarca, Sector, Barrio) están ubicadas en el AII, aunque sea parcialmente, se toman los datos de *toda la comunidad en su conjunto*. Esto se hace así, debido a la dificultad de realizar conteos manuales de viviendas por cada comunidad y a la disponibilidad de información secundaria.

Por ejemplo, en el caso de San Benito, se encuentra en el AII solamente el 20% de las viviendas, – aproximadamente – sin embargo en los datos de vivienda, población y demás indicadores, se plasma toda la comarca en su conjunto.

a) Tramo 1

En este tramo hay un total de 19 centros poblados, de los cuales dos pertenecen al casco urbano de Terrabona. El ambiente socioeconómico se caracteriza por la presencia de siete centros rurales con características urbanas (El Chilamate, Colonia Roque, Empalme San Benito, Los Novios, Quebrada Honda, Las Maderas y El Prado), el resto del tramo son comarcas formadas por caseríos concentrados y dispersos, hasta encontrar nuevamente el casco urbano de Terrabona. En total hay 3,059 viviendas, en las cuales habitan unos 15,601 pobladores, de los cuales el 49.4% son mujeres.

A pesar de las diferencias de datos poblacionales existentes entre las distintas fuentes consultadas, se ha considerado conveniente trabajar con los datos aportados por los Censos Nacionales.

1. Santa Lucía (San Ildefonso)

Comarca del municipio de Tipitapa. Está ubicada al norte de la antigua entrada al Ingenio Timal, en un sitio conocido como “punta de plancha”. En el mapa de INETER

aparece como “San Ildefonso”, que es el mismo con el que aparece en los Censos Nacionales.

Este es el centro poblado más cercano a la Subestación San Benito. Está al lado este de la carretera panamericana, a la par del derecho de vía. Todas las viviendas están en el AII, pero no hay ninguna a menos de 15 metros, tanto de la línea de transmisión, como del exterior de la Subestación; la distancia hasta la Subestación son 1.4 kilómetros y unos 40 metros del eje de la línea de transmisión.

Según los Censos Nacionales de 2005, tenía 60 viviendas particulares ocupadas y 233 pobladores, de lo que resulta un promedio de 3.9 personas por vivienda; el 46.4% de sus habitantes eran mujeres.

2. Chilamatillo (Ulises Tapia)

Comarca del municipio de Tipitapa. Hay viviendas a ambos lados de la carretera, aunque la mayor parte de las mismas se encuentra al lado este. En el mapa de INETER aparece como “*Ulises Tapia*”, aunque este nombre ya no es usado por los pobladores.

Está ubicada a la par del derecho de vía, y cerca del 90% de las viviendas están en el AII, pero no hay ninguna a menos de 15 metros del eje de la línea de transmisión; las viviendas más cercanas a la línea de transmisión están a 27 metros de distancia del eje de la misma.

Según los Censos Nacionales de 2005, tenía 178 viviendas particulares ocupadas y 876 pobladores, de lo que resulta un promedio de 4.9 personas por vivienda; el 51.0% de sus habitantes eran mujeres. Según el Plan Maestro de Desarrollo Urbano de Tipitapa (PMDU), en 2005 tenía 1,084 habitantes.

3. Colonia Roque (Los Chilamates)

Comarca del municipio de Tipitapa. En los Censos Nacionales de 2005 aparecía como “*Los Chilamates*”. Está ubicada a la par del derecho de vía y hay viviendas a ambos lados de la carretera, aunque la mayor parte está al lado oeste, en donde se encuentran el colegio y el cementerio de la comunidad; por el lado oeste, esta comunidad limita con predios de la empresa de pollos Pipasa.

Hay un nuevo sector de esta comarca, conocido como Villa 15 de septiembre, que está ubicada sobre el camino que conduce a la colonia Los Laureles.

Cerca del 90% de las viviendas de la Colonia Roque y sus sectores, están dentro del AII, todas ellas están a una distancia mayor de los 15 metros del eje de la línea de transmisión.

Según los Censos Nacionales de 2005, tenía 54 viviendas particulares ocupadas y 210 pobladores, de lo que resulta un promedio de 3.9 personas por vivienda; el 42.4% de sus habitantes eran mujeres. Según un diagnóstico realizado en 2002, a la fecha había 121 viviendas y 717 pobladores.

4. Empalme San Benito

Comarca del municipio de Tipitapa. Está ubicada a la par de la carretera panamericana, en el empalme hacia Boaco. Se divide en los sectores: El Empalme, Marvin Salazar y El Mercadito. Es una zona de alta actividad comercial por el flujo vehicular y comercial de los Departamentos del norte, centro y costa Caribe. Aunque hay viviendas a ambos lados de la carretera, la mayor parte se ubican al lado este, hacia Boaco.

Al menos el 20% de las viviendas de la comarca están dentro del AII, aunque todas ellas están a una distancia mayor de 15 metros del eje de la línea de transmisión; las viviendas más cercanas están a 45 metros del eje de la línea de transmisión.

Según los Censos Nacionales de 2005, tenía 668 viviendas particulares ocupadas y 3,539 pobladores, de lo que resulta un promedio de 5.3 personas por vivienda; el 49.5% de sus habitantes eran mujeres.

5. Los Novios

Comarca del municipio de Tipitapa. Es un caserío con características urbanas, ubicado a la par del derecho de vía y contiguo al Empalme de San Benito, las viviendas están ubicadas al lado oeste de la carretera. Hace pocos meses se inició el poblamiento de un nuevo asentamiento, sobre el camino a la colonia agrícola San Benito, este nuevo asentamiento es conocido como “Anexo Los Novios”.

Al menos el 80% de las viviendas se encuentra dentro del AII. Pero todas las viviendas, se encuentran a una distancia mayor de 15 metros del eje de la línea de transmisión.

Según los Censos Nacionales de 2005, tenía 339 viviendas particulares ocupadas y 1,770 pobladores, de lo que resulta un promedio de 5.2 personas por vivienda; el 51.4% de sus habitantes eran mujeres. Según el PMDU, en 2005 tenía 1,481 habitantes.

6. Quebrada Honda

Comarca del municipio de Tipitapa. Es un caserío concentrado, las viviendas están ubicadas en su totalidad al lado oeste de la carretera, por lo que están a la par del derecho de vía.

Todas las viviendas se encuentran dentro del AII, igualmente, todas las viviendas se encuentran a una distancia mayor del eje de 15 metros de la línea de transmisión.

Según los Censos Nacionales de 2005, tenía 127 viviendas particulares ocupadas y 633 pobladores, de lo que resulta un promedio de 5.0 personas por vivienda; el 47.6% de sus habitantes eran mujeres. Según el PMDU, en 2005 tenía 670 habitantes.

7. Las Maderas

Comarca del municipio de Tipitapa. Es un caserío concentrado con características urbanas, ubicado a la par del derecho de vía, a ambos lados de la carretera, aunque la mayor parte de las viviendas están al lado este de la misma.

Los sectores más próximos al Proyecto son: El Mirador (parte alta), La Arenera – también conocido como Camino del Río – y El Cementerio. Cerca del 85% de las

viviendas se encuentra dentro del AII, sin embargo, ninguna de ellas se encuentra a una distancia menor de 15 metros del eje de la línea de transmisión; las viviendas más cercanas, en el sector del Camino del río, están a 26 metros del eje de la línea de transmisión.

Según los Censos Nacionales de 2005, tenía 713 viviendas particulares ocupadas y 3,679 pobladores, de lo que resulta un promedio de 5.2 personas por vivienda; el 49.3% de sus habitantes eran mujeres. Según el PMDU en 2005 tenía 9,500 habitantes, pero esta cifra se considera exagerada, por lo que es probable que se incluyeran otros centros poblados adyacentes.

8. El Chirimoyo

Comarca del municipio de Tipitapa. Caserío ubicado a la par del derecho de vía, aproximadamente en el kilómetro 52 de la carretera panamericana norte, a la entrada a las comunidades El Pando y Las Uvas, que son sectores que le pertenecen. No aparece en el mapa de INETER, y el punto donde está ubicado el caserío aparece en el mapa como “El Milagro”.

Aunque la línea de transmisión pasa entre los sectores El Chirimoyo – Las Uvas; en ninguno de los tres sectores hay viviendas ubicadas a menos de 15 metros del eje de la línea de transmisión; las viviendas más cercanas están en el sector Las Uvas, a 130 metros del eje de la línea de transmisión.

Según los Censos Nacionales de 2005, tenía 77 viviendas particulares ocupadas y 406 pobladores en los tres sectores, de lo que resulta un promedio de 5.3 personas por vivienda; el 47.8% de sus habitantes eran mujeres. Según el PMDU, en 2005 tenía 341, cantidad que parece más aproximada a lo reportado por los Censos Nacionales, actualmente los líderes comunales calculan en un poco más de 50 viviendas.

9. Olominapa

Comarca del municipio de Tipitapa, ubicada a 1.64 kilómetros de la carretera, a la cual está unida por un camino de tierra en regular estado; la entrada a esta comunidad es por la comarca El Madroño. En el mapa de INETER aparece como “San José de Olominapa (Luminapa)”.

Todas las viviendas de esta comunidad están en el AII, aunque ninguna de ellas está a menos de 15 metros del eje de la línea de transmisión; las viviendas más próximas están a 74 metros del eje de la línea de transmisión.

Según los Censos Nacionales de 2005, tenía 94 viviendas particulares ocupadas y 483 pobladores, de lo que resulta un promedio de 5.1 personas por vivienda; el 48.9% de sus habitantes eran mujeres.

10. Sonzapote

Comarca del municipio de Ciudad Darío, ubicada a unos 2.8 kilómetros al este de la carretera panamericana; para llegar a ella se debe tomar un camino de tierra en la comarca San Agustín. La comarca Sonzapote se encuentra dividida en dos sectores,

Arriba (Sector No. 1) y Abajo (Sector No. 2). Aparece en el mapa de INETER con el mismo nombre.

Cerca del 50% de las viviendas de Sonzapote están dentro del AII, principalmente el sector de Sonzapote Abajo. Ninguna de las viviendas está ubicada a una distancia menor de 15 metros del eje de la línea de transmisión; las viviendas más cercanas están a 80 metros del eje de la línea de transmisión.

Según los Censos Nacionales de 2005, tenía 52 viviendas particulares ocupadas y 291 pobladores, de lo que resulta un promedio de 5.6 personas por vivienda; el 46.7% de sus habitantes eran mujeres.

11. El Prado

Comarca del municipio de Ciudad Darío, está formada por un caserío bastante concentrado, con características urbanas en algunos sectores, de donde parten varios ramales de caminos de tierra hacia comunidades más alejadas. Aparece en el mapa de INETER con el mismo nombre.

Cerca del 30% de las viviendas están en el AII; pero no hay ninguna de ellas a una distancia menor de los 15 metros del eje de la línea de transmisión; las viviendas más cercanas están a 308 metros del eje de la línea de transmisión.

Según los Censos Nacionales de 2005, tenía 134 viviendas particulares ocupadas y 673 pobladores, de lo que resulta un promedio de 5.0 personas por vivienda; el 48.9% de sus habitantes eran mujeres.

12. Las Pencas

Comarca del municipio de Ciudad Darío, se encuentra ubicada a unos 930 metros al este de la carretera panamericana, sobre el camino que entra por la comarca Puertas Viejas; actualmente este camino está siendo pavimentado. Las viviendas están bastante concentradas en torno al derecho de vía. Aparece en el mapa de INETER con el mismo nombre.

Cerca del 20% de las viviendas están dentro del AII, pero no hay ninguna a una distancia menor de 15 metros del eje de la línea de transmisión; las viviendas más cercanas están a 273 metros del eje de la línea de transmisión.

Según los Censos Nacionales de 2005, tenía 86 viviendas particulares ocupadas y 442 pobladores, de lo que resulta un promedio de 5.1 personas por vivienda; el 48.6% de sus habitantes eran mujeres.

13. Las Pilas

Comarca del municipio de Ciudad Darío, se encuentra ubicada a unos 3.85 kilómetros al este de la carretera panamericana, entrando por un camino de tierra al norte de la laguna Tecomapa; la comunidad está ubicada a ambos lados de este camino, que comunica por dentro al municipio de Terrabona con la carretera panamericana. Esta comarca está dividida en dos sectores: Las Pilas No. 1, que aparece en el mapa de INETER como “Mario Soza” y las Pilas No. 2, ubicada a dos kilómetros del sector No.1, un poco antes

de llegar al río Grande de Matagalpa y aparece en el mapa de INETER como “Las Pilas”.

El caserío más concentrado, está ubicado a la par de la carretera, es el Sector No. 1, y el sector No. 2, se encuentra más cercano al río Grande de Matagalpa. Todas las viviendas están dentro del AII; pero ninguna de ellas se encuentra a una distancia menor de 15 metros del eje de la línea de transmisión; las viviendas más cercanas están a 75 metros del eje de la línea de transmisión.

Según los Censos Nacionales de 2005, tenía 36 viviendas particulares ocupadas y 156 pobladores, de lo que resulta un promedio de 4.3 personas por vivienda; el 42.9% de sus habitantes eran mujeres.

14. Las Guayabas

Comarca del municipio de Terrabona, se encuentra ubicada en la margen norte del río Grande de Matagalpa, a unos 6.6 kilómetros de la carretera panamericana. En el mapa de INETER aparece como “Comarca La Guayaba”, aunque la población la refiere en plural. Las viviendas más concentradas no se encuentran sobre el camino hacia Terrabona, sino a unos 700 metros del mismo.

El caserío más concentrado se encuentra a unos 650 metros del eje; pero, al menos 5 viviendas y el centro escolar, están dentro del AII. Ninguna de las viviendas de la comunidad se encuentra a una distancia menor de 15 metros del eje de la línea de transmisión; las viviendas más cercanas están a 48 metros del eje de la línea de transmisión.

Según los Censos Nacionales de 2005, tenía 15 viviendas particulares ocupadas y 62 pobladores, de lo que resulta un promedio de 4.1 personas por vivienda; el 45.2% de sus habitantes eran mujeres.

15. Santa Rosa

Comarca del municipio de Terrabona, formada por un pequeño caserío concentrado, ubicado la orilla del camino hacia Terrabona; las viviendas están únicamente en la margen norte del mismo. Está a unos 10.5 kilómetros de la carretera panamericana y a 9 kilómetros de Terrabona. Aparece en el mapa de INETER con el mismo nombre.

Todas las viviendas están dentro del AII, aunque ninguna de ellas se encuentra a una distancia menor de 15 metros del eje de la línea de transmisión; las viviendas más cercanas están a 151 metros del eje de la línea de transmisión.

Según los Censos Nacionales de 2005, tenía 54 viviendas particulares ocupadas y 265 pobladores, de lo que resulta un promedio de 4.9 personas por vivienda; el 49.8% de sus habitantes eran mujeres.

16. El Pedregal

Comarca del municipio de Terrabona, formada por un pequeño caserío disperso, ubicado principalmente al sur del camino de tierra hacia Terrabona, a 12.7 kilómetros

de la carretera panamericana y 6.7 kilómetros de Terrabona. Aparece en el mapa de INETER con el mismo nombre.

Todas las viviendas están dentro del AII, aunque ninguna de ellas se encuentra a una distancia menor de 15 metros del eje de la línea de transmisión; las viviendas más cercanas están a 248 metros del eje de la línea de transmisión.

Según los Censos Nacionales de 2005, tenía 17 viviendas particulares ocupadas y 82 pobladores, de lo que resulta un promedio de 4.8 personas por vivienda; el 43.9% de sus habitantes eran mujeres.

17. San José

Comarca del municipio de Terrabona, las viviendas se encuentran dispersas a lo largo del camino hacia Terrabona. Es un sector bastante concentrado porque forma un empalme que conduce a dos de las comarcas más grandes del municipio (San Pedro y Montaña Grande). Este caserío está ubicado a 15 kilómetros de la carretera panamericana y a 4.5 kilómetros del casco urbano de Terrabona.

Al menos el 95% de las viviendas se encuentra dentro del AII, pero ninguna de ellas se encuentra ubicada a menos de 15 metros del eje de la línea de transmisión; las viviendas más cercanas están a 137 metros del eje de la línea de transmisión.

Según los Censos Nacionales de 2005, tenía 44 viviendas particulares ocupadas y 206 pobladores, de lo que resulta un promedio de 4.7 personas por vivienda; el 45.6% de sus habitantes eran mujeres.

18. Nueva Esperanza

Barrio del municipio de Terrabona, ubicado en el extremo occidental del casco urbano. La cabecera del municipio está a 19.5 kilómetros si se sigue el camino de tierra por el lado de la laguna de Tecomapa y a 18.2 kilómetros si se llega por la entrada cercana al casco urbano de Ciudad Darío.

Todas las viviendas de este barrio están dentro del AII, pero ninguna de ellas está a una distancia menor de 15 metros del eje de la línea de transmisión; las viviendas más cercanas están a 190 metros del eje de la línea de transmisión.

Según los Censos Nacionales de 2005, tenía 25 viviendas particulares ocupadas y 142 pobladores, de lo que resulta un promedio de 5.7 personas por vivienda; el 43.0% de sus habitantes eran mujeres.

19. Terrabona

Barrio del municipio del mismo nombre. Es el barrio principal del casco urbano, concentra al 82% de la población urbana del mismo.

Aproximadamente el 80% de las viviendas de este barrio están ubicadas dentro de los límites del AII, que es de 500 metros al eje de la línea de transmisión; pero ninguna de ellas está a menos de 15 metros del eje de la línea de transmisión, ya que el borde la urbanización está a 260 metros de la línea.

En los alrededores del casco urbano hay viviendas dispersas (fincas), la más cercana está a 25 metros del eje de la línea de transmisión; y al borde exterior del sitio de la Subestación Terrabona, la vivienda más cercana está a 140 metros.

Según los Censos Nacionales de 2005, tenía 286 viviendas particulares ocupadas y 1,453 pobladores, de lo que resulta un promedio de 5.1 personas por vivienda; el 52.0% de sus habitantes eran mujeres.

En la Tabla siguiente (Tabla 7.21) se enlistan los Centros Poblados del Tramo 1, con sus respectivas coordenadas; en la mayor parte de los casos las coordenadas corresponden a los centros escolares en esos poblados, en otros se refieren a los grupos de viviendas más concentradas.

Tabla 7.23. Centros poblados en AII, Municipio y Coordenadas. Tramo 1

No	Comunidad	Municipio	WGS - 84. UTM 16P	
			X	Y
1	Santa Lucía (San Ildefonso)	Tipitapa	600425	1356026
2	Ulises Tapia Roa (Chilamatillo)	Tipitapa	601969	1357552
3	Colonia Roque (Los Chilamates)	Tipitapa	602254	1358585
4	Empalme San Benito	Tipitapa	602810	1360638
5	Los Novios	Tipitapa	602818	1361245
6	Quebrada Honda	Tipitapa	603458	1366599
7	Las Maderas	Tipitapa	604309	1376290
8	El Chirimoyo	Tipitapa	604383	1378600
9	Olominapa	Tipitapa	604704	1386251
10	Sonzapote	Ciudad Darío	604666	1388185
11	El Prado	Ciudad Darío	604466	1390108
12	Las Pencas	Ciudad Darío	604747	1392779
13	Las Pilas	Ciudad Darío	608589	1398128
14	Las Guayabas	Terrabona	609172	1398370
15	Santa Rosa	Terrabona	613734	1404853
16	El Pedregal	Terrabona	613270	1401925
17	San José	Terrabona	614002	1403921
18	Nueva Esperanza	Terrabona	612283	1407357
19	Terrabona	Terrabona	612380	1407552

Fuente: Trabajo de Campo. Multiconsult y Cía. Ltda., 2013

b) Tramo 2

Inicialmente la Línea de Transmisión atraviesa terrenos agrícolas de la comunidad llamada Comunidad Agrícola Isaías 54:3, pero las viviendas se encuentran dispersas a unos 1,000 metros de donde pasa la Línea de Transmisión, después continúa por terrenos agrícolas de las comunidades Los Laureles, Las Canoas y Las Banderas, pero pasa distante de los centros poblados, por lo que en todo este trayecto, desde la Subestación San Benito hasta Las Banderas no hay centros poblados en el AII.

Entre Las Banderas y la Subestación Boaco, hay un total de 5 centros poblados en el AII, todos ellos ubicados sobre la carretera a Boaco. En total hay en estos poblados 678 viviendas particulares ocupadas y 3,295 pobladores. La cantidad de viviendas que informaron las personas entrevistadas es bastante aproximada a la reportada por el Censo 2005.

El ambiente socioeconómico de este tramo se inicia con grandes extensiones agrícolas sin presencia de centros poblados concentrados, en los cuales se cultivan rubros con alto nivel de tecnificación, como arroz y maní; se modifica al acercarse a la presa Las Canoas y la carretera hacia Boaco, en donde las comunidades, aunque son rurales, tienen un perfil bastante urbano debido al tránsito de vehículo y contactos comerciales y de servicios.

5. El Caracol

Comarca del municipio de Teustepe, ubicada sobre la carretera que conduce a Boaco. Las viviendas están ubicadas a ambos lados de la carretera, en el tramo inicial que limita con la presa Las Canoas. Aparece en el mapa de INETER con su mismo nombre.

Las viviendas de la parte más concentrada de esta comarca están ubicadas a unos 600 metros del eje de la Línea de Transmisión, pero al menos el 58% de ellas están ubicadas en el AII. No hay ninguna vivienda a menos de 15 metros del eje de la línea de transmisión; la vivienda más cercana, que es una finca aislada, está a 25 metros del eje de la línea de transmisión.

Según los Censos Poblacionales de 2005, tenía 56 viviendas particulares ocupadas y 245 pobladores, de lo que resulta un promedio de 4.4 personas por vivienda; el 48.2% de sus habitantes son mujeres.

2. La Concha

Comarca del municipio de Teustepe, ubicada sobre la carretera que conduce a Boaco. Al igual que en el caso anterior, las viviendas están ubicadas a ambos lados de la carretera, en el tramo que limita con la presa Las Canoas. Aparece en el mapa de INETER con su mismo nombre.

Con la excepción de 4 viviendas, todas están ubicadas en el AII. Ninguna de las viviendas está a menos de 15 metros del eje de la línea de transmisión; la vivienda más cercana, que es una finca aislada, está a 51 metros del eje de la línea de transmisión.

Según los Censos Poblacionales de 2005, tenía 92 viviendas particulares ocupadas y 441 pobladores, de lo que resulta un promedio de 4.8 personas por vivienda; el 45.4% de sus habitantes son mujeres.

3. El Boquerón

Comarca del municipio de Teustepe, ubicada sobre la carretera que conduce a Boaco. Al igual que los casos anteriores, las viviendas están ubicadas a ambos lados de la carretera, en el tramo que limita con la presa Las Canoas.

Todas las viviendas de esta comarca están ubicadas en el AII, en el margen de los 500 metros al eje de la línea de transmisión. No hay viviendas ubicadas a menos de 15 metros del eje de la línea de transmisión; la vivienda más cercana está a 98 metros del eje de dicha línea.

No aparece en el mapa de INETER, únicamente aparece el nombre de la quebrada El Boquerón, que desemboca en la presa Las Canoas, de esta quebrada tomó el nombre la comunidad.

Según los Censo Poblacionales de 2005, tenía 78 viviendas particulares ocupadas y 385 pobladores, de lo que resulta un promedio de 4.9 personas por vivienda; el 51.7% de sus habitantes son mujeres.

4. El Crucero de Teustepe

Comarca del municipio de Teustepe, ubicada sobre la carretera que conduce a Boaco. Al igual que los casos anteriores, las viviendas están ubicadas a ambos lados de la carretera, en un cruce de caminos, de donde toma su nombre la comunidad. Aparece en el mapa de INETER con su mismo nombre

Aproximadamente el 60% de las viviendas está ubicado en el AII. No hay ninguna vivienda a menos de 15 metros del eje de la línea de transmisión; las viviendas más cercanas están a 235 metros del eje de la línea de transmisión.

Según los Censos Poblacionales de 2005, tenía 89 viviendas particulares ocupadas y 439 pobladores, de lo que resulta un promedio de 4.9 personas por vivienda; el 49.5% de sus habitantes son mujeres.

5. Empalme de Boaco

Comarca del municipio de Teustepe que ha alcanzado un nivel de centro urbano, con el trazado de calles y una alta densidad poblacional. Las viviendas están ubicadas a ambos lados del empalme hacia la ciudad de Boaco. En el mapa de INETER aparece con su mismo nombre.

Aunque las viviendas más concentradas están a unos 645 metros de la Subestación Boaco: aproximadamente el 20% de las viviendas están en el AII. No hay ninguna vivienda a menos de 15 metros del eje de la línea de transmisión, ni de la estructura perimetral de la Subestación Boaco; las viviendas más cercanas están a 330 metros de la Subestación; aunque hay una finca a 49 metros de dicha subestación.

Según los Censos Poblacionales de 2005, tenía 363 viviendas particulares ocupadas con 1,785 moradores presentes, para un promedio de 4.9 personas por vivienda; el 53.4% de sus pobladores son mujeres.

Tabla 7.24. Centros poblados en AII, Municipio y Coordenadas. Tramo 2

No	Comunidad	Municipio	WGS - 84. UTM 16P	
			X	Y
1	El Caracol	Teustepe	621073	1365635
2	La Concha	Teustepe	622002	1367289
3	El Boquerón	Teustepe	624752	1370913
4	El Crucero	Teustepe	630710	1371911
5	El Empalme de Boaco	Teustepe	635913	1372794

Fuente: Trabajo de Campo. Multiconsult y Cía. Ltda., 2013

c) Tramo 3

El ambiente socioeconómico de este tramo se modifica sustancialmente a lo largo de su recorrido, alternando los centros altamente urbanizados, como las comunidades ubicadas sobre la carretera a Boaco y las de la periferia de esta misma ciudad, con centros rurales aislados que poseen terrenos agropecuarios de pendientes más fuertes, dedicados principalmente a la ganadería en pequeña escala y la agricultura de granos básicos; en las comunidades ubicadas más al norte, destaca la fuerte presencia de la ganadería, en lo que se ha denominado el “triángulo lechero”: Muy Muy, Matiguás y Río Blanco.

En total en este tramo se contabilizan 10 centros poblados con aproximadamente 1,035 viviendas particulares ocupadas y 5,163 habitantes.

1. Las Tunitas

Comarca del municipio de Teustepe, ubicada a 850 metros al norte de la carretera hacia Boaco, y a unos 3.3 kilómetros al noreste de la Subestación Boaco.

Cerca del 80% de las viviendas están dentro del AII. No hay viviendas a menos de 15 metros del eje de la línea de transmisión; la vivienda más cercana está a 150 metros del eje de la línea de transmisión.

Aparece en el mapa de INETER con el nombre Las Tunitas – El Guayacán y está separada por el caserío El Chiflón, únicamente por las alturas de un pequeño cerro, llamado igualmente El Chiflón, y el río Boaco (Fonseca), que sirve de límite con Santa Lucía.

Según los Censo Poblacionales de 2005, tenía 26 viviendas particulares ocupadas y 122 pobladores, de lo que resulta un promedio de 4.7 personas por vivienda; el 51.6% de sus habitantes son mujeres.

2. El Güiscoyol

Comarca del municipio de Teustepe, ubicada sobre la carretera a Boaco, las viviendas están ubicadas a ambos lados de la carretera. Aparece en el mapa de INETER con su mismo nombre.

La mayor concentración de viviendas está a unos 700 metros de la Línea de Transmisión, pero hay cerca de 15 viviendas que están a menos de 500 metros, por lo que se incluyó a la comunidad en el AII. No hay viviendas a menos de 15 metros del eje de la línea de transmisión; la vivienda más cercana está a 445 metros del eje de la línea de transmisión.

Según los Censos Poblacionales de 2005, tenía 60 viviendas particulares ocupadas y 288 pobladores, de lo que resulta un promedio de 4.8 personas por vivienda; el 53.1% de sus habitantes son mujeres.

3. El Chiflón

Es un pequeño caserío del municipio de Santa Lucía, que pertenece a la comarca Boaquito. Está muy cerca de la comunidad Las Tunitas de Teustepe, separada de la misma por el río Fonseca (límite municipal) y la pequeña altura del Chiflón. Aparece en el mapa de INETER con su mismo nombre.

Todas las viviendas de la comunidad están en el AII. No hay viviendas a menos de 15 metros del eje de la línea de transmisión; la vivienda dispersa más cercana (finca) está a 19 metros del eje de la línea de transmisión. En la comunidad no hay centro escolar, ya que los estudiantes acuden a la vecina comunidad del Güiscoyol.

No se obtuvieron datos del Censo 2005, ya que sus datos aparecen seguramente integrados en los de la comarca Boaquito; los pobladores entrevistados refirieron que en total hay unas 12 viviendas, para fines de este informe se asignó un promedio de habitantes por vivienda similar al del resto de comunidades aledañas a Boaquito, por lo que se calcula un aproximado de 59 pobladores.

4. El Cascabel

Comarca del municipio de Teustepe, ubicada sobre la carretera a Boaco, las viviendas están ubicadas a ambos lados de la carretera. Aparece en el mapa de INETER con su mismo nombre.

La mayor concentración de viviendas está a unos 600 metros de la Línea de Transmisión, pero por lo menos el 30% de las viviendas están dentro del AII. No hay viviendas a menos de 15 metros del eje de la línea de transmisión; la vivienda más cercana está a 450 metros del eje de la línea de transmisión.

Según los Censo Poblacionales de 2005, tenía 55 viviendas particulares ocupadas y 273 pobladores, de lo que resulta un promedio de 5.0 personas por vivienda; el 53.1% de sus habitantes son mujeres.

5. La Cruz Verde

Barrio del casco urbano del municipio de Boaco, que forma una faja alargada sobre el camino hacia San Lorenzo y a la comarca San José de las Torres. Aparece en el mapa de INETER con su mismo nombre.

Cerca de un 15% de sus viviendas están dentro del rango de los 500 metros a la línea de transmisión, por eso se la incluye en el AII. No hay viviendas a menos de 15 metros del eje de la línea de transmisión; la vivienda más cercana está a 130 metros del eje de la línea de transmisión.

Según los Censos Poblacionales de 2005, tenía 154 viviendas particulares ocupadas y 764 pobladores, de lo que resulta un promedio de 5.0 personas por vivienda; el 52.2% de sus habitantes son mujeres.

6. Barrio Tierra Blanca

Barrio del casco urbano del municipio de Boaco, que extendiendo en forma de anillo a lo largo de la carretera hacia Río Blanco, bordeando la zona urbana.

La mayor parte de las viviendas, y el Instituto están ubicados dentro del AII, a 500 metros o menos de la línea de transmisión; principalmente las ubicadas sobre la carretera a Río Blanco. No hay viviendas ni otra infraestructura a menos de 15 metros del eje de la línea de transmisión; la vivienda del barrio más cercana está a 320 metros del eje de la línea de transmisión, aunque hay viviendas dispersas (fincas), la más cercana está a 138 metros de dicha línea.

No aparece su nombre en el mapa de INETER, únicamente se indican los bloques de viviendas y el área del Instituto, a unos 370 metros del eje de la línea.

Según los Censo Poblacionales de 2005, tenía 305 viviendas particulares ocupadas y 1,547 pobladores, de lo que resulta un promedio de 5.1 personas por vivienda; el 55.4% de sus habitantes son mujeres.

7. Barrio Jorge Martínez

Barrio del casco urbano del municipio de Boaco, ubicado sobre la carretera a Río Blanco.

Al menos el 50% de las viviendas están a 500 metros o menos del eje de la línea de transmisión, por lo que se incluye en el AII. No hay viviendas ni otro tipo de infraestructura social a menos de 15 metros de la línea de transmisión; la vivienda del barrio más cercana está a 380 metros del eje de la línea de transmisión, y la vivienda dispersa (finca) más cercana está a 71 metros de dicha línea.

No aparece en el mapa de INETER, tampoco aparecen los bloques de viviendas actuales.

Según los Censos Poblacionales de 2005, tenía 185 viviendas particulares ocupadas y 858 pobladores, de lo que resulta un promedio de 4.6 personas por vivienda; el 54.3% de sus habitantes son mujeres.

8. San José del Portón (El Pueblito del Portón)

Es una comarca del municipio de Boaco ubicada a unos 3.5 kilómetros de la carretera pavimentada hacia Río Blanco. Para llegar a ella se toma un camino de tierra en regular estado en la entrada del caserío El Portón, la principal limitación para acceder a esta comunidad son las crecidas del río Las Cañas, ya que no hay ningún tipo de puente o vado. Aparece en el mapa de INETER con el nombre El Pueblito del Portón.

El caserío concentrado se encuentra a un poco más de 500 metros de la línea de transmisión. Al menos 15 viviendas, el centro escolar y dos iglesias de la comunidad se encuentran dentro del AII. No hay viviendas a menos de 15 metros del eje de la línea de transmisión; la vivienda más cercana, en el sector de la escuela, está a 20 metros del eje de la línea de transmisión.

Según los Censos Poblacionales de 2005, tenía 81 viviendas particulares ocupadas y 427 pobladores, de lo que resulta un promedio de 5.3 personas por vivienda; el 45.2% de sus habitantes son mujeres.

9. El Gavilán

Es un caserío del municipio de Matiguás, pertenece a la comarca Las Limas. Este caserío está ubicado a 8 kilómetros al sur del casco urbano, se accede a él por un camino en regular estado. Sin embargo prácticamente la comunidad se encuentra incomunicada por el río Bul Bul, que la separa del resto del municipio, y el cual se cruza únicamente por un puente colgante.

Esta comunidad aparece en el mapa de INETER con el mismo nombre, que antiguamente era el nombre de una hacienda.

La línea de transmisión pasa por esta comunidad después que pasa el cauce del río Grande de Matagalpa. Las viviendas se encuentran dispersas, pero la parte más concentrada del caserío se encuentra a unos 500 metros al norte de la línea de transmisión. Aunque hay 12 viviendas dispersas en torno a la línea, no hay ninguna vivienda a menos de 15 metros del eje de la línea de transmisión; la vivienda aislada (finca) más cercana identificada está a 72 metros del eje de la línea de transmisión.

No hay datos de la comunidad en los Censos Nacionales, porque aparecen integrados en el sector Las Limas – San Miguel los líderes comunales refieren que en la comunidad hay un aproximado de 25 viviendas; para fines de este informe se asignó a las mismas un número de personas semejantes a la de la comarca Las Limas, para un aproximado de 132 pobladores.

10. Paiwitas

Comarca del municipio de Matiguás, ubicada sobre la carretera hacia Río Blanco, entre los sitios conocidos como la entrada al Saiz y el puente de Paiwas (límite con Río Blanco).

Las viviendas se encuentran principalmente a lo largo de la carretera, a unos 800 metros de la Línea de Transmisión; sin embargo hay al menos 10 viviendas dispersas en el AII.

No hay ninguna vivienda a menos de 15 metros del eje de la línea de transmisión; la vivienda aislada (finca) más cercana identificada está a 95 metros del eje de la línea de transmisión.

En el mapa de INETER aparece el nombre Comarca de Paiwitas, pero el caserío concentrado aparece en el mapa con el nombre Las Mercedes. El nombre lo toma esta comarca de un afluente del río Paiwas.

Según los Censos Poblacionales de 2005, tenía 132 viviendas particulares ocupadas y 693 pobladores, de lo que resulta un promedio de 5.3 personas por vivienda; el 47.6% de sus habitantes son mujeres.

Aunque la línea de transmisión atraviesa el municipio de Río Blanco, no se encuentra con comunidades en su trayectoria, únicamente con fincas dispersas distantes del eje. Los centros poblados del municipio más próximos son: comarca La Ponzona 2, sector del Puente de Paiwas (1.07 kilómetros de la línea de transmisión); comarca Walter Calderón, que aparece en el mapa de INETER como Los Bajos (930 metros de la línea de transmisión); y comarca La Sandino, aparece en el mapa de INETER como El Socorro (520 metros de la línea de transmisión).

Tabla 7.25. Centros poblados en AII, Municipio y Coordenadas. Tramo 3

No	Comunidad	Municipio	WGS - 84. UTM 16P	
			X	Y
1	Las Tunitas	Teustepe	638815	1375948
2	El Chiflón (Los Huerta)	Santa Lucía	639455	1376198
3	Güiscoyol	Teustepe	640290	1375808
4	El Cascabel	Teustepe	641178	1376065
5	Barrio La Cruz Verde	Boaco	646014	1377448
6	Barrio Tierra Blanca	Boaco	647139	1379468
7	Barrio Jorge Martínez	Boaco	647194	1380071
8	El Pueblito del Portón	Boaco	656205	1395012
9	El Gavilán	Matiguás	667119	1412583
10	Paiwitas	Matiguás	685017	1424873

Fuente: Trabajo de Campo. Multiconsult y Cía. Ltda., 2013

d) Tramo 4

El ambiente socioeconómico de este tramo se caracteriza por comunidades rurales agrupadas a lo largo de los caminos hacia las cabeceras municipales; comunidades que dedican principalmente a la ganadería en mediana y gran escala, el paisaje urbano no se percibe en este tramo. La comunicación con el triángulo minero y la costa Caribe norte, hacen que el ambiente humano se caracterice por una alta actividad comercial y de traslado de personas.

En total se contabilizan 8 centros poblados en este tramo, ubicados dentro del AII, con un aproximado de 578 viviendas, en los cuales hay 3,245 habitantes.

Los 8 centros poblados, administrativamente se dividen en 5 comarcas: Wanawana, Wilikito, La Paila, Wilikón y Kurinwás. En la tabla de centros poblados y coordenadas se anotan las 8 comunidades, debido a las distancias entre ellas.

1. Wanawana

Comarca del municipio de Paiwas, ubicada sobre la carretera Río Blanco – Mulukukú, en el empalme hacia Paiwas. Las viviendas se encuentran tanto en el sector del empalme, como a lo largo de la carretera. En este análisis se incluye el caserío La Pedrera como parte de esta comarca, este caserío está ubicado sobre la carretera a Mulukukú, en donde antiguamente fue un banco de materiales.

Las viviendas del sector del empalme se encuentran a unos 250 metros de la Línea de Transmisión, y las del caserío La Pedrera a unos 300 metros de la misma. En ninguno de los sectores hay viviendas a menos de 15 metros del eje de la línea de transmisión; la vivienda más cercana identificada, está a 85 metros del eje de la línea de transmisión.

En el mapa de INETER, aparece Wanawana con ese mismo nombre, un poco antes del empalme, y la comunidad La Pedrera no aparece, solamente la finca Buenos Aires, que queda cercana a ella.

Según los Censos Poblacionales de 2005, Wanawana (incluyendo La Pedrera) tenía 329 viviendas particulares ocupadas y 1,863 pobladores, de lo que resulta un promedio de 5.7 personas por vivienda; el 46.9% de sus habitantes son mujeres.

2. Wilikito Abajo (Ernesto Cabrera)

Comarca del municipio de Paiwas, ubicada sobre la carretera hacia Mulukukú, se incluye dentro de sus límites al caserío Chorro de Agua, ubicado igualmente sobre la misma carretera.

Las viviendas de Wilikito Abajo se encuentran a lo largo de la carretera, a unos 400 metros, en promedio, de la Línea de Transmisión; esta comarca aparece en el mapa de INETER con el nombre Ernesto Cabrera, aunque los pobladores no supieron dar referencia del porqué del cambio de nombre. En cambio, las viviendas del caserío Chorro de Agua se encuentran en promedio a unos 150 metros de la Línea de Transmisión, este caserío no aparece en el mapa de INETER, únicamente se aprecia el nombre de la quebrada “Agua azul”, un poco antes de llegar al puente del río Wilike. En ninguno de sus sectores hay viviendas a menos de 15 metros del eje de la línea de transmisión; aunque las viviendas más cercanas están a 20 metros del eje de la línea de transmisión.

Según los Censos Poblacionales de 2005, Wilikito Abajo (incluyendo Chorro de Agua) tenía 122 viviendas particulares ocupadas y 695 pobladores, de lo que resulta un promedio de 5.7 personas por vivienda; el 49.1% de sus habitantes son mujeres.

3. La Paila

Comarca del municipio de Paiwas, ubicada sobre la carretera hacia Mulukukú. Al formarse el municipio de Mulukukú, esta comarca quedó dividida entre los dos

municipios, de ahí que su nombre aparece en ambos; se incluye dentro de esta comarca el pequeño caserío conocido Cuatro Esquinas. La comarca La Paila, de Mulukukú, se encuentra fuera del AID.

Las viviendas de La Paila se encuentran en promedio a 400 metros del eje de la Línea de Transmisión y las viviendas del caserío Cuatro Esquinas a una distancia similar. En el mapa de INETER aparece el nombre La Paila, para marcar lo que antes era el terreno de toda la comarca, pero el caserío La Paila propiamente dicho no aparece, en su lugar aparece un rótulo de comarca Wilike. No hay viviendas a menos de 15 metros del eje de la línea de transmisión; la vivienda más cercana identificada está a 480 metros del eje de la línea de transmisión.

Según los Censos Poblacionales de 2005, La Paila, del municipio Paiwas, (incluyendo Cuatro Esquinas) tenía 58 viviendas particulares ocupadas y 356 pobladores, de lo que resulta un promedio de 6.1 personas por vivienda; el 46.1% de sus habitantes son mujeres.

4. Wilikón (Teodoro Ramos)

Comarca del municipio de Mulukukú, ubicada sobre la carretera hacia el casco urbano de este mismo municipio. Esta comarca es flanqueada por las quebradas Bilampí y Wilike, que se unen cerca del caserío.

Las viviendas se encuentran en promedio a 450 metros del eje de la Línea de Transmisión. En el mapa de INETER aparece con el nombre Teodoro Ramos, que es el nombre del propietario (ya fallecido) de la antigua finca, que cedió los terrenos en donde se construyó la comunidad. No hay viviendas a menos de 15 metros del eje de la línea de transmisión; las viviendas más cercanas están a 360 metros del eje de la línea de transmisión, pero hay una finca ubicada a 25 metros del eje de dicha línea.

Según los Censos Poblacionales de 2005, tenía 69 viviendas particulares ocupadas y 331 pobladores, de lo que resulta un promedio de 4.8 personas por vivienda; el 52.9% de sus habitantes son mujeres.

Sobre la carretera a Mulukukú, entre Wilikón y Casa Amarilla, se encuentra una comunidad con alta densidad poblacional, llamada Uknikwas (aparece en el mapa de INETER como Los Chavarría); sin embargo no se incluye en el AII, debido a que el caserío se encuentra a unos 950 metros, en su parte más cercana a la línea de transmisión.

5. Casa Amarilla (Sector de Kurinwás)

Sector de la comarca Kurinwás, es un pequeño caserío del municipio de Mulukukú, también conocido como La Laguna, ubicado sobre la carretera, unos 3.5 kilómetros antes de llegar a la cabecera municipal de Mulukukú.

Escasamente se contabilizan cerca de 15 viviendas, pero no hubo informantes disponibles que supieran un dato confiable; no aparece en el mapa de INETER, pero se ubica al sur del sitio que aparece en el mapa como Cooperativa 21.

Todas las viviendas están dentro del AII. No hay viviendas a menos de 15 metros del eje de la línea de transmisión o del límite exterior de la Subestación Mulukukú; la vivienda más cercana está a 150 metros del eje de la línea de transmisión y corresponde a una finca grande.

Aunque no se tienen datos poblacionales, por estar integrados en los de la comarca Kurinwás, se incluyó porque en este caserío hay una pequeña iglesia evangélica y un centro escolar de primaria, a unos 320 metros de la Línea de Transmisión.

Tabla 7.26. Centros poblados en AII, Municipio y Coordenadas. Tramo 4

No	Comunidad	Municipio	WGS - 84. UTM 16P	
			X	Y
1	Wanawana	Paiwas	697549	1430943
2	La Pedrera	Paiwas	699232	1433266
3	Chorro de Agua	Paiwas	702446	1436717
4	Wilikito Abajo (Ernesto Cabrera)	Paiwas	704336	1439880
5	Cuatro Esquinas	Paiwas	705662	1441062
6	La Paila	Paiwas	706598	1441483
7	Wilikón (Teodoro Ramos)	Mulukukú	710145	1446109
8	Casa Amarilla/La Laguna	Mulukukú	718425	1454402

Fuente: Trabajo de Campo. Multiconsult y Cía. Ltda., 2013

7.3.2.2. Aspectos demográficos en el AII

En total, en el AII se calcula un aproximado de 5,350 viviendas, en las cuales hay 27,304 pobladores, para un aproximado de 5.1 personas por vivienda

Tabla 7.27. Centros poblados, viviendas y habitantes.AII

No	Tramo	Centros Poblados	Viviendas Particulares Ocupadas	Hab.	Persona / Vivienda	Hab. (%)
1	Tramo 1	19	3,059	15,601	5.1	57
2	Tramo 2	5	678	3,295	4.9	12
3	Tramo 3	10	1,035	5,163	5.0	19
4	Tramo 4	8	578	3,245	5.6	12
TOTAL AII		42	5,350	27,304	5.1	100

Fuente: Trabajo de Campo. Multiconsult y Cía. Ltda., 2013 y *Censos Nacionales, INIDE 2005*.

En cuanto al peso poblacional, el Tramo 1 concentra el 57% de los habitantes en el AII, lo que se explica por la presencia de siete centros rurales con características urbanas a ello sumando el casco urbano de Terrabona.

Es importante destacar, que a menudo la cantidad de habitantes por vivienda es un indicador para medir el nivel de hacinamiento, pero también refleja en algún sentido el nivel de pobreza, puesto que los hogares pobres tienden a tener más personas por vivienda.

En cuanto a la composición por sexo, el 50.05% de la población del AII son mujeres, esta proporción es mayor en los tramos 2 y 3 y mucho menor en el tramo 4.

Tabla 7.28. Composición de población por sexo. AII

No	TRAMO	MUJERES	HOMBRES	TOTAL	MUJERES (%)
1	Tramo 1	7,703	7,898	15,601	49.38
2	Tramo 2	1,704	1,591	3,295	51.71
3	Tramo 3	2,706	2,457	5,163	52.41
4	Tramo 4	1,554	1,691	3,245	47.89
TOTAL		13,667	13,637	27,304	50.05

Fuente: Trabajo de Campo. Multiconsult y Cía. Ltda., 2013yCensos Nacionales, 2005. INIDE

7.3.2.3. Vivienda y Servicio de agua en el AII

Ya se ha mencionado que existe un aproximado de 5,350 viviendas particulares ocupadas. Un indicador para valorar la situación de vivienda es la cantidad de moradores por vivienda, en el caso del AII hay un promedio de 5.1 habitantes por vivienda.

El INIDE considera que las viviendas se encuentran en situación de hacinamiento cuando hay 4 o más personas por cuarto para dormir, en el área urbana y 5 o más en la zona rural. Usualmente se considera que las viviendas, sobre todo las rurales tienen una sola habitación para dormir, por lo que la cifra de 5.1 habitantes por vivienda implica que, en promedio, las viviendas se encuentran en situación de hacinamiento.

Las comunidades que están en peor situación son: Sonzapote (5.6); Barrio Nuevas Esperanzas (5.7), Wanawana (5.7), Wilikito Abajo (5.7) y La Paila (6.1). Hay que resaltar que las últimas tres comunidades están en el tramo Mulukukú – Río Blanco.

En cuanto a la calidad de las viviendas, el 36% de las mismas tiene paredes construidas con materiales inadecuados, como madera, ripios, varas, cañas, etc. Aunque la madera es el medio de construcción principal en la zona más húmeda de Río Blanco, Paiwas y Mulukukú, este material se considera inadecuado por el tipo de construcción que permite la presencia de plagas, como chinches, de ahí que en el Tramo 1 sea mayor la proporción de paredes catalogadas como inadecuadas.

Solamente el 5% de las viviendas tienen problemas de calidad en el material del techo, que se considera inadecuado cuando es de cañas, ripios u otro material poco durable o permeable. En el caso de la zona húmeda es frecuente la presencia de techos construidos con una palma que es abundante en la zona. Constructores entrevistados afirmaron que esta palma tiene una duración de dos años en promedio; sin embargo lo inadecuado es la presencia de insectos y roedores en este tipo de construcción.

Un problema social que sigue siendo relevante y que hasta el momento no ha sido objeto de ningún programa público o privado, son los pisos de tierra; ya que se considera como medio de propagación de enfermedades, entre ellas el Mal de Chagas. El 59% de las viviendas tienen este tipo de problema.

Tabla 7.29. Calidad de la vivienda. AII

No	Tramo	Viviendas	Con Componente Inadecuado (%)		
			Pared	Techo	Piso
1	Tramo 1	3,059	30%	2%	57%
2	Tramo 2	678	27%	1%	58%
3	Tramo 3	1,035	33%	6%	50%
4	Tramo 4	578	85%	24%	87%
TOTAL/PROMEDIO AII		5,350	36%	5%	59%

Fuente: Trabajo de Campo. Multiconsult y Cía. Ltda., 2013y Censos Nacionales, INIDE 2005.

Según los conceptos utilizados en los Censos Nacionales del 2005, se considera que una vivienda no tiene agua potable cuando no es abastecida por tubería dentro o fuera de la vivienda, y se abastece por agua de río, pozo o puesto público o privado, ojo de agua, manantial, o a través de un camión, carreta o pipa, cuando se la proporciona el vecino, o alguna otra forma, como el agua de lluvia.

Según esos Censos Nacionales, el 38% de las viviendas no tenían servicio de agua potable. Los casos más graves se presentan en el tramo entre Río Blanco y Mulukukú (Tramo 4), en donde el 66% de las viviendas no tenían este servicio; seguido del tramo entre Río Blanco y Teustepe (Tramo 3) en donde el 52% de las viviendas se encontraban en la misma situación.

Los datos muestran, que a medida en que geográficamente nos alejamos de Managua, el acceso a los servicios básicos va empeorando. Aunque llama la atención el caso de las comunidades sobre la carretera en el tramo Las Banderas – Empalme de Boaco, - ubicadas en el Tramo 2 – que presentan una situación alarmante del 41% de las viviendas sin acceso al servicio de agua potable.

Las noticias indican que esta situación se ha mejorado considerablemente, sobre todo en los centros rurales, con la ejecución de proyectos públicos, tanto del Gobierno central como de las Alcaldías; sin embargo no existe información disponible desagregada al nivel de estas comunidades.

Tabla 7.30. Servicios de agua potable en la vivienda. AII

No	Tramo	Viviendas	Sin Agua
1	Tramo 1	3,059	31%
2	Tramo 2	678	41%
3	Tramo 3	1,035	52%
4	Tramo 4	578	66%
TOTAL		5,350	38%

Fuente: Trabajo de Campo. Multiconsult y Cía. Ltda., 2013 y Censos Nacionales, INIDE 2005.

7.3.2.4. Servicio de energía eléctrica domiciliar en el AII

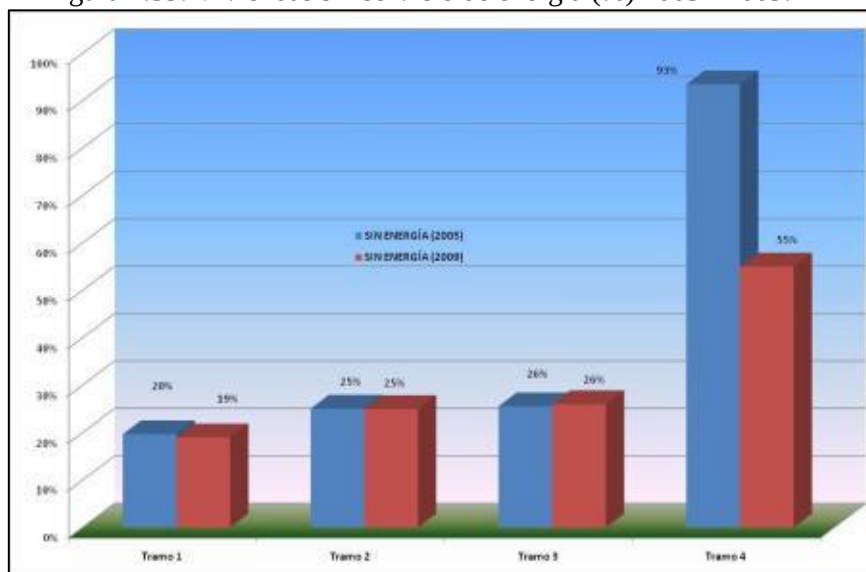
En los Censos Nacionales del 2005 se evaluó el acceso a la energía eléctrica domiciliar en las viviendas ocupadas. De las 5,350 viviendas en el AII, el 71% tenía servicio de energía eléctrica; mientras el restante 29% carecía del servicio.

Tabla 7.31. Viviendas sin servicio de energía (%) 2005 - 2009. AII

No	Tramo	Viviendas	Sin Energía (2005)	Sin Energía (2009)
1	Tramo 1	3,059	20%	19%
2	Tramo 2	678	25%	25%
3	Tramo 3	1,035	26%	26%
4	Tramo 4	578	93%	55%
TOTAL/PROMEDIO AII		5,350	29%	25%

Fuente: Censos Nacionales, 2005. INIDE y Noticias ENATREL y ENEL

Figura 7.39. Viviendas sin servicio de energía (%) 2005 - 2009. AII



Fuente: Censos Nacionales, 2005. INIDE y Noticias ENATREL y ENEL

A nivel nacional, en el 2005, se consideraba el 71% como una tasa de electrificación domiciliar bastante alta, considerando que hasta inicios del año 2007 esta tasa era apenas del 52% a nivel nacional.

Pero la explicación está en que los centros con características urbanas en el AII (San Benito, Los Novios, Las Maderas, El Prado, Terrabona, Empalme de Boaco, Barrio Tierra Blanca, Barrio Cruz Verde y Barrio Jorge Martínez) tenían en el 2005, en promedio una tasa de electrificación del 91.2%, y como ellos tienen un alto peso poblacional en el AII, eso hace que se refleje una tasa de electrificación domiciliar en el AII bastante alta.

Otra era la realidad de las comunidades rurales y más aisladas, las restantes, en donde la tasa de electrificación domiciliar era apenas del 39.8%. Lo que se puede ver en el Tramo 4, en donde no hay presencia de centros con características urbanas, y más del 90% de las viviendas no tenían este servicio. Este análisis refuerza la idea de que la falta de acceso al servicio de energía era, en esencia, un problema rural.

A partir del año 2007, y con la implementación de los programas PNSER (Programa Nacional de Electrificación Sostenible y Energía Renovable), PERZA (Programa de Electrificación Rural para Zonas Aisladas), y otros programas y proyectos públicos, se ha avanzado en la electrificación rural.

Según las noticias reflejadas en las respectivas páginas digitales de ENATREL, ENEL y El 19 Digital, el servicio de energía domiciliar se extendió en 2009 a las viviendas de las comunidades (Tramo 1) Santa Lucía y (Tramo 4) Wilikito, La Paila y Wilikón.

Con estos cambios, para el 2009 se logró subir la cobertura eléctrica al 75% de las viviendas en el AII, pero el logro más importante es que se ha mejorado sustancialmente la situación de las comunidades rurales, lo que se refleja en el cambio del 93% al 55% de las viviendas sin acceso a la energía en el Tramo 4. En realidad el avance, es mucho mayor, sin embargo, a nivel nacional no hay datos disponibles que permitan reflejarlo. Otra limitante es la falta de información adecuada en las propias comunidades, aún y cuando se verificó la presencia de tendido eléctrico en varias de ellas, que aparecen sin el servicio en los Censos 2005. Igualmente las Alcaldías no poseen en su mayoría datos actualizados.

Los números expuestos confirman el cumplimiento de las metas propuestas en materia de electrificación domiciliar, en donde se ha pasado a nivel nacional de una cobertura del 52% (2007) al 74% (2013), con la meta de conseguir una cobertura del 87% (2016).

La expansión de la cobertura es más clara en las comunidades rurales; sólo en el caso de la Subestación Terrabona, permitirá extender la electrificación a 145 comunidades rurales de los municipios de Terrabona, Ciudad Darío y Esquipulas.

7.3.2.5. Servicios Sociales, Salud y educación en el AII

Servicio de salud

En cuanto a las unidades de salud, destaca el Hospital Departamental José Nieborowsky, de Boaco, que aunque no está en el margen de 500 metros a la Línea de Transmisión, se decidió incluirlo en el AII, por su importancia, y el hecho que la Línea pasa cercana a los caminos de acceso al mismo: el camino de entrada al Hospital está a 400 metros de la línea de transmisión.

Tabla 7.32. Unidades de salud identificadas en el AII.

Tramo	Unidad De Salud	Tipo	Centro Poblado	Municipio
1	Las Maderas	PSFC	Las Maderas	Tipitapa
1	Carlos Fonseca	PSFC	San Benito	Tipitapa
1	El Prado	PSFC	El Prado	Ciudad Darío
1	Francisco Buitrago	CSF	Terrabona (Casco urbano)	Terrabona
2	El Empalme	PSFC	El Empalme de Boaco	Teustepe
3	José Nieborowsky	HD	Boaco	Boaco

Fuente: Trabajo de Campo. Multiconsult, 2013 y Red de Servicios por SILAIS. MINSA, 2013

En total se identificaron 37 centros escolares, en el AII, incluyendo el Instituto Nacional Rosa Cerda, de Boaco, con una población de 1,034 alumnos; el Instituto Simón Bolívar, con 468 alumnos, ubicado en la comarca Empalme de San Benito, a la par del derecho de vía, al lado este; y el Instituto Las Maderas, también a la par del derecho de vía, en la comarca del mismo nombre, con 918 alumnos.

Tabla 7.33. Centros escolares y población escolar identificados en el AII.

Tramo	Centro Escolares	Población Escolar
1	19	3,787
2	5	603
3	6	1,362
4	7	386
TOTAL AII	37	6,138

Fuente: Trabajo de Campo. Multiconsult, 2013 y Matrícula Inicial x Escuela 2007. MINED

7.3.2.6. Actividad Económica, Ocupación y Pobreza en el AII

En los Censos Nacionales se considera que la persona está en edad de trabajar cuando tiene 10 años cumplidos o más; a su vez, las personas en edad de trabajar se dividen entre Población Económicamente Activa (PEA) y Población Económicamente Inactiva (PEI).

En el presente análisis, tratamos de mostrar la situación económica desventajosa que ocupan las mujeres, y cómo se diferencia en las comunidades que componen cada uno de los Tramos. Se ha dividido la población ocupada entre la población total correspondiente para mostrar el nivel de dependencia económica por cada uno de los sexos en cada uno de los tramos correspondientes.

Tabla 7.34. Tasa de independencia económica por sexo. AII

Tramo	Independencia Económica (%)		
	HOMBRE	MUJER	TOTAL
Tramo 1	66.6	28.2	47.7
Tramo 2	41.7	19.7	30.3
Tramo 3	45.1	21.8	32.9
Tramo 4	50.2	7.3	29.6
PROMEDIO AII	57.8	23.5	40.6

Fuente: Censos Nacionales, 2005. INIDE

Por ejemplo, en el Tramo 1 hay un total de 7,703 mujeres, de las cuales solamente 2,175 trabajan, lo que representa el 28.2% de mujeres independientes económicamente. El restante se divide entre mujeres con edades menores a los 10 años; mujeres inactivas económicamente, por ejemplo amas de casa; y mujeres activas económicamente, pero que no encuentran empleo (desempleadas).

Este cálculo se realiza de esta manera, porque a veces las tasas de desempleo no reflejan adecuadamente el problema económico de los hogares. Se observa, que en las comunidades rurales del Tramo 4 hay una alta dependencia de las mujeres, solamente 7.3 de cada 100 labora.

En el mercado laboral, esta disparidad entre ambos sexos se refleja en tasas de ocupación mucho más altas entre los hombres. Cuando se analizan las proporciones de ocupados por sexo se muestra, que entre los ocupados, el 71% lo componen hombres y solamente el 29% mujeres, a pesar que las mujeres constituyen una ligera mayoría de la población total.

Tabla 7.35. Porcentaje de ocupados por sexo. AII

Tramo	Ocupados Por Sexo		
	HOMBRE	MUJER	TOTAL
Tramo 1	70.8	29.2	100
Tramo 2	66.4	33.6	100
Tramo 3	65.2	34.8	100
Tramo 4	88.3	11.7	100
PROMEDIO AII	71.0	29.0	100

Fuente: Censos Nacionales, 2005. INIDE

En cuanto a la participación de los sectores económicos en la generación de empleos en el AII: en promedio, el 31% de la población ocupada es absorbida por el sector primario (principalmente agricultura y ganadería); el 23% por el sector secundario (principalmente industrias manufactureras en el área); y el restante 46% por el sector terciario (principalmente la actividad comercial).

Tabla 7.36. Porcentaje de ocupados por sector económico. AII

Tramo	Población Ocupada Por Sector Económico (%)			
	Primario	Secundario	Terciario	Total
Tramo 1	26	28	46	100
Tramo 2	29	20	51	100
Tramo 3	29	14	57	100
Tramo 4	82	4	14	100
PROMEDIO AII	31	23	46	100

Fuente: Censos Nacionales, 2005. INIDE

Sin embargo, esta participación varía dependiendo del nivel de desarrollo de la zona de que se trate, por ejemplo, en las comunidades del Tramo 1, el sector primario representa apenas el 26% de los ocupados; en cambio, en el Tramo 4 representa el 82%.

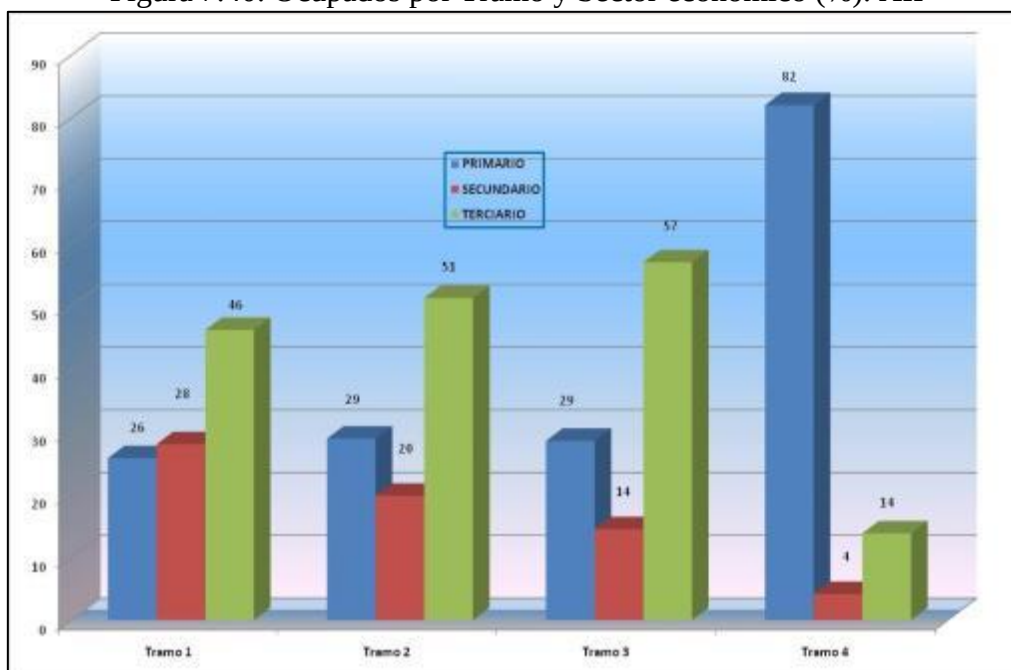
Esta situación varía mucho cuando se analiza exclusivamente para el caso de las mujeres, debido a que ellas no son empleadas por el sector primario, y su fuerza laboral se concentra en el sector terciario; de ahí, que la actividad comercial es representada principalmente por mujeres.

Tabla 7.37. Porcentaje de mujeres ocupadas por sector económico. AII

Tramo	Mujeres Ocupadas Por Sector Económico (%)			
	Primario	Secundario	Terciario	Total
Tramo 1	3	36	61	100
Tramo 2	1	25	74	100
Tramo 3	2	10	88	100
Tramo 4	25	3	72	100
PROMEDIO AII	3	29	68	100

Fuente: Censos Nacionales, 2005. INIDE

Figura 7.40. Ocupados por Tramo y Sector económico (%). AII



Fuente: Censos Nacionales, 2005. INIDE

El empleo en el sector secundario (industrias y maquilas) sólo es relevante en las comunidades Los Novios y Chilamatillo (Ulises Tapia), ambos del municipio de Tipitapa.

En todas las comunidades rurales de Terrabona y las ubicadas en los municipios y comunidades al norte del casco urbano de Boaco, el nivel de empleo de los hombres en el sector primario es mayor al 90%.

En cuanto al comportamiento de la pobreza, una limitante es que los Censos Nacionales no incluyen datos de pobreza desagregados a nivel de comunidades, sobre todo en el caso de las áreas rurales, en donde los datos se plasman a nivel de microrregiones; debido a esta limitante, los datos de pobreza se exponen a nivel municipal, ya que se considera que esta información refleja en gran medida el comportamiento de esa variable en las comunidades ubicadas en el AII.

La pobreza se valora en los Censos a partir de la metodología de Necesidades Básicas Insatisfechas, NBI: según la misma se identifican un grupo de necesidades de los hogares (vivienda inadecuada, hacinamiento, acceso a agua potable y servicio sanitario, asistencia de niños a la escuela, nivel de educación del jefe de hogar, etc.). Todas ellas se agrupan en cinco necesidades básicas; los hogares con una necesidad básica insatisfecha califican como pobres no extremos y los que tienen dos o más se califican como pobres extremos.

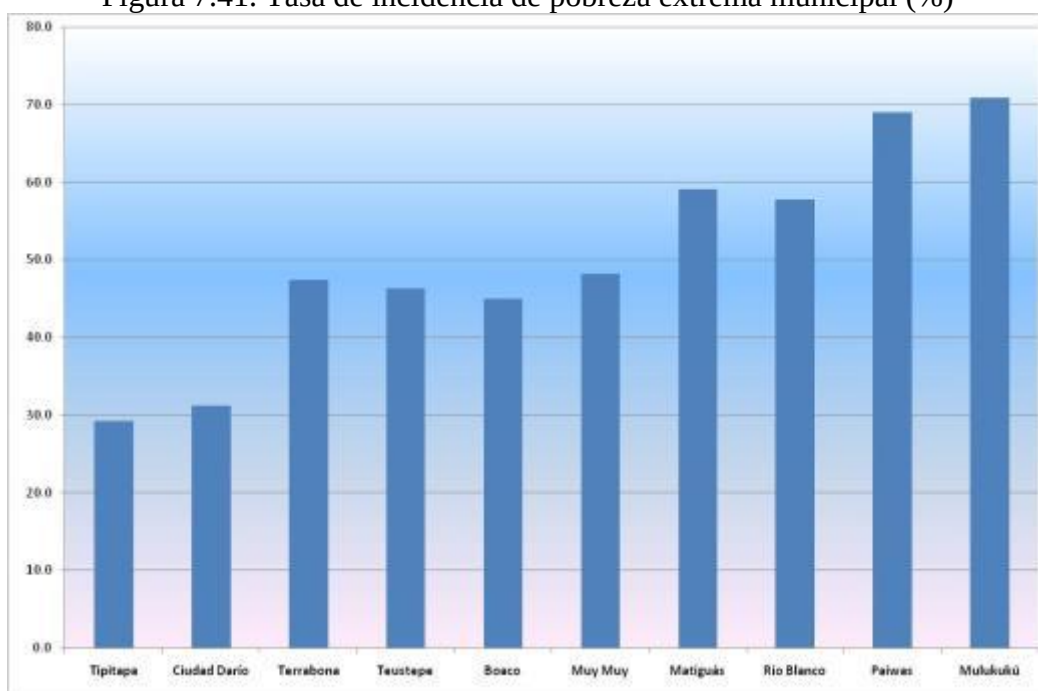
Según estos resultados los hogares en peor situación son los del grupo de municipios en el extremo noreste del área del Proyecto: Río Blanco, Matiguás, Paiwas y Mulukukú.

Tabla 7.38. Tasa de incidencia de Pobreza municipal (%)

Municipio	Incidencia De Pobreza (%) 2005	
	No Extrema	Extrema
Tipitapa	33.9	29.2
Ciudad Darío	35.5	31.2
Terrabona	27.7	47.4
Teustepe	32.1	46.3
Boaco	28.5	45.0
Muy Muy	31.3	48.2
Matiguás	25.8	59.1
Río Blanco	25.3	57.7
Paiwas	21.1	69.0
Mulukukú	20.3	70.9

Fuente: Censos Nacionales, INIDE 2005.

Figura 7.41. Tasa de incidencia de pobreza extrema municipal (%)



Fuente: Censos Nacionales, 2005. INIDE

Sin embargo hay que señalar que las mediciones anuales de incidencia de la pobreza a escala nacional, realizadas por el FIDEG, utilizando la metodología de medición basada en el consumo e ingreso, muestran que entre 2005 y 2012 la pobreza general se redujo en un 15.59%; pero la pobreza extrema ha tenido un dramático descenso de 55.81% en el mismo período. Sin embargo, la falta de datos actualizados a escala municipal no permite estimar este descenso a esa escala.

7.3.2.7. Uso del suelo y Tipología de Productores Agropecuarios en el AII

Debido a la imposibilidad de obtener datos de uso del suelo y tipología de productores agropecuarios, desagregados a nivel de las comunidades que forman el Área de Impacto Indirecto, AII; se ha optado por exponer los datos del uso del suelo a nivel municipal, que reflejan al menos de manera general la dinámica productiva en el AII; se ha procedido de la misma manera para el caso de la tipología de productores.

El uso del suelo se analiza partiendo de los datos ofrecidos por el IV Censo Nacional Agropecuario, realizado en el año 2011, con datos productivos del Año agrícola 2010.

En el municipio de Tipitapa, el uso del suelo se encuentra distribuido en diversos rubros, el principal es el uso ganadero, que representa el 45.56% del uso actual.

En el municipio de Ciudad Darío el uso del suelo se encuentra distribuido en diversos rubros, el principal es el uso ganadero, que representa el 43.42% del uso actual.

En el municipio de Terrabona el uso del suelo se encuentra distribuido en diversos rubros, el principal es el uso ganadero, que representa el 40.19% del uso actual.

En el municipio de Teustepe el uso predominante del suelo son los pastos para la actividad ganadera, los pastos naturales más los cultivados representan el 53.99% del uso actual del municipio.

En el municipio de Boaco el uso predominante del suelo son los pastos para la actividad ganadera, los pastos naturales más los cultivados representan el 71.58% del uso actual del municipio.

En el municipio de Muy Muy el uso predominante del suelo son los pastos para la actividad ganadera, los pastos naturales más los cultivados representan el 75.61% del uso actual del municipio.

En el municipio de Matiguás el uso predominante del suelo son los pastos para la actividad ganadera, los pastos naturales más los cultivados representan el 73.01% del uso actual del municipio.

En el municipio de Río Blanco el uso predominante del suelo son los pastos para la actividad ganadera, los pastos naturales más los cultivados representan el 71.85% del uso actual del municipio.

En el municipio de Paiwas el uso predominante del suelo son los pastos para la actividad ganadera, los pastos naturales más los cultivados representan el 84.22% del uso actual del municipio.

En el municipio de Mulukukú, el uso predominante del suelo son los pastos para la actividad ganadera, los pastos naturales más los cultivados representan el 74.82% del uso actual del municipio.

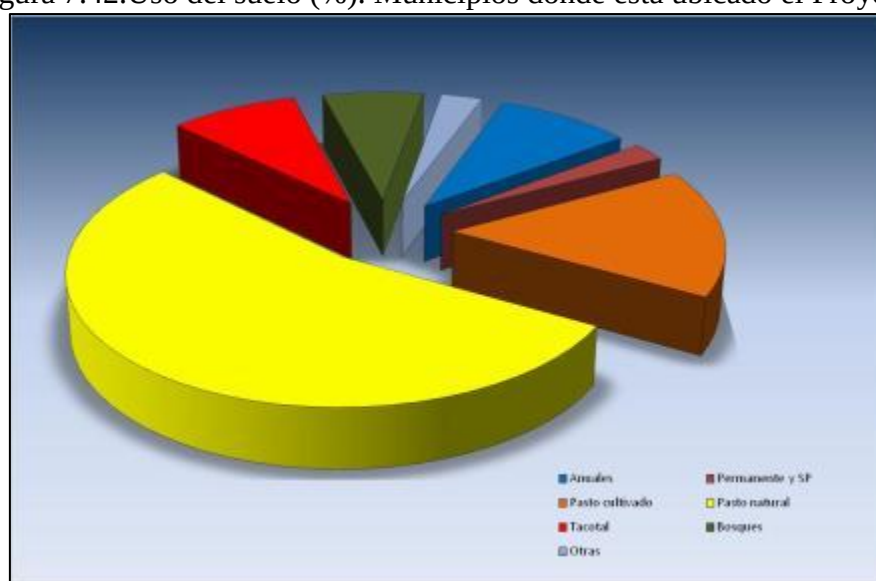
Tabla 7.39. Uso del suelo (%). Municipios donde está ubicado el Proyecto

Municipio	Uso Del Suelo (2011)							
	Anuales	Permanente y SP	Pasto cultivado	Pasto natural	Tacotal	Bosque	Otras ⁴	TOTAL
Tipitapa	17.4	0.5	10.2	35.3	14.3	14.0	8.3	100
Ciudad Darío	19.2	0.8	10.4	33.0	23.4	9.3	3.9	100
Terrabona	30.6	2.4	7.4	32.8	14.3	8.6	3.9	100
Teustepe	20.6	0.5	9.0	45.0	18.0	2.4	4.5	100
Boaco	7.9	4.4	20.8	50.7	6.7	6.0	3.5	100
Muy Muy	5.7	3.9	11.0	64.6	4.4	8.5	1.9	100
Matiguás	7.9	3.3	23.5	49.5	5.5	8.0	2.3	100
Río Blanco	9.4	4.2	13.1	58.8	3.8	8.5	2.2	100
Paiwas	3.6	0.9	17.0	67.2	6.8	3.2	1.3	100
Mulukukú	7.1	2.4	13.5	61.4	8.6	5.8	1.2	100
TOTAL	9.2	2.3	16.1	54.1	8.7	6.8	2.8	100

Fuente: IV Censo Nacional Agropecuario, CENAGRO 2011, INIDE

Estos municipios en conjunto poseen en su conjunto, aproximadamente el 13% de la superficie reportada en el IV CENAGRO, debido a la gran extensión de los municipios de Matiguás, Paiwas, Mulukukú y Tipitapa. Suman un total de 1.15 millones de manzanas.

Figura 7.42. Uso del suelo (%). Municipios donde está ubicado el Proyecto



Fuente: IV Censo Nacional Agropecuario, CENAGRO 2011, INIDE

En cuanto a productores, hay un total de 22,822 productores censados, lo que representa un promedio general de 50.5 manzanas por productor; sin embargo los mismos datos del Censo 2011 muestran una alta concentración de la tierra en algunos municipios.

⁴La categoría "Otras" incluye, infraestructura, pantanos, pedregales, y tierras afectadas por fenómenos naturales.

Tabla 7.40. Tipología de productores por municipio (%)

Municipio	20 Mz o menos	Entre 20.1 y 50 Mz	Entre 50.1 y 100 Mz	Más de 100 Mz	Total
Tipitapa	73.2	9.7	7.2	9.9	100
Ciudad Darío	84.8	7.7	4.0	3.5	100
Terrabona	89.2	7.0	1.9	1.9	100
Teustepe	84.7	7.7	4.8	2.8	100
Boaco	72.0	12.0	6.8	9.2	100
Muy Muy	79.4	8.7	5.2	6.7	100
Matiguás	40.9	24.6	15.2	19.3	100
Río Blanco	40.6	28.0	17.8	13.6	100
Paiwas	17.4	23.7	24.6	34.3	100
Mulukukú	21.8	27.6	23.6	27.0	100
TOTAL	63.3	14.7	10.2	11.8	100

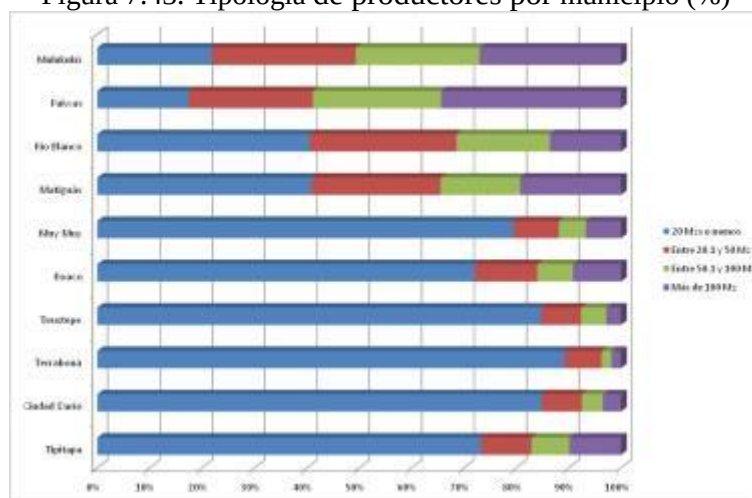
Fuente: IV Censo Nacional Agropecuario, CENAGRO 2011, INIDE

Para fines de este estudio se decidió resumir los Tipos agrarios en cuatro segmentos. El segmento de 20 Mz o menos representa a los Microfundistas, Minifundistas y Pequeños productores; el de entre 20.1 y 50 Mz representa a los medianos productores; el de entre 50.1 a 100 representa a los grandes productores en un proceso de acumulación; y el de más de 100 Mz representa a los grandes productores tradicionales.

Los pequeños productores son claramente predominantes en todos municipios hasta Muy Muy. El mayor peso de los grandes productores en las zonas al norte de Muy Muy (Matiguás, Río Blanco, Paiwas, Mulukukú) se explica por el tipo de actividad económica, caracterizada por la ganadería extensiva; pero también se explica por una mayor concentración de la tierra en manos de grandes productores.

El factor de la alta concentración de la tierra crea un polo de población de alto nivel de vida y desarrollo económico, pero también crea una capa de población sin acceso al recurso tierra, lo que origina desempleo y marginalidad, que a su vez se expresa en forma de conflictos sociales como abigeato, asaltos y polarización política. Otros factores que contribuyen a esta inestabilidad son: la inseguridad en la tenencia de la tierra, y el alto dinamismo del mercado de tierras en la zona de frontera.

Figura 7.43. Tipología de productores por municipio (%)



Fuente: IV Censo Nacional Agropecuario, CENAGRO 2011, INIDE

7.3.2.8. Ordenamiento territorial en el Área de Influencia Indirecta

Para conocer la dinámica de expansión espacial de los centros poblados en el Área de Influencia Indirecta, se procedió a consultar principalmente los Planes de Ordenamiento Territorial y Zonificación Urbana, elaborados por el SINAPRED. También se siguió la técnica de comparar los centros poblados tal como aparecen en la primera versión de los mapas de 1:50,000 del INETER, con versiones más actualizadas, incluyendo imágenes del Google Earth.

En **Tipitapa**, se emplearon como fuentes los Planes de Ordenamiento Territorial y Zonificación urbana, elaborados por el SINAPRED⁵ en 2005, y el Plan Maestro de Desarrollo Urbano de la Ciudad de Tipitapa, PMDU, redactado igualmente en 2005.

Según estas fuentes, en el AII se encuentra un poblado, Las Maderas, que tiene la categoría de “*Ciudad pequeña*” o centro urbano intermedio, considerado el casco urbano secundario de mayor relevancia en el municipio. Este poblado es afectado por las amenazas de deslizamiento, inundaciones y erosión de taludes, por estar a la orilla del río San Antonio. Para el año 2025 se espera que se haya convertido en una “*Ciudad Mediana*”; sin embargo, no ofrecen información sobre el patrón de crecimiento de este pequeño casco urbano. La comparación de imágenes (mapas) del poblado muestra que el crecimiento urbanístico se está experimentando hacia el sur, en dirección a Tipitapa. Se concluye que este patrón de desarrollo espacial, no será afectado por el Proyecto.

Los poblados ubicados sobre el derecho de vía: Chilamatillo, Empalme San Benito y Los Novios, son catalogados como “Villas” o centros básicos que permiten la integración urbano – rural. En conjunto con la Colonia Roque son considerados una zona de *conurbación*⁶, es decir de futura fusión urbana, en donde los caseríos crecerán a lo largo del derecho de vía hasta convertirse en una sola entidad urbana, tal como el caso San Benito – Los Novios; aunque no se brinda mayor información de los patrones de desarrollo espacial y recomienda la elaboración de estudios específicos. La comparación de imágenes muestra, que en efecto hay un proceso de conurbación, con pequeños negocios y viviendas que se van extendiendo a lo largo del derecho de vía. También, las imágenes muestran que hay un proceso de expansión de San Benito hacia Boaco, este proceso fue señalado por los propios líderes entrevistados en campo.

Se concluye, con este patrón de crecimiento espacial, que la ejecución del Proyecto no afectará los procesos de conurbación y expansión espacial de estos poblados, principalmente en el caso de San Benito, que muestra un mayor nivel de actividad comercial a lo largo del derecho de vía.

En el caso de Quebrada Honda, se le asigna la categoría de “Caserío”, que son centros rurales concentrados; no se prevé que tenga una expansión que la transforme en pequeña ciudad; aunque para el Proyecto presenta la limitación que los bloques de viviendas quedan en el lado del derecho de vía donde se pretende instalar la Línea de

⁵ En Anexo 6 se ofrece el detalle de los términos, utilizados en este apartado, propios de los procesos de Ordenamiento Territorial, según los contenidos del Decreto 78 – 2002, “*Normas, Pautas y Criterios para el Ordenamiento Territorial*”

⁶ Según la Real Academia Española, RAE, Conurbación es un “*Conjunto de varios núcleos urbanos inicialmente independientes y contiguos por sus márgenes, que al crecer acaban formando una unidad funcional*”.

Transmisión; inclusive, las viviendas (4) que están junto al derecho de vía y el extremo del centro escolar quedan dentro del AID, por lo que se recomienda que la línea de transmisión – al menos en el trayecto de la comunidad Quebrada Honda – sea movida hacia la otra banda de la carretera, aunque se mantenga siempre en derecho de vía.

Sobre los espacios rurales de los otros centros poblados del municipio de Tipitapa: Los Laureles, Las Canoas y Las Banderas, no hay ninguna afectación por cuanto estos centros se encuentran a una distancia mayor de 1.3 kilómetros de la zona del Proyecto.

En **Ciudad Darío**, aunque la información disponible no señala planes de ordenamiento territorial en el municipio, no se prevé que la ejecución del Proyecto afecte los procesos de crecimiento poblacional y su desarrollo espacial, por cuanto la Línea de Transmisión pasa, en el municipio, únicamente por centros poblados dispersos. En el AII, el centro poblado de mayor tamaño más cercano es El Prado, y según la comparación de imágenes no se observa crecimiento hacia el área de paso de la Línea de Transmisión.

En la comunidad Las Pencas, que es otro centro poblado grande, al comparar las imágenes se observa que su patrón de crecimiento es hacia el oeste, formando una zona de conurbación con la comarca más próxima, Puertas Viejas; por lo que la Línea de Transmisión no afectará su desarrollo espacial.

En **Terrabona**, la información disponible indica que el sector occidental del casco urbano es vulnerable a las inundaciones por la quebrada La Chingastosa. La comparación de imágenes muestra que ha habido muy poco crecimiento urbano, y éste no ha sobrepasado los límites de esta quebrada; y las viviendas del casco urbano más próximas a la Subestación están a 650 metros, sobre el camino a Ciudad Darío. Por lo que no se prevé ningún tipo de afectación, al desarrollo espacial del casco urbano, ni por el paso de la Línea de Transmisión, ni por la instalación de la Subestación Terrabona.

El desarrollo espacial de los centros poblados rurales dispersos de Terrabona, tampoco se verá afectados por la ejecución del Proyecto.

En **Teustepe**, el Plan de Ordenamiento del municipio, señala que el segundo núcleo en importancia en el municipio es el Empalme de Boaco, que tiene la categoría de “Ciudad pequeña”, aunque “no presenta un tejido urbano coherente”; y que su crecimiento en los últimos años se debe a su posición de empalme de caminos provenientes de zonas productivas.

El crecimiento urbano previsto para el casco urbano de Teustepe es hacia el occidente del casco actual; el crecimiento hacia el sur se ve limitado por el cauce del río Malacatoya, por lo que no se prevé que la Línea de Transmisión afecte el desarrollo espacial de la cabecera municipal. La comparación de imágenes muestra que el crecimiento se ha dado hacia el sector de la salida (suroeste), y hacia el norte del casco urbano.

En el caso del Empalme de Boaco se observa que el crecimiento se está dando principalmente sobre el derecho de vía hacia el sur, y hacia el Juigalpa, con un nuevo sector de más de 60 viviendas. Aunque no se debe descartar la hipótesis que la construcción de la Subestación Boaco estimule un crecimiento habitacional en su zona

inmediata. En todo caso, se considera que la ejecución del Proyecto tampoco afectará el crecimiento de este centro poblado.

En el caso de los demás centros poblados sobre el derecho de vía, en el sector de la presa Las Canoas (El Caracol, La Concha, El Boquerón y El Crucero de Teustepe) la comparación de imágenes muestra que su desarrollo espacial se está presentando fundamentalmente a lo largo de la vía, en el futuro es probable la formación de una zona de conurbación asociada a los servicios turísticos y comerciales en la zona. Se concluye que la ejecución del Proyecto tampoco los afectará. Los otros centros poblados del municipio, ubicados después del Empalme de Boaco, sobre el derecho de vía (Güiscoyol y El Cascabel) no se verán tampoco afectados porque su crecimiento está delimitado por el norte por el cauce del río Fonseca (Boaco).

En **Boaco**, el Plan de Ordenamiento del municipio, identifica como área urbanizable el espacio situado al noreste de la actual cabecera municipal, sin embargo tal crecimiento se prevé en dirección norte.

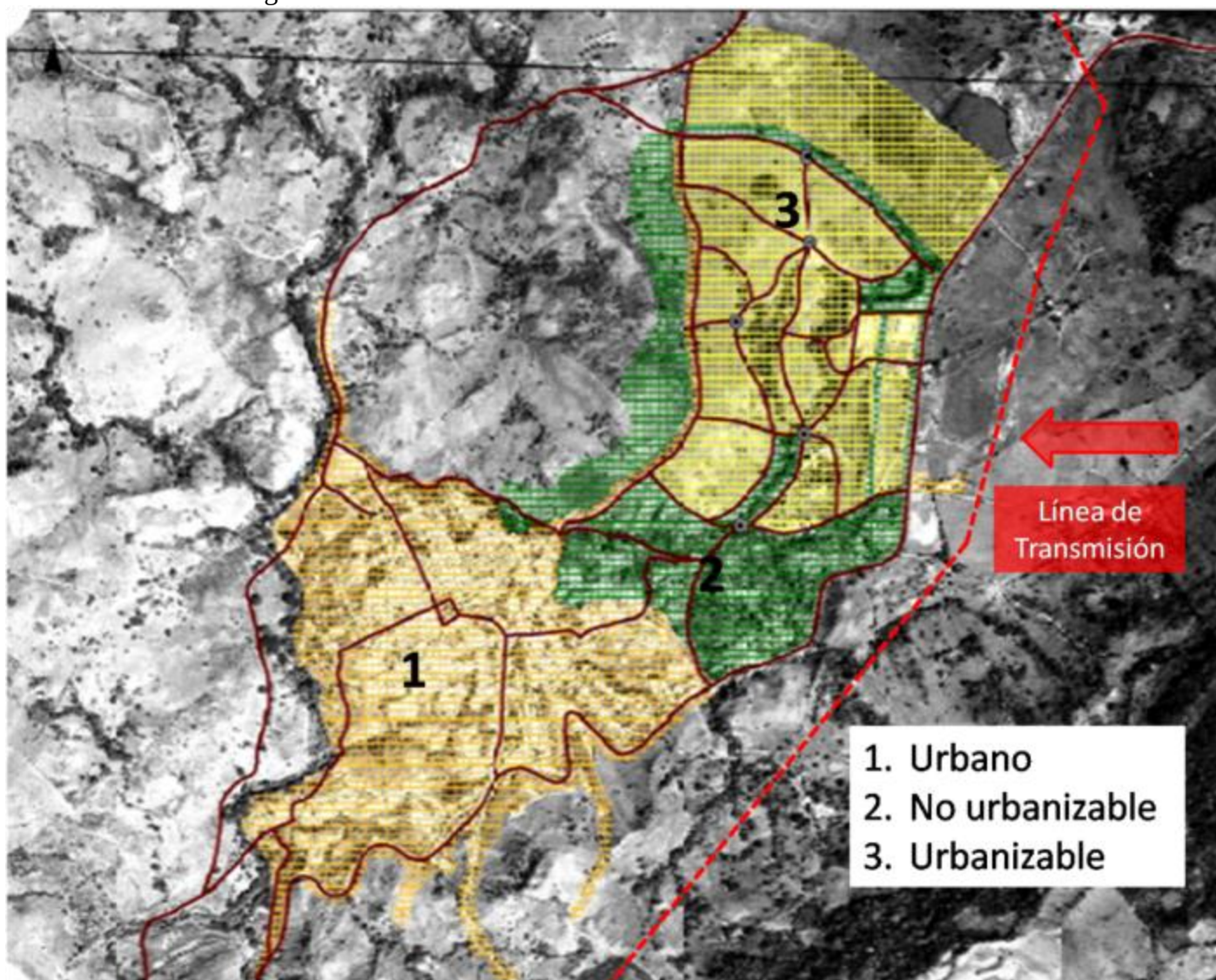
Respecto a la imagen siguienete, la baja calidad de la imagen se debe a que no obtuvimos mapas de Ordenamiento Territorial de Boaco en un formato apropiado. Debido a la falta de escala y mala calidad de la imagen, el mapa de área urbanizable elaborado por el PRONOT, no se retoma en el presente informe en formato de mapa, sino de imagen simple.

El área en forma de malla de color ocre (1) es el área urbanizada de Boaco, y el área en forma de malla de color amarillo (3) es el área urbanizable, según el crecimiento y ordenamiento espacial previsto; debido a criterios de ordenamiento territorial municipal, el área en forma de malla de color verde (2) se considera un área no urbanizables. Sobre esta imagen se ha dibujado como una línea de puntos en color rojo, la trayectoria aproximada del eje de la Línea de Transmisión (línea roja discontinua, a la derecha del casco urbano, señalada), con el objetivo de ilustrar que la ejecución del Proyecto no contradice los planes de desarrollo espacial de la cabera municipal.

En el mismo documento de PRONOT, se define el área urbanizable como el área que se destina con el objetivo de dar un crecimiento urbano a las ciudades, y que está en condiciones de urbanizarse.

La comparación de las imágenes de la ciudad de Boaco, muestra que hay algún crecimiento urbano hacia el sur, sobre el camino a la comarca Cerro Largo; sin embargo el trazado de la Línea de Transmisión no afecta este crecimiento. También hay un crecimiento hacia el noroeste, sobre el camino paralelo al río Luna, sector de San Miguel, otros sectores en crecimiento son Rigoberto López y Los Limones, ubicados al norte. La Línea de transmisión no afecta esta expansión urbana, pero no se descarta que en el área cercana al Hospital Departamental, la concurrencia de personas y los servicios asociados, pueda contribuir a una rápida urbanización de este sector.

Figura 7.44. Área urbanizable al noreste del casco urbano de Boaco



Fuente: Plan de Ordenamiento del municipio de Boaco. PRONOT - INYPSA

En Muy Muy, Matiguás, Río Blanco, Paiwas y Mulukukú, se descarta que la ejecución del Proyecto afecte procesos de ordenamiento territorial porque pasa únicamente cerca de pequeños centros poblados dispersos. En el tramo carretero Río Blanco – Mulukukú, la Línea va paralela a la carretera, y el crecimiento de los centros poblados ubicados en el derecho de vía es evidente, pero este crecimiento se da principalmente a lo largo del derecho de vía y por lo tanto tampoco se considera que afecte el desarrollo espacial de estos centros urbanos.

7.3.2.9. Aspectos Culturales e Históricos en el AII

En este apartado se expone una caracterización general del paisaje humano, antecedentes históricos de los municipios y la identificación de sitios de importancia cultural e histórica – arqueológica.

7.3.2.9.1. El paisaje humano en el Área de Influencia Indirecta

El paisaje humano está constituido – a diferencia del paisaje natural – fundamentalmente por los elementos de origen antrópico, como las edificaciones y la distribución espacial de los mismos.

La Línea de Transmisión se inicia en la zona San Benito – Las Maderas, caracterizada por la presencia creciente de elementos urbanos, tales como bloques compactos de viviendas, servicios básicos dispuestos en forma de redes, asociados a una cultura de población en proceso de urbanización, en donde los ingresos por concepto de actividades primarias van siendo sustituidos por los de las actividades secundarias y terciarias, principalmente del comercio y otros servicios asociados al tránsito vehicular. Las viviendas en estos centros han perdido su carácter rural e igualmente la locomoción de las personas se realiza fundamentalmente en automotores, incluyendo redes de servicio de transporte público. Pero este tipo de paisaje urbano o urbanizante también se observa en los barrios de Boaco y el Empalme de Boaco.

En este paisaje urbanizado la infraestructura como torres de tendido eléctrico y de comunicación forman parte y están integradas al mismo; por lo que no se prevén afectaciones sustanciales en la percepción visual de la actividad social y cultural en esta zona.

Entre Las Maderas y Las Pencas (junto a Puertas Viejas) se presenta un proceso de transición entre la zona urbanizante a la zona rural. Esta zona rural corresponde al tipo de zona seca, en donde las viviendas se construyen principalmente de ladrillos de adobe y techos de tejas; los modos de vida de la población están asociados fundamentalmente a la agricultura y ganadería en pequeña escala y de auto subsistencia; los poblados son dispersos, aunque generalmente cuentan con algún núcleo de viviendas un poco más concentradas, sobre todo a lo largo de los caminos, o agrupados alrededor de los escasos servicios sociales como escuelas o iglesias. El traslado de las personas en esta zona se realiza principalmente a pie o en bestias, complementado con el escaso tránsito de vehículos particulares.

En esta zona, por su escaso desarrollo económico no se observan torres de transmisión eléctrica, tampoco torres de telefonía u otros elementos de infraestructura como tanques

o silos. Pero no se prevé que la ejecución del Proyecto afecte de forma sustancial el paisaje humano, por la distancia entre los centros poblados y la línea de transmisión.

Desde la ciudad de Boaco hacia el norte, hasta el municipio de Río Blanco, se presenta el tipo de campesino de montaña. En esta zona hay mayor humedad y hay mayores pendientes, en comparación con las zonas mencionadas antes. Esto influye en el hecho de que el paisaje humano en esta zona se caracteriza por la presencia frecuente de viviendas de madera con techo de zinc. Debido a que la línea de transmisión no atraviesa poblados concentrados no se prevé una mayor afectación en el paisaje humano.

En los municipios de Paiwas y Mulukukú, el tipo cultural del campesino encontrado es el del tipo de frontera agrícola consolidada, normalmente esta población es de origen foráneo, procedentes principalmente de los Departamentos del centro del país. La ganadería extensiva marca el paisaje humano con grandes extensiones abiertas en donde la mayor parte de los poblados están compuestos por fincas dispersas, y los escasos centros poblados están sobre los caminos principales. Aunque aún abundan las viviendas de madera, es un poco más común encontrar elementos o edificaciones propios de la costa Caribe como ranchos de palma construidos como anexos a las viviendas. La infraestructura productiva es escasa y se limita principalmente a centros de acopio lechero; aunque en esta área ya existen líneas de transmisión eléctrica en las cercanías de las comunidades, en el caso de la comunidad Wilikón, hay viviendas junto a la línea. Por la distancia a que pasará la nueva Línea de Transmisión se considera que no habrá mayores afectaciones al paisaje humano en la zona.

7.3.2.9.2. Antecedentes históricos de los municipios

La mayor parte del territorio en donde se desarrollará el Proyecto estuvo poblado por grupos indígenas de filiación MISUMALPA, que es un grupo etnolingüístico que incluye a Mískitos, Mayangnas (llamados inapropiadamente Sumos) y Matagalpas.

En todos los municipios se verificó que a lo largo del Área de Influencia Indirecta AII no hay Comunidades Indígenas, semejantes a las de Matagalpa, Sébaco, San Ramón y otros municipios más al norte.

En cuanto al pasado histórico del área de influencia indirecta, solamente en la parte inicial de la ruta de la línea de transmisión, en los municipios de Tipitapa, Ciudad Darío y Teustepe, se encuentran, nombres de origen nahua y esto se debe a que las rutas comerciales y de conquista durante la colonia fueron adquiriendo nombres nahuas por la labor de los intérpretes nahuas. Entre las principales voces nahuas encontradas están: Olominapa, Tipitapa, Moyúa, Tecomapa y Teustepe.

Los Matagalpas fueron conocidos por los españoles en la época temprana de la conquista como “chontales” o “chondales”, que es un término nahua utilizado para referirse despectivamente a tribus de menor nivel de desarrollo; en nahua el término tiene los significados de “extranjero” y “bárbaro”. En los siguientes años de la colonia se les conoció como “Ulúas”, aunque el término cayó en desuso hasta que los modernos estudios les nombran “Matagalpas” por la zona en donde se verificó su idioma.

Las principales voces de la lengua Matagalpa, utilizadas para referirse a los accidentes geográficos son Li (Agua), Güina (Gente), Cayán (Cerro) y Apa (Piedra). Entre los

nombres que corresponden a esta lengua encontrados en el área de estudio están: Acicaya, Esquirín, Olama, Quilán y Bul Bul.

Desde el norte de la ciudad de Boaco se hacen más frecuentes los términos Mayangnas, entre ellos la partícula “Was”, que significa “río”; en esa lengua están los nombres: Ilwás, Kurinwás, Taswás, Wiwas, Matiguás, Paiwas, Wanawana, Wilike, Wasayama, Uknikwás y Mulukukú.

El casco urbano de Tipitapa fue un importante centro poblado pre colonial, de filiación nahua, asociado al paso del río Tipitapa (Apa: río). Según su ficha municipal, el actual asiento de la ciudad se debe al traslado desde su sitio original, realizado en el año 1755 por el hacendado de origen español Juan Bautista Almendárez, fue erigido como pueblo con el nombre “San José de Tipitapa”, pero finalmente sólo sobrevivió el nombre indígena.

En el caso de Ciudad Darío, no se conoce a ciencia cierta su filiación prehispánica, aunque su nombre indígena es Metapa; en el caso de los poblados ubicados en la ruta de la Línea de Transmisión, hay que señalar que ya existía un camino que comunicaba a este poblado con Tipitapa, algunos pobladores nos refirieron que, según crónicas de las personas más viejas, el antiguo camino se desviaba a la derecha, para evitar la subida de la cuesta del Coyol.

En el caso de Terrabona, se cree que su casco urbano tuvo como origen una antigua hacienda ganadera llamada San Juan de Cocolistagua, la que fue convirtiéndose paulatinamente en un centro poblado, entre 1715 y 1740. Por las toponimias en sus alrededores se la supone de filiación indígena Matagalpa.

En el caso de Teustepe se lo supone de filiación indígena Matagalpa por la presencia en sus alrededores de toponimias de esta lengua; desde la época colonial se le conoce como un importante cruce de caminos desde la zona norte hacia la zona de Chontales, en sus linderos estuvo por algún tiempo la ciudad de Boaco (Boaquito). Según su ficha municipal, el antiguo asiento de Teustepe estuvo antes, unos cuantos kilómetros río arriba del Malacatoya, pero que fue movido a su asiento actual por las inundaciones.

En el caso de Boaco se lo supone de filiación indígena Matagalpa, aunque por la cercanía del río Olama, y la presencia de toponimias Mayangnas en esa zona, se supone que la parte norte del municipio era una zona de transición cultural Matagalpa – Mayangna. En tiempos históricos, Tomas Belt refirió que los indígenas Mayangnas acostumbraban remontar el río Grande de Matagalpa y llegaban hasta el actual Muy a comerciar.

La ciudad de Boaco fue movida en dos ocasiones debido a las incursiones de piratas acompañados de indígenas. El 22 de diciembre de 1749 el pueblo fue atacado y los sobrevivientes tuvieron que mudarse, desde este sitio original ubicado actualmente sobre la carretera Boaco – Camoapa, conocido como “Boaco Viejo”. El segundo sitio es donde actualmente está la comarca “Boaquito”, en 1752 este lugar fue visitado por el Obispo Fray Morel de Santa Cruz, quien lo describió; sin embargo las enfermedades constantes hicieron necesario mudar nuevamente el pueblo hacia el lugar que ocupa actualmente; aún se desconoce la fecha de este último traslado.

Igualmente, la cabecera del municipio de Muy Muy originalmente estuvo en otro sitio, ubicado actualmente en el municipio de Matiguás, en las márgenes del río Muy Muy, que desemboca en el río Tuma; remontando este río los indígenas Mayangnas y Mískitos hostigaban frecuentemente a los pobladores. No hay datos ni fecha aproximada de su traslado, pero en 1751 ya estaba en su sitio actual.

En el caso de Matiguás, no se conocen referencias históricas de más un siglo, aunque por sus toponimias y ubicación se supone que tiene un origen pre colonial. Lo único que se conoce es que para 1920 ya aparecía enlistado como pueblo.

En el caso de Río Blanco, no se conoce a ciencia cierta – al igual que en el caso de Matiguás – cuál es el origen del poblado; al igual que Paiwas y Mulukukú; aunque fueron poblados por tribus de filiación Mayangna, su historia como poblados es relativamente reciente e incluso destacan entre los municipios de más reciente formación.

7.3.2.9.3. Pueblos indígenas en el área de influencia del Proyecto

Como resultado del trabajo de campo, se verificó in situ la no existencia de comunidades indígenas en el área de influencia del Proyecto, igualmente la inexistencia de reclamos territoriales sobre áreas abarcadas por el Proyecto.

En la zona central y norte de Nicaragua existen comunidades indígenas organizadas bajo la denominación de *Comunidades Indígenas del Pacífico Norte y Centro de Nicaragua*, y se verificó que no existen reclamos por parte de ninguna comunidad indígena hacia áreas de influencia del Proyecto.

En la zona Caribe existen pueblos indígenas, con territorios ya demarcados y en la mayor parte de los casos, ya titulados. Igualmente se verificó que no existe ninguna presencia de comunidad indígena, ni reclamo territorial en el área de influencia del Proyecto.

Tipitapa

No hay ni comunidad indígena ni reclamos de tierra por parte de ningún grupo étnico.

Ciudad Darío

En el caso del municipio de Ciudad Darío, hay reclamos por parte de la Comunidad Indígena de Sébaco por tierras en el extremo norte del municipio, estos reclamos tienen como límite la comunidad Las Tunas, ubicada sobre el kilómetro 96 de la carretera Panamericana.

La comunidad Las Tunas se encuentra distante unos 16.9 kilómetros al noroeste del sitio de la Subestación Terrabona.

Terrabona

En el caso de Terrabona, la Comunidad Indígena de Matagalpa CIM, que es una de las organizaciones más activas, afirma poseer 85 mil manzanas de tierra, distribuidas en los municipios: Terrabona, Esquipulas, San Dionisio, San Ramón y Matagalpa.

Sin embargo no se conoce a ciencia cierta el polígono reclamado en el municipio de Terrabona, la única información referida por el Lic. Erick Obando, responsable de Planificación de la Alcaldía Municipal, es que este reclamo se centra en la zona de las comunidades Payacuca y Jumaquí, ubicadas en el extremo norte del municipio, sobre la carretera a Matagalpa y colindantes con el límite sur de dicho municipio.

Según esa misma fuente, los terrenos en donde se construirá la Subestación Terrabona y la línea de transmisión son propiedad privada y sobre los mismos no pesa ninguna situación de reclamo por parte de ninguna comunidad indígena.

La comunidad Payacuca, que es la más cercana al Proyecto, está a 9.22 kilómetros al noreste del sitio de la Subestación Terrabona.

Teustepe

No hay ni comunidad indígena ni reclamos de tierra por parte de ningún grupo étnico.

Boaco

No hay ni comunidad indígena ni reclamos de tierra por parte de ningún grupo étnico.

Muy Muy

No hay ni comunidad indígena ni reclamos de tierra por parte de ningún grupo étnico. La comunidad indígena de Matagalpa reclama terrenos únicamente en los vecinos municipios de San Dionisio y San Ramón, a un poco más de 20 kilómetros al norte y noroeste de la cabecera municipal.

Matiguás

No hay ni comunidad indígena ni reclamos de tierra por parte de ningún grupo étnico. La comunidad indígena de Matagalpa reclama terrenos únicamente en el vecino municipio de San Ramón, a más de 20 kilómetros al noroeste de la cabecera municipal.

Río Blanco

No hay ni comunidad indígena ni reclamos de tierra por parte de ningún grupo étnico.

Paiwas

No hay ni comunidad indígena ni reclamos de tierra por parte de ningún grupo étnico. Existe un territorio indígena en el vecino municipio de La Cruz de Río Grande, llamado Awaltara Luhpia Nani Tasbaya.

La distancia desde el límite oriental del municipio de Paiwas, hasta el polígono más cercano de dicho territorio, que es el polígono Tumarín, es de 35.8 kilómetros.

Mulukukú

Hay un territorio indígena, Prinsu Awala Tasbaika, que abarca principalmente la parte alta del río Prinzapolka, en el vecino municipio de ese mismo nombre; sin embargo este territorio abarca una pequeña porción al noreste del municipio Mulukukú.

El límite del polígono más cercano de dicho territorio indígena, al área de influencia del Proyecto es de al menos 25.2 kilómetros.

7.3.2.9.4 Sitios de importancia histórico – arqueológica en el AII

La herencia indígena y los hechos históricos suscitados en los últimos siglos han conformado un patrimonio cultural e histórico en todos los municipios analizados. Sin embargo, no se encontró información que indique que en el Área de Influencia Indirecta haya sitios de importancia arqueológica o histórica, con la excepción de un sitio en Terrabona; lo que no descarta la posibilidad de que durante las acciones del Proyecto se puedan encontrar este tipo de sitios.

Por ejemplo, en 2009 se identificaron en Muy Muy 12 sitios arqueológicos, sin embargo sólo hay un sitio cercano a la ruta de la Línea de Transmisión, a unos 810 metros de la misma.

La información recibida por líderes comunitarios, pobladores y funcionarios públicos no indica la existencia de sitios de importancias arqueológica o histórica conocidos, en el área de influencia directa. Sin embargo, hay que reconocer que esta es una temática poco conocida o abordada en el ámbito de los gobiernos locales.

En el caso de Ciudad Darío, hay identificados dos sitios uno a 9.7 kilómetros de la Línea de Transmisión y el otro a 6.02 kilómetros (Comarcas El Coyolito y El Cacao de los Suárez).

En el caso de Terrabona, hay identificados un total de 18 sitios de importancia arqueológica. Los más cercanos son tres, uno al este de la Línea de Transmisión, a 9.65 kilómetros y el segundo a 3.24 kilómetros al oeste, cerca de la comarca Santa Rosa (Comarcas Santa Isabel, La Guayaba).

Sin embargo hay un sitio ubicado dentro del Área de Influencia Indirecta, a 270 metros de donde se construirá la Subestación Terrabona, ubicado a la par de la carretera, con coordenadas WGS 84 UTM 611591 1408569. El sitio lo ubicó el personal del Instituto de Cultura en la propiedad del Sr. José Ramiro Hernández; se calcula que el sitio tiene una extensión aproximada de 1 manzana, y consiste en material en superficie, es decir restos de cerámica y líticos.

En Muy Muy, de los 12 sitios reportados hay uno de ellos a 786 metros de la línea de transmisión. Está en las coordenadas WGS 84 UTM 16P 665942 1410839. El sitio consiste en Petroglifos ubicado en la quebrada Peladiente (aparece en los mapas de INETER).

En el caso de Matiguás, se nos informó que los sitios arqueológicos identificados en el municipio están al norte del mismo; sin embargo en trabajo de campo la población de la comunidad El Gavilán nos informó de un sitio. Son petroglifos grabados en rocas expuestas a la corriente del río Bul Bul, por lo que su estado era deplorable. El total observado eran dos, el primero representa una figura humana y el segundo por su estado

de deterioro no se pudo identificar ningún motivo. Sus coordenadas son 16P 666164 1413228. Se verificó que no están dentro del Área de Influencia Directa.

Figura 7.45. Petroglifo en el lecho del río BulBul a 1.5 Kms. de la línea de transmisión



Fuente: Trabajo de Campo. Multiconsult y Cía. Ltda., 2013

VIII IDENTIFICACIÓN, EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

8.1- Identificación de Impactos

El proyecto “Refuerzos para la conexión del Proyecto Hidroeléctrico Tumarín-I Etapa”, consiste en construir un tendido eléctrico de aproximadamente 235.5 kilómetros para transmisión de la energía que se producirá en la Central Hidroeléctrica Tumarín, ubicada en la Región Autónoma del Atlántico Sur, de tal manera que pueda ser entregada de forma segura y eficiente al Sistema Interconectado Nacional e Internacional.

Se trata de un proyecto que por sus características provocará intervención en diferentes ecosistemas, por lo que se ha tomado la decisión de realizar la evaluación de los impactos ambientales dividiendo el proyecto en cuatro segmentos. Los criterios seguidos para definir estos segmentos es la similitud en la mayoría de los factores ambientales, tomando en cuenta el relieve, vegetación, fauna, características geológicas, región geográfica y los aspectos económico-sociales.

En el desarrollo del presente capítulo se identificarán, describirán y evaluarán los impactos ambientales y sociales que podrían presentarse durante las etapas o ciclos preliminares, construcción, operación y abandono ordenado del área intervenida por el proyecto. Los impactos potenciales identificados en el presente proyecto serán minimizados y/o evitados, con la implementación de las medidas de manejo ambiental y social establecidas en los diferentes programas que conforman el Programa de Gestión Ambiental, descrito posteriormente.

En ese sentido se ha tenido en consideración el análisis de las actividades y estructuras del proyecto, considerados como potenciales generadores de impactos y los componentes socio-ambientales del ámbito de influencia del proyecto. Es decir, los componentes socio-ambientales constituyen todos los elementos presentes en un ecosistema y que son susceptibles de afectación y los aspectos están referidos a las actividades que involucra el proyecto y que puede inferir ciertos efectos sobre el medio en el que se desarrolla de forma directa o indirecta.

8.1.1. Descripción de las Actividades y Posibles Factores Ambientales a ser Impactados como Resultado de la Ejecución del Proyecto

En los siguientes cuadros se muestran resumidamente las principales actividades por etapa y los posibles factores ambientales que pudieran desarrollarse durante la fase del proyecto y que interrelaciona con el medio ambiente.

Tabla 8.1. Principales Actividades del Proyecto por Etapa

Etapas	Actividades
Planificación	Planificación, diseño y obtención de permisos relativos al proyecto.
Construcción	Obras preliminares como Limpieza, nivelación y preparación del terreno
	Suministro de materiales, herramientas y equipos
	Movimiento de tierras, nivelación de terrenos en los sitios de la franja de servidumbre donde se construirán las fundaciones para la instalación y o postes; apertura de la brecha forestal.
	Instalación de bases de cimentación y estructuras de soporte, montaje de conductores, puestas a tierra, etc.
	Montaje de equipos mayores en subestaciones, Instalación de equipos menores en subestaciones
	Tendido de conductores y tensado y montaje de equipos
	Fase de cierre de la obra, desmontaje de campamentos provisionales, retiro de maquinarias y residuos generados, revegetación de las zonas impactadas
Operación y Mantenimiento	- Pruebas y puesta en servicio - Transmisión y transformación - Operación de la línea de transmisión y bahías de las subestaciones. - Mantenimiento técnico de la línea de transmisión y bahías de las subestaciones, así como limpieza y mantenimiento de tanques sépticos. - Mantenimiento dela vegetación en el área de servidumbre
Cierre del Proyecto y abandono ordenado del área intervenida	- Retiro de las instalaciones electromecánicas como torres, conductores, puestas a tierra, desmontaje del equipamiento de las subestaciones y restauración de la zona impactada - Demolición de obras civiles, relleno de excavaciones y manejo de residuos.

Multiconsult y Cía. Ltda.

Tabla 8.2. Posibles Factores Ambientales a ser Impactados como Resultado de la Ejecución del Proyecto

Factores Bióticos, Abióticos y Socioeconómico	Componentes Ambientales	Impactos sobre los Factores Ambientales.
Medio Físico Natural	Geología y Geomorfología	Alteración en la geomorfología del terreno.
	Suelos	Surgimiento de procesos erosivos y sedimentación de suelos
		Cambios en el uso actual del suelo
		Pérdida de capacidad productiva de los suelos
		Afectación a la calidad de suelos
	Componente Atmosférico	Afectación a la calidad del aire
		Fenómenos de interferencia por efecto corona.
		Afectación por radiaciones electromagnéticas.
		Emisión de ruido y vibraciones
	Agua	Afectación a la calidad del agua superficial
Biodiversidad	Flora	Pérdida de cobertura vegetal
	Fauna	Afectaciones a la Fauna terrestre y avifauna
Medio Socioeconómico y Cultural	Social	Afectaciones a la salud y seguridad de la población.
		Surgimiento de conflictos sociales
		Afectación a la calidad de vida
		Cambio en los usos del territorio
	Económico	Incremento en la oferta de empleos a la población local.
		Incremento en la demanda de bienes y servicios
		Efectos sobre las actividades económicas
		Dinamización de economía local
Medio Perceptual	Cultural	Afectaciones a la calidad escénica del entorno natural/ paisajístico
		Afectaciones al patrimonio histórico/arqueológico.

Multiconsult y Cía. Ltda.

La metodología de identificación de impacto ambiental y social empleada, ha sido determinada considerando que las actividades del proyecto en su interacción con los componentes ambientales y sociales generarán efectos sobre el mismo, los cuales pueden ser definidos como impactos ambientales y sociales.

Establecidas y descritas las repercusiones ambientales del proyecto se procedió a realizar la valoración del impacto mediante el empleo de la Matriz de Importancia (Matriz CONESA) la cual nos permite obtener una valoración cualitativa al nivel requerido por un EIA, la valoración se efectúa a través de los siguientes atributos:

El signo del efecto sobre el factor ambiental alude al carácter positivo (+), negativo (-) de la acción del proyecto, **o difícil de precisar en el momento actual (X).**

La **intensidad** hace referencia al grado de alteración del factor en el ámbito de afección, poseyendo distintos grados:

- Alta: Destrucción del factor o de su valor ambiental
- Media: Afección sensible al factor o reducción patente de su valor ambiental

- Baja: Escaso efecto sobre el factor o su valor ambiental.

La **extensión** se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto considerado; así, si la acción produce un efecto localizable de forma singularizada, el impacto tiene un carácter **puntual**. Si por el contrario, el efecto no admite una localización precisa teniendo una influencia generalizada en todo él, se caracteriza como **general o extensa**. Las situaciones intermedias se consideran como **parcial o media**.

La **interacción** se refiere a si el efecto de la acción sobre el factor ambiental es **simple, acumulativo o sinérgico**.

La **duración o persistencia** de los efectos de las acciones, están ligados con el tiempo supuesto de permanencia del efecto a partir del inicio de la acción. Dos son las situaciones consideradas, según que la acción produzca un efecto temporal, permaneciendo un tiempo determinado, o permanente, implica una alteración de duración indefinida.

La **reversibilidad** se refiere a la posibilidad de que el medio asimile el impacto en un plazo medio (Reversible), o a la imposibilidad o dificultad extrema, de retornara la situación anterior a la acción que produce el impacto (Irreversible).

La **Recuperabilidad** se refiere a la posibilidad (**Recuperable**) o no (**Irrecuperable**) de reconstruir las condiciones iniciales una vez producido el efecto, mediante la aplicación de medidas correctoras adecuadas.

Los impactos se clasifican en positivos y negativos. Estos últimos a su vez se estructuran en las siguientes cuatro categorías: compatibles, moderados, severos o críticos, en función de su intensidad, extensión, interacción, duración, reversibilidad y las características de las medidas protectoras, correctoras y compensatorias que se apliquen.

En este sentido se entiende como impactos positivos y negativos:

Impacto positivo: Aquel admitido como tal, tanto por la comunidad técnica y científica como por la población en general, en el contexto de un análisis completo de los costes y beneficios genéricos y de las externalidades de la actuación contemplada.

Impacto negativo: Aquel que se traduce en una pérdida de valor naturalístico, estético-cultural, paisajístico, de productividad ecológica, o en aumento de los perjuicios derivados de la contaminación, de la erosión o colmatación y demás riesgos ambientales en discordancia con la estructura ecológico-geográfica, el carácter y la personalidad de una localidad determinada. Por último, los impactos negativos pueden ser compatibles, moderados, severos y críticos:

Se considera que un impacto es **compatible** cuando el recurso natural o cultural afectado es capaz de asumir los efectos ocasionados por el proyecto, sin que ello suponga una alteración de sus condiciones iniciales ni de su funcionamiento, no siendo necesario adoptar medidas correctoras; o bien, al ser las alteraciones producidas escasas, se necesita aplicar mecanismos correctores sencillos que permiten una recuperación muy rápida de los efectos producidos.

Un impacto se considerará **moderado**, cuando la recuperación del funcionamiento y características fundamentales de los recursos naturales y culturales afectados requiere la adopción y ejecución de medidas que cumplan alguna de las siguientes condiciones:

- Simples en su ejecución (quedan excluidas las técnicas complejas).
- Coste económico bajo.
- Existen experiencias que permitan asegurar que la recuperación de las condiciones iniciales tendrán lugar a medio plazo (periodo de tiempo estimado inferior a 10 años).
- Existen mecanismos de compensación satisfactorios

El impacto se considerará **severo** cuando la intensidad y extensión de la afección es elevada, con independencia del valor ambiental del recurso y/o la recuperación del funcionamiento y las características de los recursos afectados, requiere la adopción y ejecución de medidas que cumplan algunas de las siguientes condiciones:

- Técnicamente complejas.
- Costos económicos elevados.

Existen experiencias que permiten asegurar que la recuperación de las condiciones iniciales tendrán lugar a largo plazo (estimado como un periodo de tiempo superior a 10 años); o bien no existan experiencias o indicios que permitan asegurar que la recuperación de las condiciones iniciales tendrá lugar en un plazo inferior de tiempo.

Por último, el impacto se definirá como **crítico** cuando la magnitud de éste es superior al umbral aceptable, y no es posible la recuperación del funcionamiento y características fundamentales de los recursos afectados, ni siquiera con la adopción y ejecución de medidas protectoras y correctoras, recuperándose en todo caso, con la adopción y ejecución de dichas medidas, una pequeña magnitud de los recursos afectados, de su funcionamiento y características fundamentales.

La importancia del efecto de una acción sobre un factor ambiental no debe confundirse con la importancia del factor ambiental afectado.

La valoración cualitativa de los impactos identificados se realiza mediante dos valores, además del signo: uno para la importancia o grado de manifestación cualitativa y otro para la magnitud o cantidad del factor afectado.

Tabla 8.3. Ratios que caracterizan el impacto ambiental

SIGNO	- Positivo + - Negativo - - Indeterminado x
IMPORTANCIA (Grado de manifestación cualitativa)	-Grado de incidencia: Intensidad -Caracterización: Extensión - Plazo de manifestación - Persistencia - Reversibilidad - Sinergia - Acumulación - Efecto - Periodicidad - Recuperabilidad
MAGNITUD (Grado de manifestación cuantitativa)	- Cantidad - Calidad

Fuente: Multiconsult y Cía. Ltda.

La importancia del impacto viene representada por un número que se deduce mediante el modelo propuesto en el cuadro.

Tabla 8.4. Valoración cuantitativa de la importancia del impacto

NATURALEZA - Impacto beneficioso + - Impacto perjudicial -	INTENSIDAD - Baja 1 - Media 2 - Alta 4 - Muy alta 8 - Total 12
EXTENSION - Puntual 1 - Parcial 2 - Extenso 4 - Total 8 - Crítica (+4)	MOMENTO (MO) (Plazo de manifestación) - Largo plazo 1 - Medio plazo 2 - Inmediato 4 - Crítico (+4)
PERSISTENCIA (PE) (Permanencia del efecto) - Fugaz 1 - Temporal 2 - Permanente 4	REVERSIBLE (RV) - Corto Plazo 1 - Medio Plazo 2 - Irreversible 4
SINERGIA (SI) (Regularidad de la manifestación) - Sin sinergismo (simple) 1 - Sinérgico 2 - Muy sinérgico 4	ACUMULACION (AC) (Incremento progresivo) - Simple 1 - Acumulativo 4
EFEECTO (EF) (Relación causa-efecto) - Indirecto (secundario) 1 - Directo 4	PERIODICIDAD (PR) (Regularidad de la manifestación) - Irregular o discontinuo 1 - Periódico 2 - Continuo 4
RECUPERABILIDAD(MC) (Reconstrucción por medios humanos) - Recuperable inmediato 1 - Recuperable medio plazo 2 - Mitigable o compensable 4 - Irrecuperable 8	IMPORTANCIA (I) $I = \pm (3I+2EX + MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$

Fuente: Multiconsult y Cía. Ltda.

Para la jerarquización de los efectos evaluados se agruparon los valores, en cuatro clases uniformes cuyos rangos se presentan a continuación

Tabla 8.5. Jerarquización de los Valores de la Función de Deterioro

VALOR DE IMPORTANCIA	RELEVANCIA DEL IMPACTO
• $I < 25$	• Irrelevantes, de acuerdo con el reglamento compatible
• $25 < I < 50$	• Moderados
• $50 < I < 75$	• Severos
• $I > 75$	• Críticos

Fuente: Multiconsult y Cía. Ltda.

Impacto compatible. Impactos con calificación de importancia < 25 unidades de calificación. Son generalmente puntuales, de baja intensidad reversibles en el corto plazo. El manejo recomendado es control y prevención.

Impacto moderado. Impactos con calificación de importancia entre 25 y 50 unidades de calificación. Son impactos generalmente de intensidad media o alta, reversibles en el mediano plazo y recuperable en el mediano plazo. Las medidas de manejo son de control, prevención y mitigación.

Impacto severo. Impactos con calificación de importancia entre 50 y 75 unidades de calificación. Son generalmente de intensidad alta o muy alta, persistentes, reversibles en el mediano plazo. Las medidas de manejo son de control, prevención, mitigación y hasta compensación.

Impacto crítico. Impactos con calificación de importancia entre > 75 unidades de calificación. Son generalmente de intensidad muy alta o total, extensión local e irreversibles (> 10 años). Para su manejo se requieren medidas de control, prevención, mitigación y hasta compensación.

Medidas correctoras y compensatorias

Tras identificar y cuantificar la importancia del impacto de la actividad, se introducirán o se modificarán los procesos y actuaciones sobre la actividad.

8.2. Análisis y Evaluación de los Impactos Ambientales

El proyecto “**Refuerzos para la conexión del proyecto Hidroeléctrico Tumarín-Etapa I**”, al igual que muchas otras obras horizontales, presenta la característica que en su desarrollo interviene por diferentes tipos de ecosistemas y en el caso en estudio, el proyecto de línea de transmisión posee la particularidad que tiene un componente en el cual 175 kilómetros se desarrollarán prácticamente en dirección Suroeste-Noreste y el tramo San Benito-Terrabona cuya área de influencia tiene una dirección prácticamente Norte franco en los 61 kilómetros que tiene este tramo.

En el análisis de los impactos se consideran, en primer lugar, el tramo Subestación San Benito-Subestación Terrabona, que en el estudio ha sido considerado como el Tramo 1; mientras que para el trazado San Benito-Mulukukú, que ha sido dividido en tres tramos en el estudio y se evalúan de la misma forma, se realiza un análisis integrado en los tres

segmentos en que se dividió el estudio, decisión que se tomó basados en los resultados de la evaluación que prácticamente demuestra que se trata de efectos que tienen una continuidad en el terreno, con ligeras diferencias en los tramos tres y cuatro, donde el relieve y las condiciones de vegetación introducen esas variaciones en los factores ambientales suelo, vegetación y agua, principalmente.

En este capítulo se realiza un análisis comparativo de la calidad ambiental existente en el área de influencia del proyecto, considerando la opción sin proyecto, con proyecto y sin medidas de mitigación, y con proyecto más las medidas de mitigación, desde los puntos de vista bióticos, abióticos y socioeconómicos.

Para la interpretación de las viabilidades ambientales de desarrollo del proyecto **“Refuerzos para la conexión del proyecto Hidroeléctrico Tumarín-I Etapa”**, se plantean tres escenarios para analizar la afectación de la calidad ecológica:

- La línea base constituye el primer escenario de análisis y en ese caso se considera el estado ambiental de la zona sin la intervención del proyecto;
- En el segundo escenario se valoran los efectos sobre el medio ambiente con la ejecución del proyecto pero sin la aplicación de las medidas ambientales, y
- En la tercera opción se valora la situación ambiental de la zona considerando la ejecución del proyecto y la aplicación de las medidas ambientales de mitigación.

8.2.1 Evaluación de los impactos ambientales en el Tramo 1 de línea de transmisión San Benito-Terrabona.

La evaluación de los impactos ambientales se realizó para el tramo de la línea de transmisión que inicia en la Subestación San Benito y se extiende hasta el municipio de Terrabona, Tramo 1.

Tabla 8.6. Matriz de valoración de impactos ambientales, Tramo 1

Principales Impactos a los Componentes del Medio	Nat	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	Índice Importancia	Nivel Significancia
SITUACION AMBIENTAL EN EL AREA SIN PROYECTO													
Atmosfera	-1	1	4	1	4	2	2	1	4	4	2	-31	Moderado
Suelo	-1	2	4	1	2	2	1	1	4	2	2	-29	Moderado
Agua	-1	4	2	2	2	2	1	1	4	2	2	-32	Moderado
Biodiversidad	-1	4	4	4	2	2	1	1	1	1	2	-34	Moderado
Paisaje	-1	4	6	4	4	2	1	1	1	2	4	-43	Moderado
Aspectos Socioeconómicos	+1	2	2	4	2	2	2	1	4	2	2	+29	Moderado
CON PROYECTO Y SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN													
Atmosfera (Ruido, gases y polvo)	-1	8	4	4	2	2	1	1	4	1	8	-55	Severo
Suelo	-1	8	4	4	4	2	2	1	4	2	8	-59	Severo
Agua	-1	2	2	4	2	1	1	1	4	1	4	-28	Moderado
Biodiversidad	-1	8	4	5	3	2	1	1	1	1	4	-50	Severo
Paisaje	-1	8	4	2	4	4	1	2	4	1	4	-51	Severo
Aspectos Socioeconómicos	+1	4	4	4	2	2	1	1	4	2	2	+38	Moderado
CON PROYECTO Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN													
Atmosfera (Ruido, gases y polvo)	-1	4	2	4	2	1	1	1	4	1	4	-34	Moderado
Suelo	-1	4	2	4	2	2	2	1	4	2	4	-37	Moderado
Agua	-1	1	2	4	2	1	1	1	1	1	4	-22	Irrelevante
Biodiversidad	-1	4	4	2	2	2	1	1	4	4	4	-40	Moderado
Paisaje	-1	4	4	4	4	2	2	1	1	1	4	-39	Moderado
Aspectos Socioeconómicos	+1	8	4	4	4	2	1	1	4	2	2	+52	Severo

Fuente: Multiconsult y Cía. Ltda.

8.2.1.1. Balance de impactos ambientales sin proyecto

Atmósfera: La atmósfera es un factor ambiental fuertemente afectado por la intervención humana en el tramo San Benito-Terrabona que corresponde al que ha sido denominado como tramo 1 del proyecto “Refuerzos para la conexión del Proyecto Hidroeléctrico Tumarín Etapa-1”, situación que prevalece en el área de influencia del tramo en estudio antes que se ejecute el proyecto mencionado.

En las condiciones atmosféricas que existen antes que se ejecute el proyecto, influye el uso de Incendios forestales, que es producto de la cultura de los productores de quemar para reducir la maleza y principalmente en época de verano. El uso generalizado de la quema ha potenciado las condiciones para que se presenten sequías, ya que también la zona se encuentra dentro del corredor seco de Nicaragua donde son comunes las sequías severas que definen la vegetación predominante.

La intervención humana ha transformado totalmente la vegetación original en la zona, lo que también ha traído un incremento en la temperatura ambiente, según lo manifiestan pobladores consultados al respecto. Este efecto es provocado por el aire extremadamente seco que circula con facilidad al desaparecer la vegetación mayor, con lo cual se modifica la aerodinámica de la zona. Los pobladores también aseguran que perciben un incremento de la radiación solar en la zona.

La presencia de humo por efectos de las quemas también altera la calidad del aire y al eliminar la vegetación se facilita también la suspensión de material particulado que contribuye a deteriorar el aire respirable en la zona.

La calidad ecológica que posee el factor ambiental atmósfera antes que se ejecute el proyecto, se ha definido como negativa, aunque todavía con magnitud moderada, pero con una clara tendencia a elevar esa magnitud a corto plazo.

Suelo: El uso del suelo es predominantemente agrícola y ganadero. La topografía es plana en la mayor parte de la ruta excepto a escasos kilómetros antes de llegar a Terrabona donde existen algunos accidentes topográficos y las escasas formaciones vegetales son parches de vegetación arbustiva seca dispersos y con poco valor de conservación. Los usos del suelo en el tramo San Benito-Terrabona de la línea de transmisión se clasifican como Tacotales o Charrales, Cultivos estacionales y ganadería extensiva.

La práctica generalizada de los finqueros de eliminar maleza haciendo uso de quemas, muchas veces no controladas, genera vulnerabilidad para el factor ambiental suelo, de tal manera que en amplias extensiones a lo largo del área de influencia del tramo de línea San Benito-Terrabona, el horizonte A del suelo ha desaparecido como producto de la erosión hídrica y eólica, permitiendo el afloramiento del basamento rocoso y trasladando ese material sedimentable a los cauces de los ríos y corrientes de agua en general.

La evaluación del factor ambiental suelo realizada como parte del EIA señala que ese componente del ambiente posee una calidad ecológica clasificada como negativa de magnitud moderada en el escenario donde se valora la no ejecución del proyecto, no

obstante, también este factor refleja una tendencia a una mayor degradación a corto plazo, lo cual sucederá aunque el proyecto no se ejecute.

Agua: El tramo No. 1 del proyecto “Refuerzos para la conexión del proyecto hidroeléctrico Tumarín Etapa1” se distribuye entre la cuenca hidrográfica No. 69, conocida como la cuenca de los grandes Lagos y la cuenca del Río Grande de Matagalpa.

En la cuenca No. 69 prácticamente no existen fuentes de agua superficiales; en tanto que en la cuenca del río Grande de Matagalpa se localizan pequeñas corrientes de agua que tributan al río Grande de Matagalpa. Se trata de afluentes que reflejan un fuerte deterioro y en sus tramos iniciales prácticamente se secan durante la prolongada época de estiaje, sobre todo cuando se prolongan estos períodos como producto de las sequías que son muy frecuentes.

La evaluación realizada como parte del EIA al factor ambiental agua pondera la importancia de ese componente del ambiente y al considerar esa situación, se ha determinado que en el escenario donde el proyecto aún no se ha ejecutado, el factor agua tiene una calidad ecológica clasificada como negativa con una magnitud moderada.

Biodiversidad: Este tramo cubre desde la Subestación San Benito, actualmente bajo construcción, hasta la Subestación de Terrabona, la cual está planificada a construir. Este tramo está totalmente descubierto de vegetación de interés para la conservación.

De manera predominante las especies vegetales no alcanzan alturas mayores de 1 m, tienen características xerofíticas y éstas están limitadas a áreas cercanas a cercas muertas (postes con alambrado) donde se evidencia la quema recurrente en los troncos de los arbustos. Algunas áreas de tacotales o potreros abandonados o en descanso, cercano a la zona de Terrabona, se evidencia la presencia de árboles dispersos de entre 5 y 7 m de altura con cobertura del dosel menor al 25%.

La situación de la vegetación y las fuentes de agua, también condiciona la situación de la fauna. En el área de influencia del Tramo 1 del proyecto “Refuerzos para la conexión del proyecto hidroeléctrico Tumarín-Etapa 1”, se localizan algunos afluentes del Río Grande de Matagalpa conocidos como Sonzapote, La Ceiba, San Pedro y el Tempisque que presentan un régimen hidrológico irregular; en tanto que muy cerca del área de influencia se localizan tres fuentes de agua conocidas como Las Playitas, Laguna de Moyúa y Laguna Tecomapa. Esta última se encontraba seca a pesar que está finalizando la época lluviosa, sin embargo, los pobladores aseguran que cuando esta laguna capta agua, sirve como área de refugio para especies de la avifauna, algunas de ellas, aves migratorias. Aseguran que esta laguna se llena de patos, garzas, zambullidores y jacanas. Es necesario destacar que esas fuentes de agua se encuentran fuera del área de influencia del proyecto, por lo que no entran en la evaluación realizada.

El factor ambiental biodiversidad refleja una calidad ecológica clasificada como negativa de magnitud moderada, antes que se ejecute el proyecto. Se trata de la evaluación realizada como parte del EIA haciendo uso de la metodología de Matriz de Importancia de CONESA. Para determinar esta calidad ecológica se ha considerado que en la caracterización del área de influencia se ha determinado que un 80% del bosque

seco tropical, sabanas y matorrales han sido alterados para utilizar esas áreas con fines agrícolas, pecuarios y en ocasiones cafetales en su mayoría artesanalmente manejados.

Paisaje: El paisaje que predomina en la zona es propio de regiones muy secas, casi desértico o más bien como una región geográfica en proceso de desertización. Donde es posible ver algunos parches de vegetación con poca densidad de árboles, en muy pocos casos, con altura mayor a los 7 metros.

El paisaje es el componente más subjetivo de todo ecosistema y generalmente su valoración está influenciada por las preferencias que posee la persona que realiza dicha valoración. En el presente caso, se toma como patrón, un paisaje propio de una zona donde todavía predomina el bosque primario, probablemente con un bajo nivel de fragmentación debido a la intervención humana, pero donde es posible apreciar algunas extensiones de la vegetación original.

La evaluación realizada como parte del Estudio de Impacto Ambiental señala que el paisaje es un factor ambiental que posee una calidad ecológica considerada como negativa de magnitud moderada. En la valoración de la calidad del paisaje se han considerado, parámetros como el porcentaje de cobertura vegetal arbórea que en el caso en estudio se estima menor al 20% si se compara con el patrón utilizado para la valoración, lo mismo que el tipo de vegetación predominante, donde más del 80% del terreno posee una cobertura vegetal de bajo porte, matorrales y arbustos que en época de verano se secan al extremo que botan sus hojas para soportar la poca disponibilidad de agua en el área de influencia directa del proyecto.

Aspectos socioeconómicos: Los aspectos económico-sociales constituyen un factor del ambiente que resiente una crisis económica de magnitud severa en el área de influencia del tramo 1 de la Línea.

La oferta de empleos es muy limitada en toda el área de influencia del tramo San Benito-Terrabona, lo cual se refleja en la calidad ecológica del componente económico-social del ecosistema. Sin embargo, muchos pobladores mantienen una economía de patio que les permite asegurar ciertos niveles de nutrición.

La evaluación realizada como parte del EIA para el componente económico-social del ambiente, señala que ese factor posee una calidad ecológica clasificada como positiva de magnitud moderada, antes que se ejecute el proyecto. En esta valoración influye que se ha considerado la importancia del factor evaluado.

8.2.1.2. Balance de impactos ambientales con proyecto sin la aplicación de medidas de mitigación

Impactos a la atmósfera: La habilitación del terreno para la colocación de estructuras de apoyo, lo mismo que los trabajos tendientes a construir las obras que requiere la ampliación de las subestaciones implicará la remoción de suelo y roca, generación de polvo, erosión, así como restos de rocas desprendidas cercanas a pendientes que pueden ocasionar accidentes. Como consecuencia de esta actividad, se generará un impacto en el aire por la generación de partículas en suspensión, e impacto en el suelo, con la afectación principalmente sobre la vegetación existente en las áreas próximas a la zona de trabajo. (vías de accesos, línea de transmisión y subestaciones).

Los vehículos pesados motorizados (camiones, tractor, grúa, etc.) a ser usados en las obras de instalación producirán emisiones de gases de combustión (NOx, CO, SO₂) y material particulado (polvo) durante el desarrollo de trabajos de obras civiles y electromecánicas, trayendo consigo un impacto temporal y mínimo al ambiente, alterando la calidad del aire.

Otro impacto será la generación de ruido por las emisiones producidas por la maquinaria y trabajos de corte. En general este tipo de afectación es temporal y, aunque afectarán de forma negativa a la población del Área de Influencia del Proyecto, se considera que el impacto no es significativo dado que en las zonas donde se desarrollarán las obras serán alejadas de la población, por lo que los efectos son menores.

La evaluación realizada por los consultores contratados para elaborar el EIA demuestra que el factor ambiental atmósfera adquirirá una calidad ecológica clasificada como severamente negativa aunque reversible, dada la temporalidad de la afectación siendo significativo para las labores de la etapa de construcción, si el proyecto se ejecuta sin la aplicación de las medidas ambientales.

Impactos al suelo: El desarrollo de actividades como limpieza y nivelación del terreno, la apertura de accesos a las bases de apoyo y la excavación para las cimentaciones de las estructuras de apoyo, no sólo ocasionará cambios en la geomorfología y/o fisiografía del Área de Influencia del Proyecto sino también, implicará la exposición del terreno a la acción de los vientos preponderantes de la zona, lo cual podría desarrollar procesos erosivos o de pérdida de suelo.

Durante la etapa constructiva, podrían contribuir al incremento de procesos de erosión, el cual se presentará en los lugares de construcción de las estructuras de apoyo, como en zonas asignadas a la faja de servidumbre.

Durante la etapa constructiva, la apertura de accesos a las bases de apoyo y el proceso de limpieza y excavación para las cimentaciones, podrían contribuir con la generación de taludes inestables, especialmente en zonas con un alto grado de geodinámica externa y con pendientes pronunciadas. Esta situación se pondrá de manifiesto en aquellos sectores del trazado que se ubiquen en laderas empinadas y que vayan a ser intervenidos para ejecutar las actividades antes mencionadas, como sucede en las cercanías de Terrabona.

El manejo de los residuos que se generen en la preparación del terreno y en la instalación del proyecto podrían producir impactos si no se manejan adecuadamente tales como: contaminación del suelo si se ponen en contacto con suelo desnudo.

La evaluación realizada como parte del EIA señala que el suelo adquirirá una calidad ecológica clasificada como severamente negativa si el proyecto se ejecuta sin el desarrollo paralelo del programa de gestión ambiental concebido como parte del Estudio. Se espera que esta calidad ecológica no varíe mucho durante la fase de operación y mantenimiento, dado que el no aplicar medidas ambientales, anualmente también se provocará alteraciones que impedirán el proceso natural de remediación que se produce con la acción de otros agentes atmosféricos como son la radiación solar, el viento y la incidencia de las precipitaciones.

Impactos al agua: Durante la etapa constructiva, los cursos de agua cercanos a los puntos donde se realicen actividades de cimentación para las bases de los apoyos de los postes, torres y los caminos de acceso, podrían resultar contaminados debido a una inadecuada disposición de sedimentos y residuos excedentes generados por las actividades asociadas a estas obras. Por otro lado, una inadecuada práctica de mantenimiento como el lavado de vehículos y maquinarias en los ríos involucrados incorporaría material particulado y sustancias como aceites, grasas, detergentes y jabones; además el deficiente mantenimiento de los vehículos y maquinarias que se empleen durante la ejecución del Proyecto, podría traer como consecuencia derrames frecuentes de aceites y grasas.

El consumo de agua que puede representar el proyecto durante la fase de construcción es mínima limitándose al uso para la elaboración de concreto hidráulico.

La evaluación realizada por los consultores encargados de elaborar el EIA señalan que el factor ambiental agua adquirirá una calidad ecológica clasificada como negativa de magnitud moderada si el proyecto se ejecuta sin la aplicación de las medidas y acciones ambientales concebidas en el EIA. La evaluación señala también que la calidad ecológica del factor ambiental agua mantendría valores similares en la fase de operación y mantenimiento, aunque el uso de agua sea prácticamente nulo en esas etapas del proyecto, sin embargo el mal manejo de cuencas y la ausencia de la gestión ambiental estarían afectando de forma permanente ese importante recurso.

Impactos al paisaje: La etapa de construcción del proyecto, comprende actividades de excavación para cimentaciones, apertura de accesos a las bases de los apoyos, armado e izados de las estructuras de apoyo, entre otras actividades, lo que trae como consecuencia la ocupación y/o daño a la franja de terreno ocupada por el derecho de vía de la línea de transmisión, generando una alteración de la calidad escénica o paisajística.

El área de influencia directa e indirecta del proyecto se encuentra fuertemente intervenida, tanto por las actividades antropogénicas que se han desarrollado en la zona así como resultado de la instalación de antenas telefónicas y otras líneas de transmisión y distribución de energía. Este aspecto ha provocado una disminución en la calidad paisajística principalmente en el trazo cercano a San Benito.

En la etapa de construcción del proyecto, el izado de los postes y la construcción de las torres de apoyo, lo mismo que la operación del Proyecto de Transmisión de energía eléctrica, con la presencia permanente de las torres y el tendido de las líneas de transmisión, se adicionará un impacto al entorno natural existente; sin embargo, es importante precisar que el impacto potencial de la afectación de la calidad paisajística no tendrá mayor incidencia por la poca población que reside cerca del derecho de vía de la línea de transmisión y también influenciado por el interés que representará para las zonas pobladas los efectos positivos que se esperan del proyecto.

El paisaje es un factor ambiental que adquirirá una calidad ecológica severamente negativa si el proyecto se ejecuta sin la aplicación paralela del Programa de Gestión Ambiental concebido en el EIA, sin embargo, a mediano y largo plazo la población local y los usuarios de las vías de comunicación se acostumbrarán a ese nuevo elemento en el paisaje, creando un nuevo patrón, lo que tiende a mejorar levemente la percepción que se puede tener del paisaje.

Impacto a la biodiversidad: El desbroce de vegetación a lo largo de la faja de servidumbre para la habilitación de los senderos para el transporte de los insumos del proyecto, las excavaciones para colocar los postes y torres y puesta a tierra, el izaje de los postes y la construcción de las torres implicará limitadas pérdidas de cubierta vegetal en el área del derecho de vía.

En relación con la fauna existe la probabilidad de que el efecto barrera, que provocará la presencia de la línea de transmisión, ponga en riesgo la avifauna local y/o migratoria, ya que estas especies utilizan el espacio aéreo para su desplazamiento por lo que sería en esta acción en la que podrían colisionar contra los elementos elevados de la línea, al no poder distinguir los tendidos eléctricos con la suficiente anticipación.

Por otro lado, la presencia humana en lugares que por lo general no son habitados, generan perturbación a la fauna, la cual no está acostumbrada a su presencia y ello puede ocasionar alteración en el comportamiento de éstas (zonas de reproducción, pernoctación y alimentarias) y hasta la desaparición de dichas especies del área.

Es decir, al ser intervenido el ecosistema presente en dicha zona, la fauna también podría ser afectada, ya que éste le sirve de hábitat, por tanto podría dar lugar a un desequilibrio poblacional en especial de las especies de avifauna presentes en dicha zona.

La evaluación realizada como parte del EIA demuestra que la biodiversidad es un factor del ambiente que tiende a adquirir una calidad ecológica clasificada como severamente negativa si el proyecto se ejecuta sin el desarrollo simultáneo del plan de gestión ambiental concebido. Esta situación no cambiará mucho en la fase de operación y mantenimiento, ya que el mal manejo de cuenca permite prever que no habrá una recuperación de la flora que constituyen los hábitats donde la fauna puede encontrar alimentación y refugio.

Aspectos socioeconómicos: El tendido de la Línea de transmisión implicará trabajos de altura y posibles accidentes del personal a cargo de los respectivos trabajos, si no se aplican las medidas de seguridad. Por otro lado las actividades mismas de instalación de postes y el tendido de conductores implicarán el acceso temporal a propiedades de los lugareños, pudiéndose causar algún daño a la propiedad, accesos si no se toman las medidas del caso. Cabe señalar que el tendido de la línea atravesará en ciertos tramos, potreros, campos de cultivo de subsistencia y pequeñas áreas boscosas fragmentadas todos de propiedad privada. En estos sectores la principal afectación que podría sufrir el ecosistema será la pérdida de los remanentes de bosque, afectaciones al suelo como consecuencia de derrames de concreto, aceites, grasas, pintura u otros insumos necesarios para el montaje de la línea y ampliación de las subestaciones, lo cual podría afectar el patrimonio de los propietarios de fincas y parcelas ubicadas en la servidumbre de paso.

Los trabajos de construcción de drenajes y canalización para la instalación del cableado, soportes, conexiones y accesorios, pruebas, etc. en la línea de transmisión y las subestaciones, derivará en impactos relacionados con posibles accidentes de trabajadores por electrocución, caídas de altura, cortes, entre otros si no aplican las medidas de seguridad para contratistas.

Por otro lado existen riesgos para los trabajadores por acciones inseguras diversas como contacto accidental, caídas de postes debido a causas naturales (falla de taludes por sismos o escorrentía) entre otros factores.

Es relevante destacar que el trazado de la línea discurre en mayor porcentaje por zonas rurales despobladas por lo que el desarrollo del proyecto no derivará en reasentamiento de poblaciones.

8.2.1.3. Balance de impactos ambientales con proyecto y con la aplicación de medidas de mitigación

La gestión ambiental moderna exige que cada proyecto sea concebido, diseñado y planificado considerando la variable ambiental, con lo cual se prevén y evitan muchos impactos al ambiente. Es necesario que en el equipo de trabajo que va a desarrollar un proyecto siempre se incorpore a un conocedor de la gestión ambiental cuya misión será incluir la protección del ambiente desde la fase de perfil del proyecto.

Impactos a la atmósfera: El diseño y planificación que se hará en el Tramo 1 de la línea, logrará disminuir las emisiones de gases, ya que se hará una selección cuidadosa del sitio de emplazamiento de cada torre, lo que será extensivo al momento de escoger los equipos que se instalarán en las Subestaciones que serán ampliadas como parte del proyecto en estudio.

Cuando se requiera equipo automotor para desarrollar una obra, se seleccionará aquel equipo de menores dimensiones que asegure un desempeño eficiente en la ejecución de la obra. Al escoger un equipo de dimensiones reducidas se logrará que el ruido sea de menor intensidad, también es sabido que un equipo pequeño posee un motor pequeño, el cual consume menos combustible y genera menor cantidad de gases de combustión reduciendo las emisiones de SO₂, CO y NO_x. Por otro lado, el uso de equipos y medios de transporte en buenas condiciones y un mantenimiento riguroso permite una mejor combustión que también minimiza las emisiones gaseosas.

La aplicación de riego constante sobre la superficie de rodamiento en los caminos de macadam combinado con la regulación de la velocidad de los medios automotores asegura el control de las emisiones de polvo y material particulado, hasta magnitudes aceptables para las diferentes formas de vida existentes en el Área de Influencia Directa del proyecto, donde también la programación de las actividades limitadas a las horas diurnas permitirá atenuar otro contaminante atmosférico como es el ruido. Dado que la etapa de construcción tiene un período de ejecución relativamente corto, los impactos tendrán prácticamente la misma duración, y serán reversibles también a corto plazo.

En la etapa de operación y mantenimiento, los impactos negativos a la atmosfera son de baja significancia el diseño del proyecto con las distancias mínimas requeridas, tanto con relación al suelo y las zonas pobladas, eliminará los efectos que puede generar el campo electromagnético que se forma durante el tránsito de la energía eléctrica a través de los conductores. La prohibición del uso de químicos en el control de la vegetación durante el mantenimiento del derecho de vía, es otro elemento que desemboca en el control de la contaminación atmosférica; las emisiones de gases de combustión, partículas en suspensión generadas de las actividades de mantenimiento de los equipos en las subestaciones y líneas de transmisión son mínimas, en estas actividades no se

utilizan grandes equipos, ni la movilización masiva de medios de transporte, los ejecuta uno o dos cuadrillas especializadas; en las subestaciones se generan gases proveniente del cuarto de batería, los que son extraídos por un extractor de gases.

La evaluación realizada por el equipo de consultores encargados para elaborar el EIA señala que la atmósfera será un factor ambiental que adquirirá una calidad ecológica clasificada como negativa de magnitud moderada y de carácter temporal si el proyecto se ejecuta con la aplicación de las medidas y acciones ambientales.

Impactos al suelo: La planificación prevista para el Tramo 1 de la línea de transmisión considerará potenciar el uso de caminos existentes, todo con el objetivo de reducir la construcción de accesos temporales, con lo cual también se logrará evitar o reducir los impactos al suelo.

El empleo de equipamiento que posea las menores dimensiones posibles asegura que los accesos temporales tendrán también menores dimensiones, obteniendo de esta manera la posibilidad de minimizar los efectos negativos sobre el factor ambiental suelo.

El plan de manejo del suelo donde se contempla proteger la capa fértil en aquellos sitios donde sea necesario remover dicha capa para emplearlo en posteriores labores de mitigación ambiental, reducirá las pérdidas de suelo fértil.

La construcción de las fundaciones para los elementos de apoyo de la línea de transmisión generará una intervención puntual sobre el factor ambiental suelo, lo que unido al manejo ordenado de cada frente de trabajo y la delimitación previa de los espacios requeridos para emplazar cada torre o poste, reducirá al mínimo necesario los impactos que el proyecto puede generar sobre este importante factor ambiental.

Durante la etapa de operación y mantenimiento se producirán perturbaciones periódicas sobre el componente ambiental suelo cuando haya que realizar labores de mantenimiento al derecho de vía. Es importante destacar que la operación de la línea de transmisión no interfiere con el uso actual del suelo, dado que el desarrollo de actividades pecuarias o de cultivos agrícolas estacionales son compatibles con la operación de la línea de transmisión, las cuales son las principales actividades económicas que se ejecutan a lo largo del área de influencia directa del proyecto.

La evaluación realizada por el equipo consultor encargado de elaborar el EIA, demuestra que el suelo es un factor ambiental que adquirirá una calidad ecológica clasificada como negativa de magnitud moderada en el escenario que considera que el proyecto se ejecutará con la aplicación paralela de las medidas y acciones ambientales previstas en el EIA.

Impactos al agua: El agua es un factor ambiental cuya presencia es mínima en el área de influencia del tramo 1 del proyecto “Refuerzos para la conexión del Proyecto Hidroeléctrico Tumarín-Etapa 1”, sin embargo, la ubicación cercana de la Playa de Moyúa y las Playitas así como otras fuentes existentes en el área de influencia directa e indirecta permite que esas aguas sean utilizadas para la construcción de obras de concreto hidráulico durante la fase de construcción del proyecto.

Sin embargo, la cantidad de agua que puede demandar el proyecto es mínima y su uso no será capaz de afectar la disponibilidad de ese importante recurso natural, donde el volumen que posee cualquiera de los cuerpos de agua cercanos es suficiente para proporcionar la cantidad del agua que requiere el proyecto.

La posibilidad de impactar la calidad de las fuentes de agua se reduce, tanto en su magnitud como en la posibilidad de ocurrencia, incluyendo la variable ambiental desde el diseño y la planificación del proyecto. El uso priorizado de caminos existentes reducirá las áreas intervenidas minimizando al mismo tiempo procesos erosivos generados por las actividades del proyecto.

La erosión hídrica y eólica, también se reduce al definir previamente los espacios necesarios para desarrollar las actividades, mitigando el aporte de material sedimentable que inevitablemente afectan la calidad de las fuentes de agua y del cauce donde circulan dichas fuentes. Otro elemento que reduce la posibilidad de afectar la cantidad o calidad del recurso agua, es el plan de manejo de residuos y desechos el cual contempla la recolección selectiva de residuos, para potenciar su reciclaje y el depósito de desechos en los sitios autorizados por las Alcaldías municipales distribuidas a lo largo del trazado de la línea de transmisión.

La evaluación realizada como parte del Estudio de Impacto Ambiental, donde los consultores utilizaron la Matriz de Importancia de CONESA, señala que el factor ambiental agua es susceptible de adquirir una calidad ecológica clasificada como negativa de magnitud irrelevante en el caso que el proyecto se ejecute con el desarrollo paralelo de las medidas y acciones ambientales concebidas en el EIA.

En los resultados de la evaluación se ha tomado en cuenta que el uso del agua será prácticamente nulo en la etapa de operación y mantenimiento, donde las actividades tendrán un régimen periódico lo que también minimiza cualquier posibilidad de afectación a la calidad de ese importante recurso.

Impactos al paisaje: El paisaje es un factor ambiental que será afectado de forma moderada con la ejecución del proyecto si se consideran las medidas de mitigación desde los diseño del proyecto.

En la condición de línea base el paisaje se encuentra fuertemente degradado de tal manera que los efectos que puede generar la ejecución del proyecto difícilmente puede agravar esa situación. Sin embargo, la aplicación de las medidas ambientales puede mejorar ligeramente la condición del paisaje, sin que eso signifique que podrá transformar ese importante componente del ambiente.

La posibilidad de seleccionar previamente la ubicación de las estructuras de apoyo en el trazado de la línea que se localicen distanciado de las carreteras facilitará el enmascaramiento de esos elementos sin llegar a ocultarlo por completo, ya que uno de los impactos negativos de este tipo de proyectos es la afectación al paisaje.

El paisaje, a lo largo del trazado de la línea de transmisión, corresponde al de una zona rural fuertemente intervenida por la actividad humana, con extensiones geográficas fragmentadas en parcelas dedicadas a la ganadería y a la siembra de cultivos estacionales muy poco tecnificadas, limitadas por cercas de alambre de púas soportadas,

en algunos casos, por especies de árboles y arbustos prendedizos; como también en gran parte del territorio del tramo I por donde se proyecta que discurra la línea de transmisión existen redes de transmisión y distribución, torres de telefonía celular, estando el paisaje rural bastante intervenido con este tipo de elementos. Al instalar la línea de transmisión nueva, la población no lo percibe como negativo, sino como un elemento positivo, que se concibe como progreso, existiendo la posibilidad de mejorar y ampliar la electrificación, en este sentido el espectador las incorpora en la panorámica acostumbrándose a este nuevo elemento.

El paisaje es un componente del ambiente que adquiriría una calidad ecológica clasificada como negativa de moderada magnitud y de carácter permanente, si el proyecto se ejecuta con el desarrollo paralelo de las medidas y acciones ambientales concebidas en el EIA.

Impacto a la biodiversidad: El factor ambiental flora se prevé que recibirá los siguientes efectos provocados por las actividades del proyecto:

La vegetación arbórea es un elemento no deseado sobre el derecho de vía de la línea de transmisión, ya que crea riesgos o interferencia a las operaciones de la línea de transmisión, razón por la cual se hace necesario eliminar, o en el mejor de los casos, podar o limitar el crecimiento de las especies vegetales que alcanzan mayor desarrollo. Sin duda alguna, la afectación a la cobertura vegetal repercutirá directamente sobre las especies animales que hacen de esa vegetación su hábitat donde encuentran refugio y alimentación.

No obstante, una minuciosa selección del trazado de la línea, así como de los sitios donde se emplazarán las torres y elementos de apoyo del proyecto, el uso de caminos existentes para su uso en las actividades del proyecto y el cierre inmediato de áreas intervenidas de forma temporal aseguran que la afectación a la cobertura vegetal será mitigada, reduciendo las afectaciones al factor ambiental biodiversidad.

Es importante destacar que la mayor parte del territorio por donde discurre la línea de transmisión son sabanas gramíneas con arbustos deciduos y sistemas agropecuarios con una baja densidad y diversidad de vegetación arbórea, igualmente la fauna en este tramo está bastante limitada. Bajo estas circunstancias la calidad ecológica de la biodiversidad con la ejecución del proyecto se clasifica como negativa de magnitud moderada. Como medida compensatoria se prevé apoyar las campañas de reforestación que ejecutan las Alcaldías Municipales e INAFOR que permitirán además de rehabilitar el componente vegetal, mejorar los hábitats afectados en los territorios de influencia del proyecto, sobre todo si se utilizan especies “siempre verdes” en los espacios antiguamente ocupados por el bosque riparia o de ribera.

Lo que indica que en el peor de los casos, el proyecto provocará impactos asimilables por la biodiversidad, y con la aplicación de las medidas ambientales existe la posibilidad de mejorar las condiciones de ésta, aunque lo limitado del espacio ocupado por el proyecto no permitirá revertir el proceso de degradación que enfrentan los componentes bióticos del ecosistema ya que los recursos del ambiente están siendo ocupados sin un manejo adecuado que les permitan ser sostenibles en el tiempo.

La relación directa que existe entre el estado de la vegetación y la fauna, ambos componentes que en su conjunto conforman la biodiversidad de todo ecosistema,

permitirá que las medidas ambientales tendientes a recuperar o compensar la cobertura vegetal redunden también en un efecto positivo para las especies animales que aún pernoctan en la zona, y a mediano y largo plazo podría significar el retorno de algunas especies que pueden encontrar refugio y alimentación en la vegetación que se recupera en los espacios destinados a compensar la vegetación afectada en el derecho de vía.

En la etapa de operación se podría esperar un impacto que se manifestaría con la mortalidad de especies de la avifauna por choque con los elementos altos de la línea de transmisión. Sin embargo, la presencia de otras líneas de transmisión o distribución de energía en todo el territorio nacional ha demostrado que no hay una relación directa entre la presencia de este tipo de obras de infraestructura con la mortalidad de las aves, sin embargo, el proyecto contempla la instalación de dispositivos disuasorios para la fauna aviaria lo que asegura que en el peor de los casos, la mortalidad de la avifauna sea mínima.

Sin embargo, es bueno señalar que inicialmente el aumento del ruido por las operaciones y la presencia de personal en forma continua dentro del derecho de vía del proyecto causarán el desplazamiento de algunas especies de fauna sensibles a ruidos y/o a la presencia humana constituyendo un impacto temporal que será reversible a corto plazo. Este impacto se podrá manifestar, sobre todo, en aquellas especies que tienen un valor nutritivo, debido a que están acostumbradas a huir de la presencia humana en vista de la amenaza a la que se ven sometidas de forma constante por la caza que practican algunos pobladores.

El factor ambiental fauna adquirirá una calidad ecológica clasificada como significativamente negativa de magnitud moderada, pero tiende a mejorar con el tiempo su calidad ecológica.

Impactos sobre el componente social y económico del ecosistema

Se prevé que el proyecto provoque un impacto positivo sobre el componente socio-económico del ecosistema, sin embargo, el carácter temporal de la construcción del proyecto no permite que este efecto se extienda en el tiempo. La experiencia demuestra que la ejecución de los proyectos de línea de transmisión repercute significativamente de forma positiva sobre el componente social, sin embargo, son impactos temporales de alcance local en cuanto a la generación de empleos.

Sin duda alguna que las ofertas de empleo que generará el proyecto “Refuerzos para la conexión del proyecto Hidroeléctrico Tumarín Etapa-1” con una mejor remuneración y beneficios sociales, incidirá en las otras fuentes de ocupación como las actividades ganaderas o agrícolas que ya operan en la zona, las cuales tendrán que mejorar su oferta de trabajo para mantener la fuerza laboral que buscaría oportunidades de trabajo en el proyecto energético, lo cual constituirá un impacto social indirecto de mayor duración.

En su etapa de operación, el proyecto de transmisión de energía creará condiciones para mejorar la oferta energética a nivel local, regional y nacional, que si es bien aprovechada por los diferentes actores socio-económicos repercutirá beneficiosamente en el desarrollo económico del país.

La evaluación realizada para efectos de elaborar el EIA señala que la calidad ecológica del factor ambiental social alcanza valores que la clasifican como positiva de magnitud severa.

Considerándose la delimitación de las zonas de influencia del proyecto durante el proceso de construcción, se prevé los siguientes impactos al ambiente económico:

- La empresa brindará conocimientos técnicos en la ejecución de las actividades del proyecto o lo concerniente a ello a los habitantes de sitios cercanos a la zona de trabajo, y esto les permitirá en el futuro contar con conocimientos que les facilitará poder encontrar trabajos en otras empresas del mismo rubro.
- La oferta de empleos mejor remunerados y con mayores beneficios sociales, permitirá una inyección económica semanal en la localidad, lo que dinamizará otra serie de negocios que existen en las comunidades ubicadas en el área de influencia del proyecto.

La calidad ecológica del factor ambiental económico se clasifica como muy buena si se aplican las medidas ambientales identificadas en el EIA, de acuerdo a los resultados obtenidos en la evaluación realizada.

8.2.2. Evaluación de los impactos ambientales en el tramo 2 de línea de transmisión San Benito-Boaco.

El tramo 2 de la línea de transmisión comprende desde la Sub-Estación San Benito hasta la Sub-Estación Boaco, e incluye la ampliación de ambas subestaciones para compatibilizarla con la potencia en que se transmitirá la energía en el proyecto.

A continuación se presenta la evaluación cuantitativa de los impactos ambientales que potencialmente puede generar el proyecto en el tramo San Benito-Boaco.

Tabla 8.7. Matriz de valoración de impactos ambientales, Tramo 2

Principales Impactos a los Componentes del Medio	Nat	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	Índice Importancia	Nivel Significancia
SITUACION AMBIENTAL EN EL AREA SIN PROYECTO													
Atmosfera	-1	2	4	1	4	2	2	1	4	4	4	-36	Moderado
Suelo	-1	4	4	1	4	2	1	1	4	2	4	-39	Moderado
Agua	+1	2	2	2	2	2	1	1	4	1	1	+24	Irrelevante
Biodiversidad	-1	4	4	4	2	2	2	1	1	2	4	-38	Moderado
Paisaje	-1	4	6	4	4	2	1	1	1	2	4	-43	Moderado
Aspectos Socioeconómicos	+1	4	4	4	2	2	2	1	4	2	2	+39	Moderado
CON PROYECTO Y SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN													
Atmosfera (Ruido, gases y polvo)	-1	8	4	6	2	2	1	1	4	1	8	-57	Severo
Suelo	-1	8	6	6	4	2	2	1	4	4	8	-67	Severo
Agua	-1	4	2	4	2	1	1	1	4	1	4	-34	Moderado
Biodiversidad	-1	8	4	4	4	2	1	1	1	1	4	-50	Severo
Paisaje	-1	8	8	2	4	4	1	2	4	1	4	-62	Severo
Aspectos Socioeconómicos	+1	4	4	4	2	2	2	1	4	4	2	+41	Moderado
CON PROYECTO Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN													
Atmosfera (Ruido, gases y polvo)	-1	2	2	4	2	1	1	1	4	2	4	-29	Moderado
Suelo	-1	3	4	4	2	2	2	1	4	1	4	-37	Moderado
Agua	+1	1	2	4	2	1	1	1	1	1	4	+22	Irrelevante
Biodiversidad	-1	2	4	2	2	2	1	1	4	4	4	-34	Moderado
Paisaje	-1	4	4	4	4	2	2	1	1	1	4	-39	Moderado
Aspectos Socioeconómicos	+1	8	4	4	3	2	1	1	4	2	2	+51	Severo

Fuente: Multiconsult y Cía. Ltda.

De acuerdo a los resultados de la evaluación cuantitativa realizada, considerando los criterios definidos en la Metodología Matriz de Importancia de CONESA, se obtiene que los factores ambientales atmósfera, suelo, biodiversidad y paisaje poseen una calidad ecológica negativa de magnitud moderada en las condiciones de línea base. En tanto que el componente ambiental agua posee una calidad definida como ligeramente positiva y el componente económico-social se manifiesta con una calidad positiva de magnitud moderada en las condiciones de línea base.

El balance y análisis detallado se realiza más adelante de forma conjunta para los tramos 2, 3 y 4.

8.2.3. Evaluación de los impactos ambientales en el tramo 3 de línea de transmisión Boaco-Río Blanco.

El tramo 3 de la línea de transmisión comprende desde la Subestación Boaco hasta la ciudad de Río Blanco, tramo que se caracteriza por las irregularidades del terreno, dado que gran parte del mismo cruza las estribaciones de las tierras altas del interior del territorio nacional.

A continuación se presenta la evaluación cuantitativa de los impactos ambientales que potencialmente puede generar el proyecto en el tramo Sub-Estación Boaco – Río Blanco.

Tabla 8.8. Matriz de valoración de impactos ambientales, Tramo 3

Principales Impactos a los Componentes del Medio	Nat	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	Índice Importancia	Nivel Significancia
SITUACION AMBIENTAL EN EL AREA SIN PROYECTO													
Atmosfera	-1	2	2	2	3	2	1	1	1	4	6	-30	Moderado
Suelo	-1	4	2	2	4	2	1	1	4	3	5	-38	Moderado
Agua	+1	4	2	2	2	2	1	1	4	2	2	+32	Moderado
Biodiversidad	-1	4	2	4	2	3	1	1	4	2	2	-35	Moderado
Paisaje	-1	4	4	4	4	2	1	1	1	2	4	-37	Moderado
Aspectos Socioeconómicos	+1	4	4	4	2	2	2	1	4	2	2	+39	Moderado
CON PROYECTO Y SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN													
Atmosfera (Ruido, gases y polvo)	-1	8	4	6	2	3	1	1	4	2	8	-59	Severo
Suelo	-1	8	6	6	4	4	2	1	4	4	8	-69	Severo
Agua	-1	4	4	4	2	2	1	1	4	2	4	-40	Moderado
Biodiversidad	-1	8	6	4	4	3	1	1	4	2	4	-59	Severo
Paisaje	-1	8	6	4	4	4	1	2	4	1	4	-60	Severo
Aspectos Socioeconómicos	+1	4	4	4	4	2	2	1	4	4	2	+43	Moderado
CON PROYECTO Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN													
Atmosfera (Ruido, gases y polvo)	-1	2	4	4	2	1	1	1	4	2	4	-31	Moderado
Suelo	-1	4	4	4	4	2	2	2	4	1	4	-43	Moderado
Agua	+1	1	2	4	2	2	1	1	4	2	4	+27	Moderado
Biodiversidad	-1	4	2	4	2	2	1	1	4	2	4	-36	Moderado
Paisaje	-1	4	4	4	2	2	1	1	1	4	4	-39	Moderado
Aspectos Socioeconómicos	+1	8	6	4	4	2	1	1	4	3	2	+57	Severo

Fuente: Multiconsult y Cía. Ltda.

En el tramo 3, correspondiente al segmento Boaco-Río Blanco, la evaluación cuantitativa realizada señala un comportamiento muy similar al existente en el Segmento 2 para los diferentes factores ambientales, en las condiciones anteriores a la ejecución del proyecto. La diferencia más notable corresponde al componente ambiental agua, donde la calidad ecológica calculada es moderadamente positiva, como se observará muy similar a los resultados obtenidos para el Tramo 2, pero en el presente caso más que todo influenciada por algunas fuentes de agua que bajan de las elevaciones más altas como es el caso del propio Río Blanco que baja del Cerro Musún con un buen caudal y calidad, sin embargo, esta fuente de agua es contaminada inmediatamente por la descarga de aguas servidas y todo tipo de desechos que le llegan de la zona urbana del poblado Río Blanco. Para la valoración del componente ambiental agua se ha tomado en cuenta la disponibilidad del recurso en las corrientes existentes, aunque en la mayoría de los casos los usos son limitados debido a la calidad que poseen esas aguas.

8.2.4. Evaluación de los impactos ambientales en el tramo 4 de línea de transmisión Río Blanco-Mulukukú.

El tramo 4 de la línea de transmisión se extiende entre la parte más oriental del departamento de Matagalpa, pasando por una porción del territorio de la Región Autónoma del Atlántico Sur (Paiwas), finalizando en Mulukukú, perteneciente a la Región Autónoma del Atlántico Norte. La topografía predominante es de tipo llanura y comprende el extremo occidental de la llanura del Atlántico.

A continuación se presenta la evaluación cuantitativa de los impactos ambientales que potencialmente puede generar el proyecto en el tramo Río Blanco-Mulukukú.

Tabla 8.9. Matriz de valoración de impactos ambientales, Tramo 4

Principales Impactos a los Componentes del Medio	Nat	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	Índice Importancia	Nivel Significancia
SITUACION AMBIENTAL EN EL AREA SIN PROYECTO													
Atmosfera	-1	2	4	4	4	2	1	1	2	4	4	-36	Moderado
Suelo	-1	4	4	4	4	2	2	1	4	2	4	-43	Moderado
Agua	+1	4	4	2	2	2	1	1	4	2	2	+36	Moderado
Biodiversidad	-1	2	4	4	2	2	1	1	1	1	2	-28	Moderado
Paisaje	-1	4	6	4	4	2	1	1	1	4	4	-45	Moderado
Aspectos Socioeconómicos	+1	2	4	4	2	1	1	1	4	2	2	+31	Moderado
CON PROYECTO Y SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN													
Atmosfera (Ruido, gases y polvo)	-1	8	4	6	2	2	1	1	4	2	8	-58	Severo
Suelo	-1	8	6	6	4	4	2	1	4	4	8	-69	Severo
Agua	-1	4	2	6	2	2	1	1	4	3	6	-41	Moderado
Biodiversidad	-1	8	6	4	4	3	1	1	1	3	4	-57	Severo
Paisaje	-1	8	8	4	4	4	1	2	4	3	4	-66	Severo
Aspectos Socioeconómicos	+1	4	4	4	2	2	2	1	4	3	2	+40	Moderado
CON PROYECTO Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN													
Atmosfera (Ruido, gases y polvo)	-1	3	4	4	2	1	1	1	4	2	4	-36	Moderado
Suelo	-1	3	4	4	2	2	2	1	4	3	4	-39	Moderado
Agua	-1	1	2	2	2	1	1	1	1	1	4	-20	Irrelevante
Biodiversidad	-1	3	4	2	2	2	1	1	4	4	4	-37	Moderado
Paisaje	-1	4	4	4	2	2	2	1	1	2	4	-38	Moderado
Aspectos Socioeconómicos	+1	8	4	4	3	3	1	1	4	3	2	+53	Severo

Fuente: Multiconsult y Cía. Ltda.

En el tramo 4, que corresponde al segmento Río Blanco-Subestación Mulukukú, la evaluación cuantitativa realizada señala un comportamiento muy similar al existente en el segmento 2 y el segmento 3 para los diferentes factores ambientales, en las condiciones anteriores a la ejecución del proyecto. Este componente del ambiente ha sido valorado de acuerdo a la disponibilidad del recurso en el área de influencia del proyecto, sin embargo, en muchos casos las fuentes de agua presentan una afectación provocada por el mal manejo de la cuenca y los usos del suelo, lo que le genera cierta pérdida de la calidad de esas aguas.

8.2.5. Balance de impactos ambientales sin proyecto

El balance de las condiciones ambientales de línea base y el análisis e interpretación de los impactos ambientales, cuando se considera que el proyecto se ejecuta sin el programa de gestión concebido en el EIA y en la alternativa cuando se considera la aplicación del PGA, se ha realizado de forma integrada para el componente Subestación San Benito-Subestación Mulukukú, dado que así lo sugieren los resultados de la evaluación realizada, siguiendo los criterios y valores utilizados por la Metodología de Matriz de Importancia de CONESA

La evaluación segmentada del tramo de Línea de Transmisión San Benito-Mulukukú señala ligeras variaciones en la importancia de los impactos ambientales en los tres segmentos en que se ha dividido dicho tramo para la evaluación, lo que demuestra la conveniencia de realizar el análisis e interpretación de forma integrada, considerando la continuidad geográfica de los tramos dos, tres y cuatro.

- **Tramo 2**

Atmósfera: La atmósfera es un factor ambiental que presenta poca variación en los tres segmentos en que se ha dividido el proyecto de línea de transmisión en su componente que unirá la Subestación Mulukukú con la Subestación San Benito.

Cuantitativamente se puede apreciar en las tablas donde se realiza la evaluación que en el tramo 2 y 4, los valores son exactamente igual y en este resultado seguramente influyen a las condiciones de altura y relieve que son similares en ambos segmentos de la línea de transmisión, aunque en el tramo 2 se está en presencia de la llanura del Pacífico, propio de una región con temperaturas extremas, situación que en los últimos años se ha venido reproduciendo en la llanura del Atlántico donde se ubica el tramo 4.

En el tramo 3, aunque la calidad ecológica del factor ambiental atmósfera en términos cualitativos es prácticamente la misma, en el plano cuantitativo se puede apreciar que siempre es negativa, pero ligeramente mejor que en los tramos 2 y 4, ya que el puntaje obtenido al aplicar la metodología es de menor magnitud. Es preciso destacar que el tramo 3 posee un relieve más abrupto con algunas zonas antiguamente montañosas y elevaciones que pueden alcanzar los 400 o 500 msnm

La situación del relieve provoca que la temperatura promedio baje unos diez grados entre la zona llana del Tramo 2 y las partes más altas del tramo 3. Los resultados de la temperatura promedio

son similares en el tramo 4 y el tramo 2, donde la altitud y el relieve permiten que la diferencia de la temperatura promedio se ubique en valores aproximados a los 5°.

La velocidad del viento es mayor en el área de influencia del proyecto en el segmento 4, manifestándose de forma similar en la parte Este del segmento 3 donde el viento encuentra una barrera natural que está constituida por las estribaciones de las tierras altas del interior que forman parte del área de influencia del proyecto.

En el área de estudio no se reconocen fuentes de contaminación importantes. En los recorridos de campo se encontraron fincas lecheras y, cuando el área prevista a utilizar por la Línea de Transmisión se aproxima a los caminos y carreteras, se observa el tráfico vehicular como fuente de contaminación.

Se estima que en general la Línea de Transmisión se ubica en áreas rurales con fuentes de contaminación poco importantes y que tampoco significan un elemento que pueda impactar de manera significativa sobre el proyecto.

El ruido, como otro elemento contaminante que degrada la calidad ecológica de la atmósfera, se manifiesta con valores de unos 78.8dB en las zonas aledañas a las carreteras, disminuyendo hacia las zonas donde las obras de infraestructura no son perceptibles.

En general el ruido ambiental encontrado es entre 37 dB (área rural con poca presencia humana) y 52 dB (cerca de las zonas humanizadas). En las condiciones atmosféricas que existen antes que se ejecute el proyecto, influye la intervención humana, donde la ganadería es una actividad económica predominante a lo largo de los tramos 2, 3 y 4 de la línea de transmisión.

La calidad ecológica del factor ambiental atmósfera en el tramo Subestación San Benito-Subestación Mulukukú alcanza una clasificación negativa de magnitud moderada en las condiciones de línea base, valoración que se ve influenciada por el mal manejo de cuenca provocada por la intervención humana que contribuyen a los cambios climáticos que provoca alteración, tanto en el régimen de vientos, temperatura, radiación solar y en alteraciones a la duración de las estaciones lluviosas y de estiaje.

Suelo: Las condiciones del suelo en el área de influencia del proyecto están fuertemente influenciadas por la intervención humana principalmente debido a las actividades de ganadería extensiva, lo que ha provocado transformaciones importantes a este componente del ambiente.

Las características geomorfológicas del terreno donde se proyecta la construcción de la Línea de Transmisión presentan dos tipologías claramente diferentes:

1. Relieve llano a ligeramente ondulado, entre Subestación San Benito y el PI 38 en el Tramo 2 y entre el PI 12 y la Subestación Mulukukú en el Tramo 4.
2. Relieve de montaña con pendientes moderadas (15 – 30 %) a abruptas (mayores de 30%). Este relieve es característico en toda la Provincia Tierras Altas del Interior (Mapa Geomorfológico) que en su mayoría se localiza en el área de influencia del Tramo 3.

Estas características geomorfológicas proporcionan un indicador valioso para definir las áreas con mayor susceptibilidad a fenómenos de inestabilidad y/o inundación; tal como es descrito en el acápite relativo al análisis de riesgos.

La evaluación del factor ambiental suelo realizada como parte del EIA, antes de la ejecución del proyecto, señala que a lo largo de los tres tramos ese importante componente del ambiente mantiene una calidad ecológica clasificada como negativa de magnitud moderada, calidad que se acentúa un poco más en el tramo 4.

Factor ambiental Agua: El componente de la línea de transmisión que servirá como refuerzo para la conexión del Proyecto Tumarín que corresponde al tramo que unirá la Subestación Mulukukú con la Subestación San Benito, se localizará en zonas geográficas ubicadas en la conocida como Cuenca de Los Lagos y en la Cuenca hidrográfica del Río Grande de Matagalpa.

La presencia de fuentes de agua pertenecientes a la cuenca de los Lagos se limita al Río Fonseca que da vida a la presa Las Canoas ubicado en el tramo 2; en tanto que en los tramos 3 y 4, se nota la presencia de afluentes del Río Grande de Matagalpa, donde 8 de esos afluentes tienen cierta importancia, los que se conocen con los nombres de Río Las Cañas, Olama, Compasagua, Bul Bul, Río Blanco, Paiwas, Wilike y el Tuma. En términos generales la calidad de las aguas de estos ríos permanentes es influenciada por el mal manejo de cuenca y por las actividades antrópicas que se desarrollan en esos espacios geográficos, limitando el uso que se puede dar a esas aguas. El resto está compuesto por cauces que o pequeños arroyos que conducen agua, principalmente en la época de lluvias.

La evaluación realizada como parte del EIA en las condiciones de línea base señala que la calidad ecológica del recurso agua se clasifica como positiva de magnitud moderada, donde se toma en cuenta la disponibilidad del recurso más que su calidad.

Biodiversidad: La transformación que ha provocado la actividad ganadera en el área de influencia directa del proyecto ha afectado severamente a la biodiversidad, sobre todo las especies de fauna silvestre donde muchas especies tuvieron que emigrar desde hace algunas décadas.

En el tramo 2, se puede observar que de manera predominante las especies vegetales son de bajo porte, clasificándose como arbustos con una mínima densidad de especies arbóreas. Las especies dominantes se clasifican como malezas, pastos y charrales, comportamiento que cambia cuando el trazado alcanza el tramo 3 entre Matiguás y Río Blanco. En el tramo 4, todavía se observan árboles perennifolios que alcanzan alturas de 10 y 12 metros, con algunos ejemplares que pueden alcanzar los 30 metros, aunque esta vegetación cada día se vuelve más escasa, haciendo espacio a vegetación rastrera, pastos, malezas y arbustos.

Indudablemente que la situación de la vegetación y las fuentes de agua, también condiciona la situación de la fauna. En un sitio cercano al área de influencia del tramo 2 del proyecto, se localiza el embalse Las Canoas, sin embargo, esta fuente de agua ha bajado su nivel de forma extrema en los últimos años. Es necesario destacar que esa fuente de agua se encuentra en el área de influencia del proyecto, por lo que se menciona como una referencia obligada.

De la evaluación realizada como parte del EIA haciendo uso de la metodología de Matriz de Importancia de CONESA, se concluye que El factor ambiental biodiversidad refleja una calidad ecológica clasificada como negativa de magnitud moderada, antes que se ejecute el proyecto. Se trata de la evaluación realizada No obstante, cabe mencionar que esa calidad puede mejorar levemente a mediano plazo, sobre todo en las zonas más profundas del área de influencia del proyecto, si se modificaran un poco los modos de producción que condicionan fuertemente el manejo de cuencas hidrográficas en el área de influencia del proyecto.

Paisaje: El paisaje ha sufrido una drástica transformación en los últimos años, sin embargo, es bueno aclarar que la valoración que aparece en el presente Estudio de Impacto Ambiental obedece a tomar como el estadio superior del paisaje, la presencia predominante de un bosque primario del trópico húmedo con un alto índice de diversidad biológica. Sin embargo, al comparar el patrón seleccionado con las condiciones del paisaje antes que se ejecute el proyecto, permite determinar que hay un deterioro progresivo de ese componente del ambiente, cuya degradación no se detendrá aunque el proyecto no se ejecute.

Por otro lado, la extensa área que abarca la Línea de Transmisión incluye una amplia diversidad de morfologías del terreno y usos del suelo que consecuentemente proporcionan como resultado una gran variedad de escenarios cuasi naturales que denotan la intervención indiscriminada del ser humano. Los cuales nuevamente son descritos por tramos.

Tramo 2: Entre la Subestación San Benito y Las Tunitas (PI 38), presenta relieve llano con pocas ondulaciones y entre el PI 38 y Boaco la Línea de Transmisión se aleja significativamente de la carretera y ocupa parte de las serranías y se oculta (parcialmente) entre las manchas de bosque (secundario).

Tramo 3: Se localiza en un relieve accidentado con bosque primario bastante fragmentado, encontrándose sólo en pequeñas parcelas y como bosque de galería, protegiendo los principales cursos de agua superficial.

Tramo 4: El paisaje se modifica considerablemente ya que después de atravesar una zona montañosa se cae a un relieve llano. El suelo está destinado básicamente para desarrollo de ganadería; consecuentemente se observan vastas áreas destinadas a potreros.

En general se puede afirmar que el paisaje existente en el área de influencia del proyecto se corresponde a una zona rural dedicada a la crianza de ganado; con cobertura vegetal representada por vegetación rastrera y de bajo porte, donde la tierra se encuentra dividida en parcelas definidas por cercos de alambre de púas, observándose en el horizonte un relieve de pendientes suaves y pequeñas elevaciones, donde se destacan algunos parches de un bosque secundario cada vez más escaso y un suelo erosionable, facilitando el afloramiento del basamento rocoso.

Sin embargo, la evaluación realizada por los consultores en las condiciones de línea base indica que el paisaje posee una calidad ecológica clasificada como negativa de magnitud moderada aunque en los tramos 2 y 4, se observa una tendencia a un deterioro progresivo y más acentuado.

Aspectos socioeconómicos: El componente económico-social del ecosistema resiente los efectos de una situación económica que igualmente afecta a otras zonas del territorio nacional. No

obstante, la evaluación realizada como parte del Estudio de Impacto Ambiental permite determinar que en los tramos 2 y 3 que se extienden desde San Benito hasta Río Blanco, las condiciones económico-sociales son un poco mejor que en el tramo final de la línea, donde gran parte de la población rural que es la que vive en el área de influencia del proyecto aún no posee luz eléctrica, lo cual limita las posibilidades de desarrollo económico en las zonas rurales de los municipios en las condiciones previas a la ejecución del proyecto.

La oferta de empleos es más dinámica en los tramos 2 y 3, lo cual se refleja en la calidad ecológica del componente económico-social del ecosistema. Sin embargo, la oferta de empleos no es muy diversa y eso afecta la calidad de vida de la población, quienes en algunos casos tienen que sobrevivir con dos dólares al día.

La evaluación realizada como parte del EIA para el componente económico-social del ambiente, señala que ese factor posee una calidad ecológica clasificada como positiva de magnitud moderada, antes que se ejecute el proyecto. Esta valoración positiva se atribuye al hecho que la población rural ha aprendido a subsistir con los pocos recursos que posee, desarrollando cultivos de autoconsumo y la práctica denominada “economía de patio”.

8.2.6. Balance de impactos ambientales con proyecto sin la aplicación de medidas de mitigación

Impactos a la atmósfera: En el caso que el proyecto se ejecute sin la aplicación de medidas ambientales, los impactos adquirirán valores que los clasifican cualitativamente como impactos negativos de magnitud severa, en los tres tramos considerados para la línea de transmisión que conectará la Subestación Mulukukú con la Subestación San Benito.

La evaluación permite comprobar que hay una ligera diferencia en la magnitud de los impactos, siendo éstos menos agresivos en el tramo 2, lo cual se explica por la topografía del terreno, así como la poca vegetación que se aprecia en ese sector. Esto indica que la importancia de los factores ambientales existentes pondera un poco la magnitud de los impactos, lo que se manifiesta en los resultados que nos señala la metodología utilizada.

Sin embargo, este tipo de alteraciones son temporales y, aunque afectarán de forma negativa a la población del Área de Influencia del Proyecto, se considera que el impacto será severo si el proyecto se desarrolla sin la aplicación del programa de gestión ambiental, lo cual también provocará que los efectos de los impactos perduren un tiempo más prolongado hasta que el ecosistema logre un equilibrio natural.

En la etapa de operación y mantenimiento, los impactos a la atmósfera serán más acentuados, si el proyecto se desarrolla sin la aplicación simultánea del programa de gestión ambiental. Es de esperar que el campo electromagnético generado por la energía eléctrica a través de los conductores tenga incidencia sobre áreas humanizadas, dado que al no considerar la variable ambiental, los componentes del proyecto podrán instalarse cerca de sitios poblados. El mantenimiento del derecho de vía provocará también efectos negativos en la atmósfera, tales como emisiones de ruido, lo mismo que las emisiones de polvo y material particulado por movimiento de medios automotores.

Impactos al suelo: El suelo recibirá alteraciones clasificadas como severas si el proyecto se ejecuta sin la aplicación del programa de gestión ambiental concebido como parte del EIA.

La ausencia de medidas y acciones tendientes a reducir los impactos, seguramente permitirá que se incrementen los espacios intervenidos y, por ende, los volúmenes de material a remover lo cual traerá como consecuencia lógica, mayores alteraciones al factor ambiental suelo.

La evaluación señala que estas alteraciones tendrán características parecidas en los tres tramos en estudio entre las subestación San Benito y Mulukukú, aunque serán un poco menores en el tramo 2 por presentar un relieve más plano con pendiente suaves, incrementándose en los tramos 3 y 4, donde el relieve y pendientes fuertes es más significativo, más lo prolongado de las precipitaciones en el periodo lluvioso sino se ejecutan medidas preventivas y de mitigación para la protección del suelo en las áreas impactadas para el emplazamiento de las estructuras se facilitará la erosión hídrica, provocando mayores pérdidas de suelo en general y de suelo fértil en particular.

La evaluación realizada como parte del EIA demuestra que si el proyecto se ejecuta sin la aplicación de medidas ambientales, el factor ambiental suelo adquirirá una calidad ecológica clasificada como negativa de magnitud severa, dado que la extrema sequedad que se genera en el tramo 2, lo mismo que la intervención de maquinaria con mayor potencia y mayores cantidades de obra en los tramos 3 y 4, provocará que los impactos se manifiesten de forma significativa sobre el suelo.

Impactos al agua: El agua es un componente del ecosistema cuyo uso en la construcción de la línea de transmisión es bien limitado y es prácticamente nulo durante la fase de operación y mantenimiento de esa importante obra de infraestructura. No obstante, durante la operación y mantenimiento se pueden generar impactos indirectos causados por el control de la vegetación que se tiene que realizar en el derecho de vía.

Durante la etapa constructiva, los cursos de agua cercanos a los puntos donde se realicen actividades de cimentación para las bases de apoyo de los postes, torres y los caminos de acceso, podrían resultar contaminados debido a una inadecuada disposición de sedimentos y residuos excedentes generados por las actividades asociadas a estas obras. Por otro lado, una inadecuada práctica de mantenimiento como el lavado de vehículos y maquinarias en los ríos involucrados incorporaría material particulado y sustancias como aceites, grasas, detergentes y jabones; además el deficiente mantenimiento de los vehículos y maquinarias que se empleen durante la ejecución del Proyecto, podría traer como consecuencia derrames frecuentes de aceites y grasas.

En la etapa de construcción también se debe esperar que la falta de control y aplicación de medidas ambientales provocará que la escorrentía arrastre mayor cantidad de material sólido en todas sus formas, incluyendo los sólidos sedimentables y suspendidos que afectarán la calidad del agua inicialmente y con posterioridad decantarán en el fondo del cauce de ríos y quebradas, reduciendo su capacidad hidráulica y generando condiciones de vulnerabilidad que pueden desembocar en desbordes e inundaciones.

La evaluación realizada como parte del EIA demuestra que si el proyecto se ejecuta sin la aplicación del PGA, el factor ambiental agua adquirirá una calidad ecológica clasificada como

negativa de magnitud moderada, resultados en los que influye el carácter puntual de los focos de contaminación que representa cada sitio de emplazamiento de las estructuras de apoyo de la línea de transmisión.

Impactos al paisaje: El paisaje es un componente del ambiente susceptible de recibir impactos de magnitud considerable durante la fase de construcción, aunque muchos de estos impactos temporales y reversibles a mediano plazo entre los que se pueden contar las emisiones de material particulado en suspensión. Sin embargo en la etapa de operación y mantenimiento los impactos tendrán una duración similar a la vida útil del proyecto.

En la fase de construcción del proyecto, se ejecutarán actividades de excavación para cimentaciones, apertura de accesos a las bases de los apoyos, armado de las torres e izado de los postes, entre otras actividades, lo que trae como consecuencia la ocupación y/o daño a terrenos de propiedad privada en ciertas zonas, generando una alteración de la calidad escénica o paisajística, permanente.

El paisaje constituye un factor ambiental cuya valoración siempre está influenciada por las preferencias de la persona que lo observa, por lo que se espera que en su etapa de operación y mantenimiento los elementos del proyecto se incorporen al paisaje, y dado los efectos positivos que se espera de la línea de transmisión, al mejorar la oferta de energía eléctrica, los pobladores lo consideren un componente importante en sus posibilidades de mejorar sus propias condiciones económicas y lo acepten como un elemento necesario en la zona.

En la fase de operación y mantenimiento, la línea de transmisión será un elemento nuevo que se incorporará al paisaje de forma permanente, la cual será vista desde muchos puntos a lo largo de la carretera que conduce al Empalme de Boaco a El Rama y posteriormente la carretera que conduce hacia Mulukukúlo cual modifica el paisaje, aunque es bueno destacar que en la mayor parte de estos paisajes por donde discurre la línea de transmisión ya se han instalado este tipo de elementos.

Según la evaluación realizada como parte del Estudio de Impacto Ambiental haciendo uso de la Metodología Matriz de Importancia de CONESA, se obtienen resultados que le transmiten una calidad ecológica clasificada como negativa de magnitud severa si el proyecto “Refuerzos para la conexión del Proyecto hidroeléctrico Tumarín-I etapa” se ejecuta sin el desarrollo de medidas y acciones ambientales que reduzcan la magnitud de tales impactos.

Impacto a la biodiversidad: El área de influencia directa e indirecta que tendrá el Proyecto “Refuerzos para Conexión del Proyecto Hidroeléctrico Tumarín- I Etapa”, corresponde a zonas intervenidas pero muy poco pobladas, donde se ha manifestado principalmente la actividad ganadera extensiva, la cual ha demostrado que no es eficiente y genera una fuerte afectación a la cobertura vegetal de los sitios donde se desarrolla este modo de producción pecuaria.

La parte más afectada por desaparición del bosque primario se manifiesta en el Tramo 2, donde la cobertura vegetal existente está formada por malezas, pasto, tacotales y arbustos todas conocidas como especies caducifolias, en estas formaciones vegetales han podido encontrar refugio algunas especies de animales, especialmente de avifauna y reptiles, los cuales se verán

afectados, si el proyecto se ejecuta sin la aplicación de las medidas ambientales definidas en el capítulo de medidas ambientales las cuales son concebidas como parte del EIA.

En los tramos 3 y 4, hay mayor presencia de un bosque secundario con especies perennifolias siempre-verdes, aunque se trata de un bosque que denota un alto grado de fragmentación. La evaluación señala que los impactos sobre la biodiversidad serán mayores en estos tramos al compararlos con los impactos que se producirán en el segmento 2, si el proyecto se ejecuta sin la aplicación de medidas y acciones ambientales, cuales?? valoración donde influye el grado de importancia que tienen los componentes flora y fauna del ecosistema.

Los resultados de la evaluación demuestran que la biodiversidad es un factor ambiental que adquirirá una calidad ecológica clasificada como negativa de magnitud severa en el caso que el proyecto no incluya el desarrollo paralelo del Programa de Gestión Ambiental concebido en el EIA.

Aspectos socioeconómicos: Las oportunidades de empleo que generará la construcción del proyecto “Refuerzos para la conexión del proyecto hidroeléctrico Tumarín-Etapa I”, lo mismo que la oferta de energía que se pondrá a disposición de la sociedad nicaragüense provocarán un efecto positivo sobre el aspecto económico-social de las localidades donde se ejecutará el proyecto, pero también trascenderá a todo el territorio nacional con muchas probabilidades de extenderse a países vecinos.

Este tipo de proyectos se caracteriza por generar oportunidades de trabajo a fuerza laboral local, lo que traerá oportunidades de ocupación y de ingresos a una cantidad de cabezas de familia que viven a lo largo del trazado del proyecto, esto generará una reacción en cadena en la economía local, porque, por un lado las personas que encuentren empleo en las diferentes actividades del proyecto tendrán capacidad de adquisición y demandarán servicios que podrán ser cubiertas por comerciantes locales.

El desarrollo del proyecto, sin la aplicación de medidas y acciones ambientales tendrá una repercusión positiva para el componente económico social del área aunque se trata de un impacto de magnitud moderada, que tendrá carácter temporal y será reversible a corto o mediano plazo. A escala macro esta repercusión positiva tendrá un efecto de largo plazo, porque se trata de una cantidad de energía que podrá ser llevada a diferentes zonas de la geografía nacional donde podrá ser utilizada por fábricas y empresas productivas o de servicios de cualquier tipo.

En los últimos años se ha investigado sobre los posibles efectos de los campos electromagnéticos, en particular sobre los campos magnéticos y su relación con el cáncer. Estas investigaciones han sido del tipo epidemiológico o del tipo biológico, sin embargo, no se ha determinado que exista un efecto sobre este tipo de padecimientos en los seres humanos. No obstante, esta condición puede provocar preocupación en las personas que viven en las proximidades del área a ocupar por el proyecto, si no se aplican medidas ambientales ejecutadas de forma paralela al desarrollo del proyecto, tales como las distancias mínimas entre conductores, así como las distancias mínimas al suelo y a las áreas pobladas.

Existe un efecto positivo al ejecutar el proyecto el cual se orienta a mejorar el sistema de transmisión de energía eléctrica actual y poder llevar esta en forma permanente, confiable y económica.

La evaluación realizada por los consultores contratados para elaborar el EIA demuestra que el componente económico-social del ecosistema experimentará un efecto positivo de magnitud moderada, si el proyecto se ejecuta sin la aplicación simultánea de las medidas ambientales consignadas en el EIA. La valoración considera que los efectos positivos serán de mayor magnitud que los efectos negativos que puede generar la construcción y operación de la línea de transmisión.

8.4.7. Balance de impactos ambientales con proyecto y medidas de mitigación

En términos generales, la primera medida a aplicar para minimizar los impactos ambientales, se relaciona con diseñar y planificar la ejecución del proyecto tomando en cuenta la variable ambiental.

De esta manera, para cada componente del proyecto siempre se buscará la alternativa que evite o asegure que los impactos negativos sobre los diferentes factores que componen el ambiente sean minimizados al máximo posible.

Impactos a la atmósfera: En los tres segmentos que componen el Tramo Subestación San Benito-Subestación Mulukukú del proyecto, se realizará un diseño y planificación previa de cada componente, donde se tomará en cuenta la variable ambiental logrando de esta manera evitar o mitigar la mayoría de los impactos ambientales.

La planificación incluye la selección de los sitios destinados para el emplazamiento de los elementos de apoyo de la línea de transmisión, los cuales serán delimitados previo a la ejecución para reducir las áreas a intervenir, reduciendo de la misma forma el tiempo de exposición a ruidos y emisiones de material particulado en suspensión. Es necesario destacar que el emplazamiento de estructuras de apoyo provocará focos de contaminación puntuales a lo largo del trazado de la línea de transmisión, como en las Subestaciones; de la misma manera se exigirá a la empresa contratista el humedecimiento del suelo con la aplicación de riego periódicamente en los sitios desprovistos de la cobertura vegetal, en los accesos como también, en los montículos de suelo residual, previendo el desalojo de éstos periódicamente.

Otra medida destinada a asegurar la menor afectación posible al factor ambiental atmósfera durante la construcción de la Línea de Transmisión se relaciona con la selección del equipamiento que será utilizado, el cual se seleccionará tomando como criterio que sea de las menores dimensiones existente en el mercado, pero sin afectar el grado de eficiencia que se necesita de ese equipamiento. Un equipo más pequeño emite menos ruido y como su motor es de menores dimensiones, consume menos combustible y por tanto emite menos gases. Igualmente se exigirá a las empresas constructoras el uso de equipos, maquinaria y medios de transporte en buen estado mecánico lo que reducirá considerablemente las emisiones de gases y ruido.

Otro efecto que se produce con un equipo más pequeño es que las áreas por donde necesita transitar se reducen, minimizando al mismo tiempo la superficie de terreno afectado, los

movimientos de tierra y por ende la posibilidad de suspensión de material particulado que pueda afectar la calidad del aire. Si bien es cierto, los impactos señalados anteriormente son de carácter temporal, ya que finalizan cuando concluyen las actividades constructivas, al seleccionar cuidadosamente el equipamiento que trabajará en las diferentes actividades, se logra reducir el impacto y esto se considera una primera medida ambiental.

Durante la operación y mantenimiento de la línea de transmisión hay un efecto negativo sobre la atmósfera que es el campo electromagnético que se genera, sin embargo, la altura de cables y las distancias a que estarán ubicados esos cables cables del suelo, los retiros establecidos de la línea de transmisión con respecto a viviendas, el mantenimiento del área de servidumbre, evitarán que este fenómeno pueda afectar a algún ser viviente ya sea persona o especies de fauna.

La evaluación realizada, señala que las alteraciones que provocará la ejecución del proyecto, aplicando las medidas ambientales que fueron formulados en el Estudio de Impacto Ambiental, generarán un efecto sobre la atmósfera que le transfiere una calidad ecológica clasificada como negativa en grado de magnitud moderada, de carácter temporal y reversibles a corto plazo. También la metodología señala que estos efectos serán de menor magnitud en el Tramo 2, correspondiente al segmento que une la Subestación San Benito con la Subestación Boaco.

Impactos al suelo: El factor ambiental suelo es el más proclive a recibir efectos negativos de mayor magnitud como consecuencia de la ejecución del proyecto, aunque la magnitud de dichos efectos se reducen considerablemente al compararla con los impactos que ese factor ambiental puede recibir cuando no se aplica el Programa de Gestión Ambiental de forma paralela al desarrollo del proyecto.

La gestión ambiental, vista como un componente que debe manifestarse desde las primeras etapas del proyecto permite que al diseñar y planificar cada uno de sus componentes, se seleccionen los sitios donde se emplazará cada uno de esos componentes, principalmente la ubicación de las fundaciones para las estructuras de apoyo que definen el trazado de la línea. Al seleccionar cuidadosamente cada uno de los sitios a intervenir se reducen las áreas a afectar y por tanto los movimientos de tierra.

En el tramo 2 se nota una diferencia notable en cuanto a la magnitud de los impactos que se pueden presentar sobre el suelo, y en ese sentido esos resultados son razonables si se toma en cuenta que se trata de una zona donde las pendientes son suaves y una buena parte del trazado de la línea se ubica muy próxima a la carretera.

La evaluación realizada, señala que hay poca diferencia en cuanto a la calidad ecológica de los tres tramos que se localizan de forma continua desde la Subestación San Benito a la Subestación Mulukukú, dándole a esa calidad ecológica una clasificación de negativa con una magnitud moderada.

Impactos al agua: Cuando se considera que el proyecto se ejecutará con el desarrollo paralelo del Programa de Gestión Ambiental que forma parte del EIA, donde se considera prohibir el uso de las fuentes de agua para lavado de vehículos, así como proporcionar servicios sanitarios portátiles a los trabajadores, el plan de manejo de residuos peligrosos y no peligrosos, intervenir las áreas estrictamente necesarias definiendo físicamente sobre el terreno los espacios para

emplazar los cimientos de las estructuras de apoyo así como los accesos, en esa situación los efectos que se pueden generar sobre el factor ambiental agua se transforman completamente y aunque se espera que la calidad ecológica del recurso se vea disminuida, se trata de una afectación leve que puede ser absorbida por ese componente del ambiente a mediano plazo, con lo cual se convierte en un impacto temporal y completamente reversible.

Las fuentes de agua superficiales están presentes en los tres tramos en que se ha dividido la parte de la línea de transmisión que unirá la Subestación de San Benito con la Subestación de Mulukukú.

Tramo 2

El embalse de Las Canoas, formado con el represamiento del río Fonseca, es la fuente de agua más importante localizada en el Tramo 2, sin embargo, la línea de transmisión no representa un foco de afectaciones a esa fuente de agua, ya que en todo caso, el uso que se podrá dar a esa fuente de agua es para producir concreto hidráulico durante la construcción y en la fase de operación, la posibilidad de uso o afectaciones prácticamente se reduce a un impacto nulo.

Otro uso que podrá tener el agua es para el desarrollo de actividades relacionadas con la gestión ambiental, ya sea para control de emisiones de polvo y material particulado o para riego de especies de flora que se siembren para mitigación ambiental. Los volúmenes que se requieren son mínimos si se comparan con el caudal que cada una de las fuentes de agua conducen, por lo que los volúmenes utilizados no afectarán la fuente de agua.

Tramo 3

Este tramo se encuentra en la cuenca hidrográfica del Río Grande de Matagalpa y desde esa área drenan los ríos conocidos como Las Cañas, Olama, Compasagua, Bul Bul y Paiwas. De acuerdo a la evaluación realizada, la calidad ecológica del factor ambiental agua en el caso que el proyecto se ejecute con la aplicación de las medidas ambientales adquirirá un valor clasificado como negativo de ligera magnitud lo que es congruente con el uso que se puede dar a este importante componente durante la construcción y operación del proyecto “Refuerzos para conexión del proyecto hidroeléctrico Tumarín-Etapa 1”.

Estas fuentes de agua poseen un caudal que permite tomar los volúmenes que requiere la ejecución del proyecto en la etapa de construcción, que equivale a unos 12 metros cúbicos por cada elemento de apoyo que servirá a la línea de transmisión.

Tramo 4

El principal drenaje en el área se relaciona al río Grande de Matagalpa al cual drenan una gran cantidad de cursos de aguas superficiales, siendo los principales los ríos Tuma y Wilike, todos con carácter permanente. La red de drenaje es de tipo dendrítica y presenta un fuerte control estructural.

Ambos ríos poseen gran caudal, de tal manera que la cantidad de agua que puede ser utilizada para la construcción del proyecto representa una afectación que puede ser absorbida fácilmente

por esas fuentes de agua. Esto debido a que los volúmenes de líquido que se pueden utilizar son infinitamente inferiores al caudal que transportan esas corrientes.

La evaluación realizada como parte del Estudio de Impacto Ambiental haciendo uso de la metodología Matriz de Importancia de CONESA demuestra que el factor ambiental agua adquirirá una calidad ecológica clasificada como positiva de magnitud moderada en el tramo 2. En tanto que en el tramo 3, la calidad ecológica siempre es positiva pero irrelevante, mientras que en el tramo 4 la calidad ecológica se estima que será negativa de magnitud irrelevante o tolerable por las fuentes existentes, en el caso que el proyecto se ejecute con la aplicación paralela del programa de gestión ambiental concebido en el EIA.

Impactos al paisaje: El paisaje representa un factor ambiental que, según la línea base, presenta un nivel de degradación progresivo, sin embargo, la ejecución del proyecto con el desarrollo simultáneo del programa de gestión ambiental mitigará ese deterioro a lo largo de esa franja que representa el derecho de vía de la línea de transmisión.

Reducir el impacto sobre el paisaje no significa una medida que represente grandes costos adicionales para el proyecto, y se logra seleccionando con criterio ambiental el sitio de ubicación de las estructuras de apoyo de la línea de transmisión, para la cual se escogen aquellos espacios donde se localicen los árboles de mayor desarrollo del lado desde son visibles cuando se transita por las carreteras principales. Estas formaciones vegetales de mayor tamaño lo mismo que las laderas de las elevaciones que están en dirección opuesta a las vías de comunicación se convierten en barreras visuales que reducen la cuenca visual de las personas que transitan por esas carreteras.

El grado de degradación y tipo de ecosistemas existentes en el tramo 2 hacen que sea más difícil enmascarar los elementos del proyecto que podrán afectar el paisaje, sobresaliendo estos elementos en el medio, lo que se debe a que las especies de flora que predominan son debajo porte.

La subjetividad, que es una característica intrínseca al factor ambiental paisaje, cuya valoración siempre se supedita a las preferencias de cada observador, permitirá a mediano y largo plazo que los diferentes elementos del proyecto se incorporen paulatinamente al entorno natural.

En esta percepción también influye el hecho que las líneas que transmiten energía constituyen un componente que ya forma parte del medio (Tramo San Benito – Las Maderas, Tramo San Benito – Subestación Boaco, Tramo Mulukukú – Río Blanco etc.), en algunos casos la línea a introducir va paralela a líneas existentes y en otros casos la línea discurre por terrenos privados alejados de la vista del espectador, así mismo, con la aplicación de buenas prácticas ambientales en las etapas del proyecto como reparar los daños a las propiedades, la limpieza y nivelación de los terrenos intervenidos donde se construyeron las estructuras, el manejo de los residuos, la protección del suelo para evitar cualquier efecto de erosión reduce considerablemente cualquier impacto negativo a la estética del sitio, lo que hace que el espectador se influya significativamente por los efectos positivos que esperan de la línea de transmisión al aumentar la oferta de energía eléctrica que conlleva desarrollo económico de la zona, percibiendo este nuevo elemento en el ambiente como una obra más de desarrollo de las que existen en el medio, y no como un efecto negativo a la estética y paisaje, tal como se indicó anteriormente la valoración del paisaje en un

buen porcentaje es subjetivo y la valoración desde un punto de vista ambiental dependerá de que tan internalizado tenga el concepto de conservación y sensibilización ambiental el observador.

De manera general siempre se seleccionan sitios altos para la instalación de las estructuras de apoyo, lo que permite minimizar cualquier afectación a las formaciones vegetales que se localizan en las partes bajas del terreno.

La evaluación realizada como parte del Estudio de Impacto Ambiental señala que el paisaje es un componente del ambiente que adquirirá una calidad ecológica clasificada como negativa de magnitud moderada, si el proyecto se ejecuta con la aplicación simultánea de las medidas ambientales detalladas en el EIA.

Impacto a la biodiversidad: La ejecución del proyecto con la aplicación simultánea de las medidas y acciones ambientales permitirá una leve mejoría en las condiciones existentes en el factor biodiversidad, según los resultados de la evaluación realizada como parte del Estudio de Impacto Ambiental.

Si se compara la situación que puede generar la ejecución del proyecto considerando el desarrollo paralelo de las medidas y acciones ambientales con las condiciones de línea base, se puede esperar esa mejoría sobre los factores flora y fauna en los tramos 2 y 4, mientras que en el tramo 3 prácticamente se espera que la situación se mantenga muy parecida, aunque mucho mejor si el proyecto se desarrolla con la aplicación de esas medidas ambientales, donde se menciona el apoyo de Alcaldías e INAFOR como institución técnica especializada para impulsar labores que compensen la vegetación afectada por efectos del proyecto.

Estos resultados se pueden esperar que sean acordes con la realidad debido a que el tramo 2 es el que presenta las peores condiciones para la biodiversidad en la situación de línea base y cualquier acción que se desarrolle en la dirección de mejorar la biodiversidad tendrá una repercusión positiva en la flora y por ende en la fauna de la zona. Si bien es cierto, el tramo 2 se localiza en una zona de bosque tropical seco, siempre hay un proceso de restauración natural de áreas degradadas, efecto que puede mejorarse si se tiene la asistencia de personal especializado en este tipo de procesos.

En el tramo 4, que también presenta un deterioro considerable de la cobertura vegetal y de la fauna, toda medida ambiental que se ejecute para tratar de mejorar la situación de la biodiversidad podrá desarrollarse con buen suceso debido a las condiciones meteorológicas que existen en esa zona propia de bosque tropical húmedo. Está comprobado que el desarrollo de un árbol es más rápido y tiene una mayor posibilidad de sobrevivir en la zona media-Este y en la región Atlántica del país, donde el porcentaje de sobrevivencia de una plantación sembrada en esa zona alcanza hasta un 80% con atenciones mínimas, logrando convertirse en un bosque secundario joven en un tiempo aproximado a los 5 años. En tanto que en la región del Pacífico una plantación tiene un porcentaje de sobrevivencia próximo al 50% aplicando labores culturales de forma sistemática.

En el tramo 3 la situación es diferente, ya que el relieve abrupto facilita una mejor condición de la biodiversidad en la línea base, generando impactos de mayor magnitud dada la importancia que aún poseen la flora y la fauna de la zona considerada como propia un bosque premontano deciduo.

La evaluación realizada como parte del EIA señala que la biodiversidad a lo largo del tramo de Línea de Transmisión que unirá las Subestaciones Mulukukú con la subestación San Benito, adquirirá una calidad ecológica clasificada como negativa de magnitud moderada en el caso que el proyecto se ejecute con la aplicación simultánea de las medidas y acciones ambientales concebidas en el EIA.

Aspectos socioeconómicos: Los aspectos económico-sociales constituyen el factor ambiental que puede experimentar un efecto positivo de mayor magnitud si el proyecto se ejecuta con el desarrollo paralelo del programa de gestión ambiental concebido en el Estudio de Impacto Ambiental.

Además de las oportunidades de trabajo que generará el desarrollo de las actividades del proyecto, la ejecución de las acciones y medidas ambientales demandarán otra cantidad de mano de obra que será ofertada y ocupada por pobladores de la zona donde se ejecuten dichas actividades.

Las oportunidades de empleo en la gestión ambiental del proyecto también traerá la posibilidad de recibir capacitación que tendrá ese personal, con lo cual adquirirán conocimientos y desarrollarán habilidades que podrán aplicar en su entorno familiar después que el proyecto haya finalizado. Estas habilidades se relacionan con la recolección segregada de los residuos y desechos sólidos y el potencial de reciclaje de esos residuos, lo que implica el conocimiento del valor económico que todavía poseen muchos residuos, lo que los convierte en una especie de subproducto que además de controlar focos de contaminación ambiental permite obtener algunos ingresos. Otros conocimientos y habilidades que desarrollarán los trabajadores que participen en la gestión ambiental es el uso de técnicas para control de procesos erosivos y de conservación de suelos que podrán utilizar en sus propias parcelas o para la economía de patio.

El respeto que tendrán los ejecutores del proyecto cuando necesiten trabajar en tierras de propiedad privada, que los llevará a solicitar el permiso de los dueños, llevará tranquilidad e ingresos adicionales en cada zona por el pago de la servidumbre de paso mejorando la relación con la población local.

La ejecución del proyecto con el desarrollo paralelo del Programa de Gestión Ambiental concebido en el EIA llevará a los aspectos económico-sociales a alcanzar una calidad ecológica definida como positiva de magnitud severa.

IX LÍMITES DEL ÁREA DE INFLUENCIA

9.1 Área de Influencia del proyecto

El área de influencia de un proyecto corresponde a la porción del territorio en donde se llevará a cabo la construcción, operación y cierre del proyecto y el área alrededor del cual podría haber algún tipo de impacto.

El área de influencia de un proyecto es variable puesto que depende de la distribución espacial (amplitud geográfica) de los impactos que pueden generarse, y las medidas de mitigación que se implementen. De esta manera, es posible distinguir un área de influencia para cada elemento o componente ambiental, social o cultural, puesto que cada uno se verá influenciado de diferente forma y con un diferente alcance por las obras y/o actividades del proyecto.

La determinación del área de influencia directa e indirecta del Proyecto consideró:

- Áreas de emplazamiento de las diferentes instalaciones que componen el Proyecto,
- Áreas donde las actividades del Proyecto podrían tener algún impacto, y
- La totalidad de los componentes ambientales, sociales y culturales que podrían ser impactados por las actividades de construcción, operación y cierre del Proyecto.

Se delimitó el Área de Influencia del Proyecto en base a criterios geográficos, ecológicos, políticos, socioeconómicos y culturales; así como, por el alcance y magnitud de los impactos ambientales derivados de las obras a ejecutarse por la ejecución del Proyecto.

Dentro del área de influencia se distingue un área de influencia directa y un área de influencia indirecta, de acuerdo a las siguientes definiciones (Ver anexo 8 mapas de Zonificación ambiental):

- **Área de Influencia Directa (AID):** Corresponde a aquella área cuyos componentes ambientales, sociales o culturales son impactados directamente por las instalaciones y/o actividades del Proyecto. En general, el área de influencia directa se define con la superposición de las instalaciones del Proyecto sobre el ámbito geográfico definido para llevarlo a cabo, así como por el área donde se manifestarían los efectos directos de su construcción y/u operación.

Para el presente Proyecto de la Línea de Transmisión, el Área de Influencia Directa (AID) del Proyecto comprende el área de emplazamiento de cada una de las estructuras de apoyo y subestaciones eléctricas; las áreas auxiliares utilizadas durante la etapa de construcción de la línea de transmisión; vías de acceso y el área de la Faja de Servidumbre a implantar a lo largo de la línea de transmisión, con un ancho total de 30m.

El área de influencia directa total del proyecto corresponde a la franja de servidumbre que equivale a aproximadamente 702 hectáreas.

En relación con el área de las subestaciones el área de influencia directa comprende el área total de la misma y la indirecta 100 m alrededor de las instalaciones.

- **Área de Influencia Indirecta (AII):** Se define el AII como el espacio físico en el que un componente ambiental ubicado dentro del Área de Influencia Directa del Proyecto afectado directamente perturba a su vez a otro u otros componentes ambientales, fuera de las mismas no relacionadas con el Proyecto, aunque sea con una intensidad mínima.

El Área de Influencia Indirecta del Proyecto es el espacio físico que corresponde a una faja de aproximadamente 500m de ancho a cada lado del eje de la línea, para el componente ambiental, en el que presenta una forma irregular y sus límites siguen las sinuosidades del relieve. Los criterios considerados para la delimitación fueron la red vial vinculada a la Línea de Trasmisión con las vías de acceso a las instalaciones y obras del Proyecto, la composición y ordenamiento geopolítico (límites municipales) y la conformación hidrográfica del área (ríos y quebradas).

El área de influencia indirecta total del proyecto corresponde a la franja de servidumbre que equivale a aproximadamente a 11650 hectáreas.

X. ANÁLISIS DE RIESGO

Se considera el término “Riesgo Ambiental” dentro de este informe para referirse a la posibilidad de un evento o situación adversa que ocurre como consecuencia directa o indirecta de las actividades relacionadas con el Proyecto. Dichas situaciones generalmente refieren a situaciones o condiciones anómalas que puedan resultar en impactos al ambiente o a la seguridad humana como consecuencia de acciones no planificadas o circunstancias inesperadas. Dichas situaciones muchas veces tienen su origen en la falla de equipos, accidentes, inexperiencia a las prácticas operativas normales de parte del personal del proyecto, o pueden ser provocadas por fenómenos naturales (deslizamiento, inundaciones sismo, etc.).

Los Riesgos Ambientales se refieren específicamente a la posibilidad de ocurrencia de situaciones o eventos que puedan causar un impacto al medio ambiente o daños a la infraestructura pública o privada (externa a las instalaciones del proyecto). Debido a las implicaciones de seguridad de los riesgos ambientales, en este concepto, también se incorporan los riesgos de seguridad, que corresponden a la posibilidad de ocurrencia de situaciones o eventos que puedan causar efectos adversos en la salud o seguridad pública o del trabajador.

A continuación se detalla la metodología para determinar los riesgos generales para el Proyecto **Proyecto "Refuerzos Para la Conexión del Proyecto Hidroeléctrico Tumarín - I Etapa"**

10.1. Metodología para Determinar los Riesgos Ambientales

El riesgo se evalúa considerando su severidad y su probabilidad de ocurrencia, con los siguientes criterios:

Tabla 10.1. Criterios de Evaluación

VALOR	GRADO	SEVERIDAD
1	Baja	El accidente / evento no irá a causar un daño significativo al Ambiente y no producirá daños funcionales o lesiones a los trabajadores.
2	Moderada	El accidente / evento dañará al Ambiente en las áreas de influencia del estudio, daños mayores o lesiones al personal, pudiendo ser controlada adecuadamente.
3	Critica	El accidente / evento dañará el Ambiente a nivel regional y/o causará lesiones al personal, daños sustanciales o resultará en un riesgo inaceptable, necesitando acciones correctivas inmediatas.
4	Catastrófica	El accidente / evento producirá daños irreversibles al Ambiente a nivel nacional, resultando en pérdida total, lesiones o muerte.

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, última revisión enero 2012.

La probabilidad de ocurrencia del riesgo se evaluará de acuerdo a los siguientes criterios:

Tabla 10.2. Probabilidad para la Evaluación

Valor	Probabilidad	Criterio
1	Mínima	Puede ocurrir en el sitio de emplazamiento del proyecto
2	Rara	Ha ocurrido en instalaciones del proyecto
3	Poca	Ha ocurrido una vez en el área de estudio
4	Creíble	Ha ocurrido varias veces en el área de estudio
5	Media	Ocurre varias veces en el proceso evaluado
6	Alta	Ocurre varias veces en el subproceso o actividades evaluadas

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, última revisión enero 2012

La evaluación del riesgo se presenta como el producto de su severidad con la probabilidad, es así que para determinar su importancia se toma a consideración lo indicado en la tabla siguiente:

Tabla 10.3. Análisis Preliminar

PROBABILIDAD	SEVERIDAD			
1	1	2	3	4
2	2	4	6	8
3	3	6	9	12
4	4	8	12	16
5	5	10	15	20
6	6	12	18	24

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, última revisión enero 2012

Donde las zonas:

Riesgo Bajo 

Riesgo Medio 

Riesgo Alto 

10.2. Identificación de Peligros

En el desarrollo de las actividades de la línea de transmisión de energía, estarán expuestos todos los trabajadores; contratistas, consultores y personas en general dentro de las áreas de intervención del proyecto, a diversos factores tanto naturales como fallos humanos, que pueden desencadenar en emergencias, estos a su vez se analizan mediante diversas variables que determinan a cuál de las emergencias se estará más expuesto, siendo éste el punto de partida para el planteamiento de diversos procedimientos de actuación a eventos a los cuales ha de llegar este análisis.

Esta etapa sirve para determinar todos los factores potenciales causantes de lesiones a las personas, y daños al ambiente, procesos y equipos. Se ha podido determinar mediante visitas in situ a los puntos donde se harán los trabajos de cimentación de torres e izado de las mismas y estudios técnicos especializados para la realización de dichos trabajos una serie de peligros, entre ellos:

- Materiales combustibles inflamables (Hidrocarburos).
- Material suelto de laderas.
- Fuego forestal o pastizales
- Contacto sustancias peligrosas (aceite dieléctrico)
- La ocurrencia de voltaje de paso y/o de toques peligrosos tanto para transeúntes en el exterior de las subestaciones como para operarios dentro de ellas
- Accidentes laborales

Los peligros a evaluarse para determinar sus riesgos, serán los generados por el **proyecto al ambiente y del ambiente al proyecto**, para de esta forma garantizar que se diseñen las medidas necesarias para minimizarlos.

Adicionalmente se considerará los riesgos del ambiente a la actividad:

- Riesgo Sísmico
- Riesgo por Inestabilidad de Laderas
- Riesgo por Inundación
- Riesgo por Huracanes
- Riesgo por mordedura y/o Picaduras de Animales e Insectos
- Riesgo por colisión de aves
- Riesgo por Descarga eléctrica atmosférica

Dado esto se considera los riesgos de la actividad al ambiente:

- Riesgo de Accidentes
- Riesgo por Falla de Equipos o Infraestructura
- Riesgo por Derrames de Aceites y Combustibles
- Riesgo ante actos mal intencionados de terceros
- Riesgo de Incendio forestales o de pastizales

10.3. Evaluación del Riesgo Ambiental

10.3.1. Amenaza Sísmica

Nicaragua es un país con alto riesgo sísmico destacándose la región del Pacífico como la zona de mayor actividad tectónica en el país. De acuerdo con información y datos generados por el Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER) diariamente se producen una cantidad de sismos calculados en varias decenas.

El análisis de riesgo sísmico se realizó en función de los resultados obtenidos en la evaluación de la peligrosidad sísmica, en particular los resultados de las aceleraciones fueron adaptadas de la mejor forma posible de acuerdo a la matriz de riesgo.

En el Mapa de Amenaza Sísmica de Nicaragua (Anexo 7, Mapas de Análisis de Riesgos) se muestran las aceleraciones sísmicas calculadas para un período de retorno de 100 años, considerando tres fuentes sismo generadoras:

- Zona de Subducción
- Cadena Volcánica Nicaragüense
- Fallas Geológicas Locales

De acuerdo al mapa mencionado, el área del proyecto se encuentra bajo la afectación de aceleraciones con valores que varían de acuerdo a la zona sísmica (ver Tabla 10.4).

En lo que corresponde al parámetro probabilidad se debe aclarar que los resultados obtenidos y presentados corresponden a un análisis determinístico del peligro sísmico, por lo que no se dispone de datos de probabilidad de ocurrencia de las aceleraciones calculadas en la zona.

Si se toma en cuenta la información antes mencionada se considera que la probabilidad de un sismo en la zona del proyecto se desarrollara en un periodo de entre 10 a 100 años, por lo que la calificación del riesgo se le ha calificado con un valor de 3 en la matriz mencionada.

En lo relativo con el parámetro consecuencia se ha considerado los resultados de aceleración máximas probables obtenidas en el país, por lo que la calificación de las consecuencias se considera entre 2 y 3 que de acuerdo a la metodología utilizada se clasifican como consecuencias moderadas a críticas.

Por lo expuesto anteriormente, se debe indicar que estos resultados son necesariamente de un carácter muy preliminar y no pretende predecir cuándo ocurrirá uno de estos eventos o la cantidad de infraestructura o persona que serán potencialmente afectados, dado lo complejo que es predecir dichos fenómenos.

La ocurrencia de movimientos sísmicos importantes es un evento cierto en el sitio donde se desarrollará el proyecto, por lo que el diseño de las instalaciones responderá a las exigencias que establece el Reglamento Nacional de la Construcción, considerando la aceleración sísmica de 3 - 4 m/s².

Los sismos, pueden originar efectos secundarios inducidos. Entre estos efectos se citan, maremotos, inundaciones, deslizamientos, licuefacción de suelos y erupciones volcánicas. Para la

zona donde se emplaza este proyecto por las características geológicas y fisiográficas del terreno, los efectos más factibles de producirse, pueden relacionarse a la aceleración del terreno, rompimiento del mismo y fenómenos de inestabilidad.

De acuerdo al registro sísmico realizado por la Red Sismológica operada por INETER y al Catálogo Sísmico de esta institución en la zona del proyecto se identificaron un total de siete (7) sismos, cuyos parámetros de ocurrencia principales son descritos en la Tabla 10.4.

El análisis de riesgo para el riesgo sísmico señala Probabilidad Poca (3) y Severidad Crítica (3), con valor de 9, para un Riesgo Medio. Ver en Anexo 7, el Mapa de Amenaza Sísmica que resume los diferentes componentes evaluados dentro de este tema.

Tabla 10.4. Registro de sismos ocurridos dentro del área de influencia del Proyecto

FECHA	HORA	LATITUD	LONGITUD	PROFUNDIDAD (Km)	MAGNITUD RICHTER (MODIFICADO)	COORDENADAS		OBSERVACIONES	ZONA SÍSMICA	ACELERACIÓN SÍSMICA
						ESTE	NORTE			
04-feb-76	08:48	12.303	-86.008	220.4	3	607873	1360264	Entre PI's 40 - 41; LT S. BENITO - MULUKUKU	ALTA	3 - 4 m/s ²
12-feb-76	14:50	12.740	-85.508	259.4	3.8	611824	1361003	Entre PI's 26 - 27; LT S. BENITO - MULUKUKU	MEDIA	2 - 3 m/s ²
30-ago-76	07:25	12.539	-85.617	13.1	2.4	650282	1386558	Entre PI's 28 - 29; LT S. BENITO - MULUKUKU	MEDIA	2 - 3 m/s ²
26-mar-78	02:49	13.077	-85.056	5	2.9	710800	1446486	Entre PI's 6 - 7; LT S. BENITO - MULUKUKU	BAJA	1 - 2 m/s ²
05-abr-93	09:13	12.303	-86.048	0	2.1	603481	1360276	Entre PI's 11 - 12; LT S. BENITO - TERRABONA	ALTA	3 - 4 m/s ²
25-jun-96	22:18	12.308	-85.993	5.9	0	609517	1360783	A 2.3 Km de PI 48; L/T S BENITO - MULUKUKU	ALTA	3 - 4 m/s ²
20-nov-00	18:26	12.267	-86.034	5.1	2.9	605095	1356285	A 1.0 Km de PI 49; L/T S BENITO - MULUKUKU	ALTA	3 - 4 m/s ²

Fuente: Catálogo Sísmico, INETER 2004.

10.3.2. Riesgo por Inestabilidad de Laderas

Los fenómenos de inestabilidad de laderas incluyen un número variado de tipos, entre ellos: deslizamientos profundos, flujos de detritos, caídas de bloques y deslizamientos superficiales.

En general estos fenómenos presentan ciertos factores condicionantes como son pendientes, tipo de roca y suelo, presencia de agua. Sin embargo, estos fenómenos no se producen sino hasta que ocurre un hecho que lo desencadene. Estos factores suelen ser fuertes precipitaciones, sismos (naturales o inducidos por explosiones debido a actividades humanas), entre otras.

El área de estudio se localiza dentro de un relieve con pendientes moderadas a abruptas y rocas antiguas que conllevan a un alto grado de meteorización que sumada a la alteración metamórfica e hidrotermal, proporcionan condiciones favorables para la presencia de este tipo de fenómenos. Sin embargo, el régimen de lluvias es pobre y la actividad sísmica es también limitada. Estas condiciones como factores desencadenantes han permitido que en el terreno no se manifiesten fenómenos de inestabilidad de una manera más crítica.

En el Tramo 1 la valoración de los factores condicionantes indica que el área presenta susceptibilidad a fenómenos de inestabilidad caracterizadas como de Riesgo Alto a Medio limitados entre los PI 27 – 28 y 40 – 43. Esto significa que de presentarse factores detonantes tales como lluvias o sismos, podrían ocurrir inestabilidades. El resto del tramo presenta valoración de Riesgo Baja.

En el Tramo 2 se presenta que el área más favorable para la ocurrencia de fenómenos de inestabilidad se ubica entre los PI 29 – 38, donde comienza la Provincia Geomorfológica Tierra

Altas del Interior. El Mapa de Amenaza por Inestabilidad indica que este sector se zonifica como Riesgo Alto a Medio. Desde el PI 38 hasta la Subestación San Benito, el tramo se caracteriza como Amenaza Baja.

En el Tramo 3, con un relieve accidentado se presentan zonas con susceptibilidad Alta a Muy Alta entre los PI 17 – 24. El resto del tramo es caracterizado como Riesgo Media a Baja (en las zonas llanas).

Todo el Tramo 4 es caracterizado como Riesgo Medio a Bajo

Considerando que el proyecto incluye actividades de corte de material para instalación de torres, se deben establecer diseños que reduzcan los fenómenos de inestabilidad. Sobre todo manteniendo taludes no muy altos.

En el sitio evaluado se encontraron evidencias de fenómenos de inestabilidad de laderas, se estima que la probabilidad de ocurrencia de este tipo de Riesgo es Alto (probabilidad de una vez por año). Por otro lado se considera que el impacto de este riesgo sobre el Proyecto es Limitado. De acuerdo a la Matriz de Valoración de Riesgo se le asigna un valor de 8, caracterizado como Riesgo Medio.

Ver en Anexo 7 el Mapa de Inestabilidad para el área del proyecto evaluado.

10.3.3. Riesgo por Inundación

En los últimos años el territorio nacional se ha visto afectado por fenómenos meteorológicos que se caracterizan por la presencia de vientos con alta velocidad de desplazamiento, así como excesos de precipitaciones que han provocado fuerte destrucción en muchas zonas del país.

Es importante aclarar que para el análisis de riesgo de inundación los parámetros que fueron evaluados fueron el promedio de precipitación y fenómenos naturales como huracanes y depresiones tropicales.

De acuerdo al Mapa de Inundaciones realizado por el Proyecto de Mitigación de Geo – Riesgos en Centroamérica, en el área del Proyecto sólo se reporta un sitio afectado por fenómenos de inundación; correlacionado al PI 22 de la L/T San Benito – Terrabona.

Las áreas de interés para la realización de las actividades del proyecto se caracterizan como de montaña con pendientes inclinadas; estas no son condiciones morfológicas para el desarrollo de procesos o fenómenos de inundación.

La calificación de riesgo fue catalogada de bajo riesgo para la variable en análisis otorgándole una valoración de “3”. En base a la matriz de riesgo físico, lo que significa que la probabilidad de ocurrencia es Poca y Severidad Baja.

El anexo 7 contiene el Mapa de Amenaza por Inundación.

10.3.4. Riesgo por Huracanes o Fenómenos Ciclónicos

Se realizó el Mapa de Trayectoria de huracanes que han afectado al país considerando los registros de INETER.

En 1998 el paso del huracán Mitch afectó toda la parte norte del país sintiéndose sus efectos de forma muy drástica en la Región de Occidente, con inundaciones en las zonas costeras. La trayectoria de los huracanes es muy poco predecible. Sin embargo, en la zona donde se emplazará el proyecto hay registros que demuestren el paso de huracanes por dicho sitio, por lo que este riesgo se considera de una Probabilidad de ocurrencia Creíble (4) y Severidad Crítica (3).

De acuerdo a estos registros y al mapa de trayectorias, el área del Proyecto ha sido afectada al menos en cuatro (4) ocasiones por este tipo de fenómenos meteorológicos (ver Tabla 10.5).

Consecuentemente la valoración de Riesgo es Alto (12), señalando que es posible la ocurrencia de este tipo de fenómenos al menos una vez cada 100 años con consecuencias limitadas. El Anexo 7 contiene al Mapa de Amenazas Ciclónicas.

Tabla 10.5. Fenómenos ciclónicos ocurridos en el área de influencia del Proyecto.

No	Fecha	Categoría	Nombre	Velocidad del viento (kph)
3	Octubre 1906	Huracán	Sin nombre	128
5	Septiembre 1911	Huracán	Sin nombre	112
37	Septiembre 1993	Tormenta Tropical	Gert	56
40	Julio 1996	Huracán	César	128

Fuente: INETER, 2012.

De los valores mostrados en la tabla anterior se deduce que el tendido de cables y torres en la Línea de Transmisión debe tener capacidad de soportar magnitudes de velocidad de viento de al menos 128 kph.

10.3.5 Riesgo por Incendios

Este Riesgo puede ser provocado de forma natural o por mal funcionamiento de equipos (que produzcan corto circuito) o por actividades de quema (por labores agrícolas o descuido humano).

Incendios de forma natural pueden ocurrir debido a descargas eléctricas atmosféricas durante las tormentas. Un rayo podría caer sobre árboles y provocar incendios que eventualmente podría afectar la línea de transmisión.

Otra forma de provocar incendios podría originarse durante la operación o manipulación de productos inflamables; ya sea en la fase de construcción o en la operación. Así mismo, pueden ocurrir estos accidentes por corto circuitos generados por equipos en las subestaciones. Esto afectaría de manera directa a las subestaciones, ocasionando la interrupción del fluido eléctrico.

Una de las formas más comunes de ocurrir incendios se relaciona con las quemaduras incontroladas

realizadas en las labores de limpieza de maleza durante la preparación de áreas de cultivo y/o de potreros. Esto podría afectar las líneas de transmisión y, eventualmente, a las personas.

La Probabilidad de Ocurrencia es Creible (puede ocurrir varias veces en el área del proyecto y se corresponde a un valor de 4), La Valoración de las consecuencias de las afectaciones se considera Moderada ya que el efecto dañaría las áreas de influencia y/o causaría daños o lesiones al personal pero que puede ser controlado adecuadamente y se asigna un valor de 2. La valoración del Riesgo es Medio (valor de 8). Observación no solo puede verse afectado el personal, un incendio de buena envergadura los sistemas se disparan pueden dañarse o quemarse los equipos, que en dependencia de la cobertura de servicio del sistema puedan generarse afectaciones a la zona de incidencia del proyecto de horas a varios días sin energía dependiendo de la gravedad de las afectaciones, es interesante ver como afecta la economía.

10.3.5. Resumen de la evaluación del riesgo ambiental

Explicar la interpretación de los datos de este cuadro,

Tabla 10.6. Evaluación de Riesgos del Ambiente a la Actividad

Riesgo	Severidad	Probabilidad	Análisis	Tipo de Riesgo
RIESGOS DEL AMBIENTE A LA ACTIVIDAD				
Riesgo por Ciclones	3	4	Este riesgo se identifica a partir del Mapa de Trayectoria de Huracanes (INETER), en los que se identificaron 4 fenómenos que atraviesan el trazado del proyecto. Las consecuencias de este impacto puede considerarse como Crítico ya que afectaría a nivel nacional al interrumpirse el suministro eléctrico, en caso que se produzca caída de torres y cables.	RIESGO ALTO
Riesgo Sísmico	3	3	Este riesgo se presenta cuando, por efecto de la ocurrencia de un sismo o terremoto, se afectan infraestructuras, poniendo en riesgo a los trabajadores del sitio afectado. La zona se considera de sismicidad Baja, pero aun así, la ocurrencia de un sismo, al no considerarse para el desarrollo del proyecto, puede tener algunas consecuencias. Las consecuencias de un sismo de mediana magnitud pudiera colapsar las torres y cables, desconexión de circuitos principales y secundarios, interrupciones en el trabajo de la subestación, etc., con serias repercusiones para la región. Por tanto, Severidad Crítica	RIESGO MEDIO
Riesgo por Inestabilidad de Laderas	4	2	Este riesgo se identifica en sitios donde el terreno es escarpado y donde existen materiales inestables como suelos residuales y rocas muy alteradas, que pueden poner en riesgo a la infraestructura de la línea y la población. En dicho sentido se identificaron varios sitios con susceptibilidad a inestabilidad, principalmente en los Tramos 1 y 2.	RIESGO MEDIO
Riesgo por Inundación	2	3	Este riesgo se identifica en sitios donde el terreno es atravesado por cauces de escorrentía superficial intermitente o por ríos permanentes y la ubicación de torres es afectada por una inundación potencial. En dicho sentido se identificaron al menos dos sitios de ocurrencia de inundación; ambos dentro del Tramo 1.	RIESGO MEDIO

EIA REFUERZOS PARA LA CONEXIÓN DEL PROYECTO HIDROELECTRICO TUMARIN –
I ETAPA

Riesgo	Severidad	Probabilidad	Análisis	Tipo de Riesgo
Riesgo de Incendio	4	2	Se entiende como incendio toda reacción química mediante la cual una sustancia arde de forma fortuita o provocada con desprendimiento de luz y calor en grandes proporciones, que dificulta y en ocasiones imposibilita su control. La ocurrencia de incendios, ya sea por inflamación de combustibles, accidentes operativos de maquinaria pesada y unidades de transporte, accidentes por corto circuito eléctrico, explosión de equipos y quema no controlada de vegetación arbustiva en zonas aledañas o en el área de servidumbre, Las principales consecuencias están ligadas con lesiones o muerte del personal. Así como daños a los equipos, la infraestructura y el medio físico natural.	RIESGO MEDIO
Riesgo por colisión de aves	2	4	La electrocución de aves en líneas de transmisión o de distribución de electricidad es un fenómeno recurrente y su naturaleza y dimensiones son apenas conocidas en Nicaragua. No se trata solamente de un problema de conservación de especies sino también de un problema asociado con los costos de operación y mantenimiento de la infraestructura eléctrica del país. Asociada a los cortes de energía por colisiones. Así como los daños provocados por la construcción de nidos y la deposición de heces fecales de las aves sobre torres y transformadores de voltaje lo que deriva en cuantiosos costos económicos para el mantenimiento de las redes eléctricas y el abasto de energía. Las aves por su parte son, en algunas regiones, víctimas directas de la operación de la red eléctrica, al estrellarse con cables o con torres eléctricas en condiciones de baja visibilidad.	RIESGO MEDIO
Riesgo por mordedura y/o Picaduras de Animales e Insectos	2	4	Los riesgos asociados a este grupo implican la mordedura de serpientes y de otros animales, así como de picaduras de insectos, incluyendo mosquitos y garrapatas, abejas africanizadas. Esta condición tiene mayor riesgo de ocurrencia en zonas de vegetación arbustiva. La principal consecuencia del riesgo se asocia con afectaciones a la salud de los trabajadores.	RIESGO MEDIO
RIESGOS DE LA ACTIVIDAD AL AMBIENTE				
Descarga eléctrica atmosférica	3	5	Las Descargas Eléctricas Atmosféricas (DEAT) constituyen el mayor de los disturbios Electromagnéticos que afecta el desempeño de los sistemas e instalaciones eléctricas en todo el mundo, siendo la principal causa de las interrupciones de transmisión eléctrica; así como de daños en redes de distribución y equipos electrónicos sensibles. Adicionalmente al perjuicio técnico y económico, los rayos pueden provocar lesiones a los seres humanos causando en ocasiones la muerte y afectaciones a los equipos.	RIESGO ALTO
Accidentes	2	3	Se pueden presentar en todas las fases y frentes de la obra. Las instalaciones están sujetas a eventos naturales que obedecen a fenómenos Naturales climáticos y eventos operacionales tales como: accidente ocupacional o error humano, así como también las emergencias causadas por derrames de aceites. Las principales consecuencias se asocian con daños a la salud humana o pérdidas de vida.	RIESGO MEDIO
Falla de Equipos	2	4	Se pueden presentar en todos los frentes de la obra, como resultado de la falta de mantenimiento de los equipos	RIESGO MEDIO

Riesgo	Severidad	Probabilidad	Análisis	Tipo de Riesgo
Infraestructura			eléctricos, fallas humanas, etc. Las principales consecuencias son la Electrocución del personal involucrado en estas tareas con posibles afectaciones a la vida humana.	
Derrames de Aceites y Combustibles	2	4	Este tipo de riesgo contempla la posibilidad de vertimiento accidental de hidrocarburos, ya sea sobre el suelo o en alguno de los cuerpos de agua. Como resultado de las fallas humanas en las actividades de trasiego de este tipo de sustancias contaminantes y la posible contaminación del suelo y ecosistemas acuáticos circundantes, en la fase de construcción	RIESGO MEDIO
Actos mal intencionados de terceros	2	3	Se pueden presentar en todos los frentes de la obra y se asocian con robos de materiales de las torres o el cableado por parte de grupos delincuenciales con serias afectaciones a la red por las eventuales fallas operativas en el sistema eléctrico o en conductores.	RIESGO MEDIO

Fuente: Multiconsult y Cía. Ltda.

10.4. Conclusiones del Análisis del Riesgo

El análisis de riesgos practicado para la construcción y emplazamiento del proyecto, demuestra que la actividad sísmica, el riesgo por inestabilidad de terrenos, el fuego forestal y la colisión de aves en el área de influencia del proyecto constituyen Riesgos naturales que unidas a la vulnerabilidad del sitio de emplazamiento del proyecto genera riesgos considerados de importancia y para enfrentar esos riesgos, ENATREL necesita contar con planes de contingencia que ayuden a minimizar los daños, principalmente al elemento humano que trabajará que laboraran en la fase de construcción y operación del proyecto. Adicionalmente se tomarán en cuenta las normas de construcción del país.

Teniendo en cuenta las especies de aves registradas para el área de influencia del proyecto y de modo preventivo, se propone la instalación de dispositivos que aumenten la visibilidad del cable guardia, como balizas o espirales de colores, en los sectores de riesgo medio, y así se prevé una disminución en la probabilidad de colisión de aves con la línea de transmisión del proyecto. En la tabla 7.10 del Estudio Biótico se indican las coordenadas de los puntos de paso de aves en los tramos correspondientes.

De acuerdo al análisis del medio biótico las principales localidades a ser consideradas por impactos de la línea de transmisión son los cruces de ríos o cercanas a áreas de descanso de aves acuáticas. En estos sitios se deben establecer señalizaciones para evitar colisiones.

Los riesgos generados por las amenazas antrópicas se clasifican como magnitud tolerable o moderada, lo cual facilita el control de cualquier evento que se pueda producir a partir de un error, impericia o negligencia humana. Sin embargo, ENATREL, exigirá a los contratistas la adopción de medidas preventivas ante riesgos de accidentes de trabajo, derrames de hidrocarburos o por el uso de equipos mecánicos, planteadas en este estudio. Entre las medidas preventivas se consideran la incorporación de los equipos de protección personal en el presupuesto de la obra, lo mismo que el mantenimiento de un botiquín que ayude a proporcionar primeros auxilios a cualquier persona que pueda ser afectada por un accidente o incidente de trabajo.

Es relevante destacar que tomando en cuenta los resultados del análisis de riesgo fundamentalmente lo concerniente a los Riesgos y vulnerabilidad del ecosistema, el proyecto en estudio demanda la necesidad de un fortalecimiento de las capacidades operativas de la administración y de sus direcciones técnicas, con miras a implementar efectivamente las medidas ambientales y el programa de gestión ambiental desarrollado en el presente EIA, que permita reducir los riesgos sobre los operarios de la línea de transmisión de energía, sus obras conexas y población circundante e infraestructura en general.

XI. IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS AMBIENTALES.

11.1. Generalidades

En el presente capítulo se abordan las medidas ambientales que constituyen una parte medular del Estudio de Impacto Ambiental, ya que definen el uso de los recursos que se destinarán para asegurar la ejecución eficiente del programa de gestión ambiental.

Las medidas ambientales tienen la finalidad de prevenir, reducir, corregir o compensar los efectos adversos del proyecto en el entorno, cualquiera sea su fase de ejecución, las mismas han sido elaboradas para la globalidad de los tramos estudiados.

Estas medidas se determinan en función del análisis de cada uno de los componentes ambientales afectados por la ejecución del proyecto, en cada una de las etapas de éste, pudiendo ser de cuatro categorías diferentes:

- Medidas que impidan o eviten completamente un efecto adverso significativo, mediante la no ejecución de una obra o acción.
- Medidas que minimizan o disminuyen el efecto adverso o significativo, mediante una adecuada limitación o reducción de la magnitud o duración de la obra o acción, o de alguna de sus partes.
- Medidas que reducen o eliminan el efecto adverso significativo mediante la implementación de acciones específicas.
- Medidas que compensan impactos ambientales que no pueden prevenirse o minimizarse.

Medidas Reparación y/o Restauración

Las medidas de reparación y/o restauración tienen por finalidad reponer uno o más de los componentes o elementos del medio ambiente a una calidad similar a la que tenían con anterioridad al daño causado o, en caso de no ser ello posible, restablecer sus propiedades básicas.

Medidas de Compensación

Las medidas de compensación tienen por finalidad producir o generar un efecto positivo alternativo y equivalente a un efecto adverso identificado.

La estrategia adoptada en el diseño de las medidas de manejo ambiental requeridas para la prevención o la mitigación de efectos ocasionados sobre los recursos ambientales para todas y cada una de las actividades consideradas en el programa de exploración y explotación minera, identificando aquellas áreas sensibles del ecosistema. La implementación de las medidas ambientales involucra además al contratista en el concepto del manejo responsable con el medio ambiente y refleja la política ambiental de ENATRELen todas sus actividades.

Las acciones contenidas en las medidas de mitigación, así como las expresadas en los planes de contingencia, riesgos, monitoreo y seguimiento serán incorporadas en la parte contractual entre el inversionista del proyecto en estudio y el personal que estará a cargo de las obras. Durante la fase

de operación se contará a tiempo completo con un Jefe de Ambiente y de Seguridad Industrial, que tendrá bajo su responsabilidad la ejecución y buen cumplimiento, de las medidas ambientales y de los planes de seguridad y contingencias.

Las medidas de prevención, protección, control, mitigación, recuperación y compensación se han estructurado en matrices acordes con las distintas actividades del proyecto a fin de brindar una rápida comprensión y facilitar su consulta e implementación en el momento requerido.

Las medidas ambientales para las actividades del proyecto que se desarrollarán se han preparado sobre la base de la Política Ambiental y los Programas de Gestión Ambiental implementados por ENATREL.

A continuación se presentan las principales medidas para el control y mitigación de los impactos ambientales que serán implementadas en el proyecto, que podrían generar algún impacto, se presentan en las tablas siguientes:

	Tabla 11.1. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL MEDIDAS AMBIENTALES "REFUERZOS PARA LA CONEXIÓN DEL PROYECTO HIDROELECTRICO TUMARÍN - I ETAPA"	
MEDIDAS EN RELACIÓN CON LA PLANIFICACIÓN Y DISEÑO		
EFECTO A CORREGIR SOBRE UN FACTOR AMBIENTAL:		
Prevenir los efectos ambientales sobre la alteración del suelo, agua, vegetación y población.		
Prevenir la alteración de las costumbres y cultura de las comunidades vecinas al proyecto		
FASE DE EJECUCION: Durante toda la Ejecución del Proyecto		
UBICACIÓN ESPACIAL: Área de emplazamiento de la Línea de Trasmisión y las Subestaciones		
COSTO DE LA MEDIDA: La aplicación de esta medida, es de carácter preventivo.		
RESPONSABLE DE LA GESTION DE LAS MEDIDAS:Gerencia de Ingeniería y Proyectos (GIP)y Unidad de Gestión Ambiental de ENATREL.		
DESCRIPCION DE LAS MEDIDAS:		IMPACTO QUE SE PRETENDE MITIGAR:
En lo relativo a la localización del proyecto se evitará en lo posible en el diseño del proyecto en los siguientes puntos:		
✧ Áreas con pendiente excesiva, propensas a erosión o de inestabilidad geológica, que limiten la ubicación de las torres.		✧ Desplazamiento de especies de fauna terrestre
✧ Áreas con infraestructura (Escuelas, iglesias, casas, bodegas y casas haciendas, cementerios, sitios arqueológicos, entre otras)		✧ Impactos sobre la infraestructura
✧ Áreas inundables		✧ Afectación de la cobertura vegetal
✧ Zonas boscosas relevantes y áreas protegidas.		✧ Afectaciones al recurso humano y su economía.
✧ Zonas prioritarias para la conservación de la fauna.		✧ Incremento en los niveles de accidentabilidad
✧ Áreas donde se localicen asentamientos humanos densamente poblados rurales, que impliquen desplazamientos significativos de familias y afectación grave de las economías de subsistencia.		✧ Impacto visual
		✧ Pérdida del valor paisajístico
		✧ Pérdida de la capa vegetal del suelo.

 ENATREL Empresa Nacional de Transmisión Eléctrica	Tabla 11.2. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL MEDIDAS AMBIENTALES "REFUERZOS PARA LA CONEXIÓN DEL PROYECTO HIDROELECTRICO TUMARÍN - I ETAPA"	
MEDIDAS EN RELACIÓN CON LA PLANIFICACIÓN Y DISEÑO		
EFFECTO A CORREGIR SOBRE UN FACTOR AMBIENTAL: Prevenir los efectos sociales y económicos sobre la población ubicada en el eje de la línea		
FASE DE EJECUCION: Durante la fase de planificación del Proyecto		
UBICACIÓN ESPACIAL: Área de emplazamiento de la Línea de Trasmisión		
COSTO DE LA MEDIDA: La aplicación de esta medida, es de carácter preventivo.		
RESPONSABLE DE LA GESTION DE LAS MEDIDAS: Unidad de Servidumbre de la Gerencia de Ingeniería y proyectos y Unidad de Gestión Ambiental de ENATREL.		
DESCRIPCION DE LAS MEDIDAS: En lo relativo con la servidumbre: : Previo al inicio de la etapa de construcción de la línea, se realiza el proceso de negociación de servidumbre a lo largo del eje de la línea. Para la negociación de la servidumbre se realiza: ✧ El levantamiento topográfico, el censo e inventario predial. ✧ El avalúo del terreno y de las mejoras ubicadas en la franja de servidumbre en cada uno de los predios cruzados por la línea, el cual se define teniendo en cuenta los costos de la tierra, el mercado inmobiliario de la zona, topografía, destinación económica, vías, construcciones, árboles maderables y cultivos. ✧ Se elaboraran las tablas de precios en relación con los precios catastrales y de mercado y probables montos de negociación y presupuestos. ✧ Por último se realiza el acuerdo de negociación entre ENATREL y cada propietario de predio. ✧ Se desarrollaran los pagos respectivos en concepto de uso de servidumbre	IMPACTO QUE SE PRETENDE MITIGAR: ✧ Afectación socioeconómica de la población	

 ENATREL Empresa Nacional de Transmisión Eléctrica	Tabla 11.3. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL MEDIDAS AMBIENTALES "REFUERZOS PARA LA CONEXIÓN DEL PROYECTO HIDROELECTRICO TUMARÍN - I ETAPA"	
MEDIDAS EN RELACIÓN CON EL MANEJO DE LOS ACCESOS		
EFFECTO A CORREGIR SOBRE UN FACTOR AMBIENTAL: Prevenir los efectos ambientales sobre la alteración del suelo, agua y vegetación Prevenir la alteración de las costumbres y cultura de las comunidades vecinas al proyecto		
FASE DE EJECUCION: Todas las Fases del Proyecto		
UBICACIÓN ESPACIAL: Sitio de trazado de la Línea de Trasmisión.		
COSTO DE LA MEDIDA: Costos incluidos en el proyecto		
RESPONSABLE DE LA GESTION DE LA MEDIDA: Contratista,Supervisión de la GIPy Unidad de Gestión Ambiental de ENATREL.		
DESCRIPCION DE LAS MEDIDAS: ✧ Donde sea necesario la habilitación de accesos hasta la franja de la Línea de Transmisión, se priorizarán aquellas huellas o senderos existentes. ✧ Se realizara mantenimiento de algunos accesos que no presten condiciones, con lo cual se mantendrá el normal desenvolvimiento de las comunicaciones y el tránsito de los habitantes comunales y sus mercancías. ✧ Las medidas a implementar cuando se requiera adecuar accesos existentes son: ✧ Identificar conjuntamente el estado actual de los accesos. ✧ Realizar y cumplir los acuerdos con propietarios de accesos privados para el uso temporal de los mismos. ✧ Realizar las adecuaciones necesarias a los accesos existentes para evitar su deterioro y la contaminación de los cuerpos de agua cruzados por los mismos. ✧ Algunas obras de adecuación y restauración serán: los drenajes, cunetas y vados. ✧ Se aplicará la política del buen vecino y el respeto por la propiedad privada.	IMPACTO QUE SE PRETENDE MITIGAR: ✧ Afectación de la cobertura vegetal y afectaciones al suelo ✧ Afectaciones al recurso humano y su economía. ✧ Impacto visual ✧ Pérdida del valor paisajístico	

	Tabla 11.4. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL MEDIDAS AMBIENTALES "REFUERZOS PARA LA CONEXIÓN DEL PROYECTO HIDROELECTRICO TUMARIN - I ETAPA"
MEDIDAS EN RELACIÓN CON LA TALA Y DESBROCE DE LA VEGETACION	
EFFECTO A CORREGIR SOBRE UN FACTOR AMBIENTAL:	
Prevenir los efectos ambientales sobre la alteración del suelo, agua y vegetación	
Prevenir la alteración de las costumbres y cultura de las comunidades vecinas al proyecto	
FASE DE EJECUCION: En la fase de preparación de los sitios de intervención del proyecto	
UBICACIÓN ESPACIAL: Sitio de trazado de la Línea de Trasmisión.	
COSTO DE LA MEDIDA: Costos incluidos en el proyecto	
RESPONSABLE DE LA GESTION DE LA MEDIDA:	
Contratista, Supervisión de la Gerencia de Ingeniería y Proyectos y Unidad de Gestión Ambiental de ENATREL.	
DESCRIPCION DE LAS MEDIDAS: ✧ Durante la construcción e instalación de la Línea de Transmisión, se realiza la brecha forestal donde se desbrozará, cortará o podará solo lo estrictamente necesario del área de servidumbre establecido (30) m para la instalación de los conductores. E igualmente en el área de las torres se afectará un área de 10 m² aproximadamente. ✧ Se designarán sitios de disposición temporal para los desechos de desbroce, estos sitios estarán preferentemente ubicados en lugares planos y con canales de drenaje perimetrales, para evitar el transporte de los materiales hacia los cuerpos de agua. ✧ En estas áreas a ser desbrozadas se evitará realizar trabajos de mantenimiento de maquinaria. ✧ En el caso de que la construcción se realice en la estación lluviosa, para el desbroce y limpieza en sectores con pendientes pronunciadas se realizarán zanjas o surcos o se colocará vegetación en forma de barreras transversales al flujo a fin de disminuir la velocidad de escurrimiento superficial y favorecer la infiltración. ✧ El Contratista se obliga a conservar o restaurar las gradientes naturales del terreno en los sitios de las estructuras y corregir cualquier condición resultante de sus trabajos que pueda constituir un riesgo para las estructuras. ✧ En la restauración de la gradiente natural, el grado de compactación del terreno no deberá ser inferior al grado de compactación del terreno natural. Prevenir y evitar derrames de hidrocarburos, aceites y grasas y otras sustancias contaminantes. ✧ Cuando se tenga que realizar cortes de vegetación, se ~~le~~ hará con sierras de mano y no con buldózer, para evitar daños en los suelos y deterioro de zonas adyacentes. ✧ En caso de ser imprescindible el corte de árboles en áreas boscosas, este procedimiento debe ser orientado por un Regente Forestal para que los árboles caigan sobre la franja de servidumbre, evitando así que en su caída deterioren otros árboles que no se necesita afectar. ✧ Los residuos de la tala, desbroce y destronque deben ser apilados de tal forma que no causen desequilibrio en el área de trabajo hasta ser desalojados al sitio determinado para su disposición; en caso de que el propietario del terreno requiera de la madera para su o venta de la madera o leña, se le entregará obligándose que el propietario gestione el permiso de transporte de esos recursos ante las autoridades correspondientes; de ninguna manera estos residuos pueden ser quemados. ✧ El material del desbroce (pastos, malezas) generado durante la limpieza del terreno, así como el material rocoso o tierra producto de la excavación, de ningún modo será dispuesto en los cursos naturales de los drenajes, tampoco serán dispuesto en las pendientes o alrededor de los bordes de las quebradas. ✧ No se utilizarán sustancias tóxicas para la eliminación del recurso forestal	IMPACTO QUE SE PRETENDE MITIGAR: ✧ Afectación de la cobertura vegetal ✧ Afectaciones al recurso humano y su economía. ✧ Pérdida de la capa vegetal del suelo. ✧ Afectación del suelo ✧ Afectaciones al recurso agua

 ENATREL Empresa Nacional de Transmisión Eléctrica	Tabla 11.5. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL MEDIDAS AMBIENTALES "REFUERZOS PARA LA CONEXIÓN DEL PROYECTO HIDROELECTRICO TUMARÍN - I ETAPA"	
MEDIDAS EN RELACIÓN CON LA SEÑALÉTICA		
EFFECTO A CORREGIR SOBRE UN FACTOR AMBIENTAL: Garantizar laSeguridad y Salud Ocupacional		
FASE DE EJECUCION: Todas las Fases del Proyecto		
UBICACIÓN ESPACIAL: Sitio de trazado de la Línea de Trasmisión y las bahías de acceso.		
COSTO DE LA MEDIDA: Costos incluidos en el proyecto		
RESPONSABLE DE LA GESTION DE LA MEDIDA: Contratista, Supervisión de la Gerencia de Ingeniería y Proyectos, Unidad de Higiene y Seguridad y Unidad de Gestión Ambiental de ENATREL.		
DESCRIPCION DE LAS MEDIDAS: El Contratista deberá aplicar las siguientes disposiciones: ✧ Colocar señalización preventiva, informativa y de obligación en buen estado, de material resistente, seleccionando y ubicando las mismas en sitios visibles y de acuerdo a los riesgos y circunstancias reales de los trabajos y actividades a desarrollarse ✧ Delimitará vallas, o cinta plástica color amarillo con leyenda PELIGRO, todos los sitios de trabajo que indique la Supervisor Ambiental. Se señalizarán los sitios ubicados en los sitios de trabajos que puedan generar algún riesgo de accidentalidad, tales como: ✧ Los accesos en cercanías a escuelas, entradas a veredas y en general a sitios de confluencia de los pobladores. ✧ Lugares de excavaciones en los sitios de emplazamiento de las torres. ✧ Torres ✧ Cables de guarda ✧ En las bahías de las subestaciones donde se instalarán los equipos. ✧ Sitios y cruces de entrada y salida de vehículos pesados. ✧ Sitios de paso de vehículos para no causar daños a la propiedad privada o pública, ni causar accidentes a personas y/o animales.	IMPACTO QUE SE PRETENDE MITIGAR: ✧ Accidentes laborales y daños a la salud humana de los trabajadores ✧ Incremento en los niveles de accidentabilidad ✧ Prevenir las afectaciones a los pobladores y fauna silvestre y/o semoviente por influencia del proyecto.	

	Tabla 11.6. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL MEDIDAS AMBIENTALES "REFUERZOS PARA LA CONEXIÓN DEL PROYECTO HIDROELECTRICO TUMARÍN - I ETAPA"	
MEDIDAS EN RELACIÓN CON EL MANEJO DEL COMPONENTE ATMOSFERA		
EFFECTO A CORREGIR SOBRE UN FACTOR AMBIENTAL: Prevenir los efectos ambientales sobre el recuso atmosfera.		
FASE DE EJECUCION: En todas las fases del proyecto.		
UBICACIÓN ESPACIAL: Sitio de trazado de la Línea de Trasmisión y predios de la subestación.		
COSTO DE LA MEDIDA: Costos incluidos en el proyecto.		
RESPONSABLE DE LA GESTION DE LA MEDIDA: Contratista, Supervisión de la Gerencia de Ingeniería, Proyectos y Unidad de Gestión Ambiental de ENATREL.		
DESCRIPCION DE LAS MEDIDAS: En relación con el manejo de la atmosfera: (Gases de combustión, material particulado y ruido). ✧ Para mitigar la emisión de ruido de los equipos y motores se utilizarán silenciadores en los equipos y motores de combustión el personal usará protectores auditivos y se limitará a las jornadas de trabajo a horarios diurnos. ✧ En caso de tiempo seco y fuerte viento la emisión de material particulado se prevendrá, humedeciendo la superficie de trabajo 2 veces al día como mínimo. ✧ Estará estrictamente prohibido la quema de residuos y materiales combustibles (maderas, papeles, hojas o desperdicios de cualquier tipo) en el proyecto. ✧ Se aplicará un programa de mantenimiento mecánico preventivo de los equipos y maquinaria en la Fase de Construcción, para evitar los siguientes impactos: generación de ruido, emisión de partículas y emisión de gases por fuentes móviles (camiones y vehículos en general). ✧ Será obligatorio cubrir todo tipo de carga transportada con el fin de evitar la dispersión de la misma o emisiones fugitivas (evitar la emisión de partículas al aire). ✧ Para reducir las emisiones sonoras simultaneas de vehículos y maquinaria en la obra, se adecuarán el tiempo de su funcionamiento y nivel de potencia.		IMPACTO QUE SE PRETENDE MITIGAR: ✧ Afectaciones al componente atmosfera. ✧ Afectación a la salud de los trabajadores y pobladores cercanos.

	Tabla 11.7. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL MEDIDAS AMBIENTALES "REFUERZOS PARA LA CONEXIÓN DEL PROYECTO HIDROELECTRICO TUMARÍN - I ETAPA"	
MEDIDAS EN RELACIÓN CON LA CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN GEOTÉCNICA.		
EFFECTO A CORREGIR SOBRE UN FACTOR AMBIENTAL: Prevenir los efectos ambientales sobre la alteración del suelo, agua y vegetación Prevenir la alteración de las costumbres y cultura de las comunidades vecinas al proyecto		
FASE DE EJECUCION:Durante la construcción y tendido de la línea.		
UBICACIÓN ESPACIAL: Sitio de trazado de la Línea de Trasmisión.		
COSTO DE LA MEDIDA: Costos incluidos en el proyecto.		
RESPONSABLE DE LA GESTION DE LA MEDIDA: Contratista, Supervisión de la Gerencia de ingeniería y Projectosasí como la Unidad de Gestión Ambiental de ENATREL.		
DESCRIPCION DE LAS MEDIDAS: Conservación y restauración geotécnica. ✧ Consiste en realizar las obras necesarias para prevenir, controlar y mitigar procesos de erosión, sedimentación, movimientos en masa y desestabilización de taludes que puedan afectar la capa vegetal, el suelo, el agua y la infraestructura. Aspectos a realizar: ✧ Se evitará la ubicación de estructuras en sitios inestables o que puedan desestabilizarse. ✧ Se reducirá y restringirá las áreas de desmonte y descapote. ✧ Se almacenará el material orgánico removido, donde no se presente tránsito de vehículos, maquinaria o el cruce de corrientes de agua y altas pendientes. ✧ Se colocarán trinchos provisionales o sacos de nylon con material de excavación para evitar la erosión del suelo. ✧ Se revegetarán las laderas, predios y sitios de torres al finalizar las obras civiles. ✧ En las bahías se realizarán las obras de drenaje para el manejo de las aguas pluviales las que se conectarán al sistema de drenaje existente ✧ Se conformarán de taludes con bermas o terrazas. ✧ Si fuese necesario se construirán cunetas interceptoras en la base del talud para transportar el caudal de escorrentía hasta la estructura de descarga requerida.	IMPACTO QUE SE PRETENDE MITIGAR: ✧ Desplazamiento de especies de fauna terrestre ✧ Afectación de la cobertura vegetal ✧ Afectaciones a la estructura del suelo ✧ Afectaciones al recurso humano y su economía. ✧ Incremento en los niveles de accidentabilidad ✧ Impacto visual ✧ Pérdida del valor paisajístico	

	Tabla 11.8. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL MEDIDAS AMBIENTALES "REFUERZOS PARA LA CONEXIÓN DEL PROYECTO HIDROELECTRICO TUMARÍN - I ETAPA"	
MEDIDAS EN RELACIÓN CON EL MANEJO DEL AGUA		
EFFECTO A CORREGIR SOBRE UN FACTOR AMBIENTAL: Prevenir los efectos ambientales sobre el recurso agua.		
FASE DE EJECUCION: En todas las fases del proyecto.		
UBICACIÓN ESPACIAL: Sitio de trazado de la Línea de Trasmisión y predios de la subestación.		
COSTO DE LA MEDIDA: Costos incluidos en el proyecto.		
RESPONSABLE DE LA GESTION DELA MEDIDA: Contratista,Supervisión de la Gerencia de ingeniería y Proyectos y Unidad de Gestión Ambiental de ENATREL.		
DESCRIPCION DE LAS MEDIDAS: ✧ Está prohibido el lavado y trabajos de mantenimiento de vehículos y maquinaria en el área del proyecto y menos en cursos naturales de agua. ✧ Al definir la ubicación de las estructuras y otros apoyos, se evitará su cercanía a ríos y arroyos para minimizar la afección a los mismos. ✧ Se protegerá todo cuerpo de agua natural, evitando su contaminación o degradación por escombros, materia fecal, aceites u otros elementos alóctonos a través de la implementación de los procedimientos de gestión de residuos y la capacitación del personal involucrado. ✧ Se dispondrá de recipientes para el almacenamiento de los residuos sólidos domésticos y su traslado al sitio de disposición final municipal previa autorización de la alcaldía respectiva. ✧ En la etapa de construcción en los frentes de trabajo en todas las etapas del proyecto se dispondrán letrinas portátiles a razón de 1 letrina por 20 trabajadores. En las Subestaciones se utilizarán los servicios higiénicos existentes.	IMPACTO QUE SE PRETENDE MITIGAR: ✧ Prevenir las afectaciones al componente agua y suelo.	

	Tabla 11.9. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL MEDIDAS AMBIENTALES "REFUERZOS PARA LA CONEXIÓN DEL PROYECTO HIDROELECTRICO TUMARÍN - I ETAPA"
MEDIDAS EN RELACIÓN CON LA PROTECCIÓN DE LOS CUERPOS DE AGUA	
EFFECTO A CORREGIR SOBRE UN FACTOR AMBIENTAL: Prevenir los efectos ambientales sobre el ecosistema circundante.	
FASE DE EJECUCION: Durante todas las fases del proyecto.	
UBICACIÓN ESPACIAL: Los puntos seleccionados para el establecimiento de las acciones indicadas en los alcances.	
COSTO DE LA MEDIDA: Costos incluidos en el proyecto.	
RESPONSABLE DE LA GESTION DELA MEDIDA: Contratista, Supervisión de la Gerencia de Ingeniería y Proyectos y Unidad de Gestión Ambiental.	
DESCRIPCION DE LAS MEDIDAS: En relación a medidas de protección de los cuerpos de agua: Consiste en evitar la afectación de los cuerpos de agua, por variaciones en la cantidad y calidad del recurso. Algunas acciones a realizar serán: ✧ En el trayecto de la línea se manejarán materiales y suelos removidos (aunque en cantidades insignificantes) con el fin de evitar su arrastre a las fuentes de agua, se instalarán barreras provisionales y permanentes evitando el almacenamiento de materiales cerca a los cuerpos de agua, cubriendo con plástico los materiales almacenados temporalmente y almacenando los mismos en zonas planas, entre otras. ✧ Se minimizará la afectación y remoción de la vegetación protectora de los cuerpos de agua. ✧ Cumplimiento de todas las medidas del plan de Gestión ambiental del proyecto en lo que concierne a manejo de residuos sólidos y líquidos.	IMPACTO QUE SE PRETENDE MITIGAR: ✧ Afectaciones a suelo, agua, atmosfera y la biodiversidad. ✧ Prevenir o Reducir la contaminación del agua.

	Tabla 11.10. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL MEDIDAS AMBIENTALES "REFUERZOS PARA LA CONEXIÓN DEL PROYECTO HIDROELECTRICO TUMARÍN - I ETAPA"	
MEDIDAS EN RELACIÓN CON MANEJO DE LA VEGETACIÓN		
EFFECTO A CORREGIR SOBRE UN FACTOR AMBIENTAL: Prevenir los efectos ambientales sobre la vegetación.		
FASE DE EJECUCION:Durante la construcción y tendido de la línea.		
UBICACIÓN ESPACIAL: Sitio de trazado de la Línea de Trasmisión y predios de la subestación.		
COSTO DE LA MEDIDA: Costos incluidos en el proyecto.		
RESPONSABLE DE LA GESTION DELA MEDIDA: Contratista, Supervisión de la Gerencia de Ingeniería y Proyectos y Unidad de Gestión Ambiental.		
DESCRIPCION DE LAS MEDIDAS: En relación con el manejo de la vegetación: ✧ La remoción de la vegetación será manual, con herramientas apropiadas, no se utilizarán equipos pesados, para evitar daños a los suelos y a la vegetación del área. Se realizará sobre el área estrictamente necesaria. ✧ En la etapa de operación y en relación con el área de servidumbre no se permitirá el uso de herbicidas para el control de la vegetación, toda será removida manualmente y no podrá ser incinerada ✧ Se capacitará al personal destinado a la construcción y mantenimiento, para evitar acciones de compactación, pérdida de vegetación y erosión (favoreciendo la presencia de la fauna y flora). ✧ En el PGA del presente estudio se ha diseñado un plan de reforestación dirigido a mitigar las áreas afectadas.		IMPACTO QUE SE PRETENDE MITIGAR: ✧ Prevenir las afectaciones a la vegetación, compactación y erosión del suelo

	Tabla 11.11. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL MEDIDAS AMBIENTALES "REFUERZOS PARA LA CONEXIÓN DEL PROYECTO HIDROELECTRICO TUMARÍN - I ETAPA"	
MEDIDAS EN RELACIÓN CON MANEJO DE LA FAUNA.		
EFECTO A CORREGIR SOBRE UN FACTOR AMBIENTAL: Prevenir los efectos ambientales sobre la alteración de la fauna.		
FASE DE EJECUCION:Durante la construcción y tendido de la línea.		
UBICACIÓN ESPACIAL: Sitio de trazado de la Línea de Trasmisión		
COSTO DE LA MEDIDA: Costos incluidos en el proyecto.		
RESPONSABLE DE LA GESTION DE LA MEDIDA: Contratista, Supervisión de la Gerencia de ingeniería y Proyectos y Unidad de Gestión Ambiental.		
DESCRIPCION DE LAS MEDIDAS:		IMPACTO QUE SE PRETENDE MITIGAR:
✖ En los contratos con las empresas constructoras y contratistas en general, se estipulará La prohibición de las actividades de caza, captura, destrucción de nidos, de madrigueras, determinando responsabilidades sobre individuos y empresas, incluyendo subcontratistas, a como la compra a los lugareños o terceros de animales silvestres (vivos, embalsamados, pieles, u otro producto animal), cualquiera que sea su objetivo. ✖ Durante las faenas de construcción queda estrictamente prohibido la caza, captura o colecta y alimentación de especies nativas, además de la introducción de animales. ✖ Restricción del movimiento del personal y maquinarias exclusivamente por caminos de acceso definidos y áreas a intervenir. ✖ Desarrollo de charlas educativas sobre la no alteración de la fauna, cuidado y valoración de la biodiversidad, por parte del contratista y la supervisión ambiental del proyecto. ✖ Se prohibirá el porte y uso de armas de fuego en el área de trabajo, excepto para el personal de vigilancia expresamente autorizado para ello. ✖ Remoción de vegetación de forma manual, contribuirán a disminuir el impacto causado sobre los sitios de nidificación, percha y escondite de los animales; así como la alteración que podrían sufrir en cuanto a la disponibilidad de recursos alimenticios. ✖ Se limitará las actividades de construcción y operación estrictamente al área de las calicatas y de los hoyos para el emplazamiento de los postes torres; evitando de este modo alterar los hábitats de la fauna silvestre. ✖ Se evitará la intensificación de ruidos generados por las máquinas empleadas en la construcción, mediante el empleo de silenciadores en buen estado.		✖ Desplazamiento y daños a especies de fauna terrestre y avifauna.

	Tabla 11.12. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL MEDIDAS AMBIENTALES "REFUERZOS PARA LA CONEXIÓN DEL PROYECTO HIDROELECTRICO TUMARÍN - I ETAPA"
MEDIDAS EN RELACIÓN CON MANEJO DE LA AVIFAUNA.	
EFFECTO A CORREGIR SOBRE UN FACTOR AMBIENTAL: Prevenir los efectos ambientales sobre la alteración de la avifauna.	
FASE DE EJECUCION: Durante la Operación.	
UBICACIÓN ESPACIAL: Sitio de trazado de la Línea de Trasmisión	
COSTO DE LA MEDIDA: Costos incluidos en el proyecto.	
RESPONSABLE DE LA GESTION DE LA MEDIDA: Contratista, Gerencia de ingeniería y Proyectos, Unidad de Gestión Ambiental.	
DESCRIPCION DE LAS MEDIDAS: Afección a especies protegidas de fauna por colisión (avifauna) ✧ Una vez que la línea entre en funcionamiento el principal impacto sobre la fauna se producirá sobre las aves como consecuencia del incremento del riesgo de colisión. Las colisiones se producen porque las aves no pueden esquivar los tendidos, eléctricos y de telecomunicaciones, que encuentran a su paso. En este punto, las medidas correctoras (colocación de salvapájaros), en el sector de mayor riesgo como lo es el tramo Matiguás –Rio Blanco, van encaminadas a la mejor visibilidad de los cables, lo que se justifica por la presencia de algunas especies de aves relevantes en el tramo. Ver coordenadas de puntos de paso de aves y especies arbóreas en Tabla 7.10, Estudio Biótico.	IMPACTO QUE SE PRETENDE MITIGAR: ✧ Daños a la avifauna.

	Tabla 11.13. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL MEDIDAS AMBIENTALES "REFUERZOS PARA LA CONEXIÓN DEL PROYECTO HIDROELECTRICO TUMARÍN - I ETAPA"	
MEDIDAS EN RELACIÓN CON EL MANEJO PAISAJÍSTICO Y ORNAMENTACIÓN		
EFFECTO A CORREGIR SOBRE UN FACTOR AMBIENTAL: Prevenir los efectos ambientales sobre la alteración del paisaje.		
FASE DE EJECUCION:Durante la construcción y tendido de la línea.		
UBICACIÓN ESPACIAL: Los puntos seleccionados para el establecimiento de las acciones indicadas en los alcances del Trazado de la línea de Transmisión.		
COSTO DE LA MEDIDA: Costos incluidos en el proyecto.		
RESPONSABLE DE LA GESTION DELA MEDIDA: Contratista, Supervisión de la Gerencia de Ingeniería y Proyectos y Unidad de Gestión Ambiental.		
DESCRICPCION DE LAS MEDIDAS: En relación con el manejo Paisajístico y ornamentación: Consiste en minimizar el impacto visual del proyecto con relación a la apreciación panorámica del paisaje, teniendo en cuenta este criterio en cada una de las medidas de manejo y actividades del proyecto, entre otras. ✧ El corte, poda de la vegetación será limitado estrictamente a los sitios a afectar para el tendido de cables de los 30 que corresponde al área de servidumbre para un nivel de tensión de 230 kV. ✧ La limpieza inmediata y disposición adecuada de los residuos que eviten ocasionar impactos visuales negativos. ✧ La realización de movimientos de tierras adaptados a la topografía natural. ✧ La formación y estabilización de taludes con pendientes adecuadas para su posterior tratamiento de revegetación. ✧ Localización de parqueo de maquinaria en lugares de mínimo impacto visual		IMPACTO QUE SE PRETENDE MITIGAR: ✧ Afectaciones al Paisaje

 ENATREL Empresa Nacional de Transmisión Eléctrica	Tabla 11.14. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL MEDIDAS AMBIENTALES "REFUERZOS PARA LA CONEXIÓN DEL PROYECTO HIDROELECTRICO TUMARÍN - I ETAPA"	
MEDIDAS EN RELACIÓN AL MANEJO DE LOS VEHICULOS AUTOMOTORES		
EFFECTO A CORREGIR SOBRE UN FACTOR AMBIENTAL: Prevenir los efectos ambientales sobre la alteración del ecosistema.		
FASE DE EJECUCION:Durante todas las fases del proyecto.		
UBICACIÓN ESPACIAL: Los puntos seleccionados para el establecimiento de las acciones indicadas en los alcances.		
COSTO DE LA MEDIDA: Costos incluidos en el proyecto.		
RESPONSABLE DE LA GESTION DELA MEDIDA: Contratista y Unidad de Gestión Ambiental.		
DESCRIPCION DE LAS MEDIDAS: ✧ Prevenir y controlar los efectos derivados del uso del parque automotor entre los cuales se destacan: ✧ Incremento del riesgo de accidentalidad. ✧ Afectación de cuerpos de agua por lavado y/o mantenimiento de los vehículos. ✧ Contaminación atmosférica por emisión de gases, material particulado y ruido. Acciones a realizar: ✧ Verificar que los vehículos vinculados a la construcción y operación de los proyectos dispongan del certificado de emisiones. ✧ La Realización de lavado y mantenimiento del parque automotor se realizará en los establecimientos que presten este servicio en los poblados más cercanos ubicados en el área de influencia del proyecto evitando la contaminación de cuerpos de agua con residuos sólidos y aceitosos en zona del proyecto. ✧ Cubrir las góndolas o tinas cuando transportan material de construcción y humedecer frecuentemente la vía no pavimentadas para evitar la dispersión del material particulado en el aire. ✧ Incluir en el programa de educación ambiental dirigido al personal operario de la maquinaria: ✧ La responsabilidad de conservar las señales y normas de tránsito. ✧ Operación y mantenimiento adecuado de la maquinaria. ✧ Relaciones respetuosas con la comunidad.		IMPACTO QUE SE PRETENDE MITIGAR: ✧ Afectaciones a la Seguridad ciudadana ✧ Afectaciones a suelo, agua, atmosfera y la biodiversidad. ✧ Reducir la accidentabilidad.

	Tabla 11.15. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL MEDIDAS AMBIENTALES "REFUERZOS PARA LA CONEXIÓN DEL PROYECTO HIDROELECTRICO TUMARÍN - I ETAPA"	
MEDIDAS AMBIENTALES EN RELACIÓN CON LAS MEDIDAS HIGIENE Y SEGURIDAD OCUPACIONAL		
EFFECTO A CORREGIR SOBRE UN FACTOR AMBIENTAL: Prevenir los efectos adversos de la seguridad e higiene laboral.		
FASE DE EJECUCION:Durante todas las fases del proyecto.		
UBICACIÓN ESPACIAL: Todas las áreas de trabajo.		
COSTO DE LA MEDIDA: Costos incluidos en el proyecto.		
RESPONSABLE DE LA GESTION DELA MEDIDA: Contratista, Supervisión de la Gerencia de Ingeniería y Proyectos, Unidad de Higiene y Seguridad y Unidad de Gestión Ambiental.		
DESCRIPCION DE LAS MEDIDAS: Medidas de Salud y Seguridad Laboral Las medidas de salud y seguridad laboral que deberán implementarse para el proyecto durante la fase de operación y mantenimiento son similares a las identificadas para la fase de construcción. Entre las medidas más importantes a implementarse cuando se ejecuten mantenimientos, se encuentran: ✧ En el Proyecto se considera un aspecto fundamental, la Seguridad Industrial. En este sentido se dotará al personal del equipo de protección personal, tales como: cascos, guantes, botas de seguridad, arnés de cuerpo entero y línea de vida (trabajos en altura), máscara facial de seguridad, guantes térmicos, mandil térmico, entre otros, de acuerdo a las tareas que cada uno realice. ✧ Se establecerá un control permanente y estricto de la dotación y del uso de equipos de seguridad por parte de los trabajadores. ✧ Se instalaran letrinas temporales en las áreas de trabajo. ✧ Se obligará a los contratistas, mediante cláusulas contractuales, a adoptar las medidas necesarias que garanticen a los trabajadores las mejores condiciones de higiene, alojamiento y salud. ✧ En caso de uso de grúas para la colocación de las torres y postes, se tomaran todas las medidas de prevención y protección del personal. ✧ Se utilizarán vallas perimetrales de colores con letrero de HOMBRES TRABAJANDO.	IMPACTO QUE SE PRETENDE MITIGAR: ✧ Reducir el riesgo laboral, la higiene y la seguridad ocupacional en general.	

	Tabla 11.16. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL MEDIDAS AMBIENTALES "REFUERZOS PARA LA CONEXIÓN DEL PROYECTO HIDROELECTRICO TUMARÍN - I ETAPA"	
MEDIDAS AMBIENTALES EN RELACIÓN CON LAS INTERFERENCIAS E INDUCCIONES ELÉCTRICAS		
EFFECTO A CORREGIR SOBRE UN FACTOR AMBIENTAL: Prevenir los efectos adversos de la seguridad e higiene laboral.		
FASE DE EJECUCION:Durante la fase de operación del proyecto.		
UBICACIÓN ESPACIAL:Diseño y Gerenciamiento del proyecto		
COSTO DE LA MEDIDA: Costos incluidos en el proyecto.		
RESPONSABLE DE LA GESTION DELA MEDIDA:Departamento de Líneas y Subestaciones, seguimiento de la Unidad de Gestión Ambiental de la Gerencia de Transmisión.		
DESCRIPCION DE LAS MEDIDAS: En relación con las interferencias e inducciones eléctricas: ✧ Se respetarán y conservarán las distancias de seguridad contempladas en el diseño en base a los estándares nacionales e internacional. ✧ Se realizarán las obras necesarias para “puesta a tierra” de las estructuras y la malla de encerramiento, cumpliendo con las especificaciones de diseño y las medidas de protección denominadas voltajes de paso y de contacto, las cuales tienen en cuenta los niveles máximos de tensión que una persona puede soportar en caso de contacto con cualquier parte metálica.	IMPACTO QUE SE PRETENDE MITIGAR ✧ Las medidas se orientan a prevenir, controlar y mitigar la afectación a terceros por radio interferencia, inducciones eléctricas, ruido audible e interferencia de la señal de televisión.	

	Tabla 11.17. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL MEDIDAS AMBIENTALES "REFUERZOS PARA LA CONEXIÓN DEL PROYECTO HIDROELECTRICO TUMARÍN - I ETAPA"	
MEDIDAS AMBIENTALES EN RELACIÓN CON EL MANTENIMIENTO DEL ÁREA DE SERVIDUMBRE		
EFFECTO A CORREGIR SOBRE UN FACTOR AMBIENTAL: Prevenir impactos negativos sobre el ecosistema. Revisar la medida está bastante similar a las		
FASE DE EJECUCION:Durante la fase de operación del proyecto.		
UBICACIÓN ESPACIAL: Todo el trazado de la línea y predios de la subestación.		
COSTO DE LA MEDIDA: Costos incluidos en el plan de mantenimiento de la línea y las subestaciones que opera y administra ENATREL.		
RESPONSABLE DE LA GESTION DE LA MEDIDA:Unidad de Seguimiento y Control de la Gerencia de Transmisión, Unidad de Gestión Ambiental.		
DESCRIPCION DE LAS MEDIDAS: En relación con el mantenimiento del área de servidumbre se realizarán acciones con respecto a la vegetación de los sitios, tales como: ✧ Durante el despeje de la cobertura vegetal: Se reducirá y restringirá el corte innecesario de vegetación especialmente en zonas con nacimientos y cuerpos de agua. Para el despeje se tendrá en cuenta el tipo de vegetación (altura, hábito de crecimiento, dosel, etc.) y la topografía del terreno: ✧ En la franja de servidumbre el despeje se hará implementando el método de señales guías y direccionando la caída de la vegetación arbórea en el proceso de corte y se realizará de la siguiente forma. ✧ Corte o poda selectiva de la vegetación con el fin de permitir las labores de tendido del conductor y cable de guarda y garantizar que una vez energizada la línea no se presente acercamiento. ✧ En las zonas donde la vegetación presente acercamientos durante la etapa de operación se realizará el despeje de éstos, realizando descope o poda y cortando solamente los individuos que impidan el paso del pescante; para lo cual en el tendido se utilizarán técnicas alternas tales como: uso de pórticos de madera, izado lateral o central con desviantes, entre otros. ✧ En el control de maleza no se utilizará ningún defoliante. Esta actividad se realizará de forma manual. ✧ En la etapa de operación y en relación con la disposición de desechos vegetales: Los troncos y material vegetal sobrante del corte podrán ser utilizados por el propietario del predio o para la construcción del proyecto mismo, en trinchos, pórticos y pasos temporales para el cruce sobre cuerpos de agua, etc. El resto del material vegetal se dispondrá en el sitio de tal forma que se integre al ciclo de descomposición a través del repicado y fraccionamiento de este. Se evitará la caída de material en los cuerpos de agua y se prohibirán las quemas.	IMPACTO QUE SE PRETENDE MITIGAR ✧ Daños al ecosistema suelo, agua, atmosfera y, biodiversidad	

	Tabla 11.18. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL MEDIDAS AMBIENTALES "REFUERZOS PARA LA CONEXIÓN DEL PROYECTO HIDROELECTRICO TUMARÍN - I ETAPA"	
MEDIDAS AMBIENTALES EN RELACIÓN CON EL MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOSY NO PELIGROSOS		
EFFECTO A CORREGIR SOBRE UN FACTOR AMBIENTAL: Prevenir la contaminación del ecosistema.		
FASE DE EJECUCION:Durante la fase de operación del proyecto.		
UBICACIÓN ESPACIAL: Todo el trazado de la línea y predios de la subestación.		
COSTO DE LA MEDIDA: Costos incluidos en el plan de mantenimiento de la línea y las subestaciones que opera y administra ENATREL.		
RESPONSABLE DE LA GESTION DELA MEDIDA: Unidad de Seguimiento y Control de la Gerencia de Transmisión, Unidad de Gestión Ambiental.		
DESCRIPCION DE LAS MEDIDAS: En relación a los residuos sólidos no peligrosos: ✧ En relación con el manejo y disposición adecuada de residuos sólidos comunes o no peligrosos: ✧ Reducción de la producción de residuos ✧ Se realizara la separación en la fuente de los residuos. ✧ Se dispondrá de recipientes en las áreas de trabajo. ✧ Los residuos sólidos generados del mantenimiento de los equipos de la Subestación y de la Línea de Trasmisión incluyendo la servidumbre, tales como: papel, cartón, recipientes, pedazos de estructuras, cables y aisladores, entre otros, los cuales serán almacenados y se venderán a empresas recicladoras, dando prioridad a entidades y organizaciones con propósitos sociales. ✧ Los residuos no valorizables serán dispuestos en los vertederos municipales respectivos, previa autorización.	IMPACTO QUE SE PRETENDE MITIGAR: ✧ Prevenir la contaminación del suelo, agua, atmosfera, biodiversidad	

	Tabla 11.19. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL MEDIDAS AMBIENTALES "REFUERZOS PARA LA CONEXIÓN DEL PROYECTO HIDROELECTRICO TUMARÍN - I ETAPA"	
MEDIDAS AMBIENTALES EN RELACIÓN CON EL PATRIMONIO ARQUEOLOGICO		
EFFECTO A CORREGIR SOBRE UN FACTOR AMBIENTAL: Posibles afectaciones al recurso arqueológico		
FASE DE EJECUCION:Durante la fase de construcción		
UBICACIÓN ESPACIAL: Todo el trazado de la línea y predios de la subestación.		
COSTO DE LA MEDIDA: Costos incluidos en el proyecto.		
RESPONSABLE DE LA GESTION DE LA MEDIDA: Contratista y Supervisión de la Gerencia de Ingeniería y Proyectos Unidad de Gestión Ambiental.		
DESCRIPCION DE LAS MEDIDAS: En relación con los hallazgos arqueológicos ✧ En caso de producirse hallazgos de interés cultural, arqueológico, histórico o paleontológico, se detendrán las obras y se comunicara a la Dirección de Patrimonio Cultural del Instituto de Cultura para que esta determine las medidas de protección aplicables. ✧ Durante la construcción del proyecto se realizarán periódicamente charlas de inducción patrimonial a todo el personal involucrado en la construcción del proyecto- especialmente a supervisores, capataces y operadores de maquinaria pesada- sobre el cuidado y valoración del patrimonio cultural, enfatizando la protección legal con la que cuentan y la existencia de sanciones ante su destrucción o saqueo premeditado.	IMPACTO QUE SE PRETENDE MITIGAR: ✧ Prevenir el impacto sobre los recursos arqueológicos	

	Tabla 11.20. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL MEDIDAS AMBIENTALES "REFUERZOS PARA LA CONEXIÓN DEL PROYECTO HIDROELECTRICO TUMARÍN - I ETAPA"	
MEDIDAS AMBIENTALES EN RELACIÓN CON LA RESTAURACIÓN DEL SITIO INTERVENIDO		
EFFECTO A CORREGIR SOBRE UN FACTOR AMBIENTAL: Restaurar los pasivos ambientales en el ecosistema intervenido.		
FASE DE EJECUCION: Durante la fase de abandono del proyecto.		
UBICACIÓN ESPACIAL: Todo el trazado de la línea y predios de la subestación.		
COSTO DE LA MEDIDA: Costos incluidos en el proyecto.		
RESPONSABLE DE LA GESTION DELA MEDIDA: Departamento de Subestaciones y Líneas de Transmisión y Unidad de Gestión Ambiental.		
DESCRIPCION DE LAS MEDIDAS: En relación con la restauración del sitio intervenido. ✧ El área de la superficie que haya sido intervenida en cualquier momento durante la ejecución de actividades del proyecto se deberá mantenerse en este estado el menor tiempo posible, éstas serán sometidas a un proceso de recuperación tan pronto como sea práctico (rehabilitación) para prevenir una degradación innecesaria o indebida ocasionada por la erosión. Después de la nivelación final, los materiales del suelo serán redistribuidos en una superficie estable con el fin de minimizar la erosión y prevenir la compactación de dicho material. Se incluyen todas las medidas ambientales contenidas en el plan de cierre.	IMPACTO QUE SE PRETENDE MITIGAR: ✧ Restaurar los pasivos ambientales causados por las acciones del proyecto.	

XII PRONÓSTICO DE LA CALIDAD AMBIENTAL

12.1 Pronóstico de la Calidad Ambiental del Área de Influencia Sin Proyecto

12.1.1. Tramo 1, Subestación San Benito – Subestación Terrabona

La línea de transmisión se construirá entre las Sub-Estaciones San Benito y Terrabona, para el presente Estudio de Impacto Ambiental, ha sido denominada como el Tramo 1 del Proyecto “Refuerzos para la conexión del Proyecto Hidroeléctrico Tumarín Etapa-1”, cuya área de influencia ocupa parte de la cuenca de los lagos, lo mismo que parte de la cuenca del Río Grande de Matagalpa.

Como es muy común en todo el territorio nacional, ambas cuencas reflejan los efectos de un mal manejo, que se traduce en un empobrecimiento progresivo de los suelos, con su consecuente repercusión sobre la cobertura vegetal, las fuentes de agua, el paisaje y resto de componentes del ambiente existente en el área de influencia situación que prevalece antes que el proyecto mismo se ejecute.

Las condiciones del ambiente seguirán deteriorándose en el caso que el proyecto no se realice ya que este proceso, es completamente ajeno a las obras o actividades que se pretenden realizar para poder transmitir la energía que se producirá en el proyecto hidroeléctrico Tumarín.

Los resultados del EIA señalan que la atmósfera es un factor ambiental fuertemente afectado por la intervención humana en el tramo San Benito-Terrabona, situación que prevalece en el área de influencia del tramo en estudio como consecuencia del mal manejo que se ha hecho de ese espacio geográfico que se localiza en la cuenca hidrográfica, tanto de los lagos como del río Grande de Matagalpa.

En las condiciones atmosféricas que existen antes que se ejecute el proyecto, influyen los incendios forestales, derivado de la cultura de los productores de quemar para reducir la maleza y principalmente en época de verano, situación que se vuelve un problema cuando las quemas se salen de control y se generan los incendios, devastando grandes hectáreas de tierra. El uso generalizado de la quema ha potenciado las condiciones para que se presenten sequías, ya que también la zona se encuentra dentro del corredor seco de Nicaragua donde son comunes las sequías severas que definen la vegetación predominante.

La intervención humana ha transformado totalmente la vegetación original en la zona, lo que también ha generado un incremento en la temperatura ambiente, según lo manifiestan pobladores consultados al respecto. Este efecto es provocado por el aire extremadamente seco que circula con facilidad al desaparecer la vegetación mayor, con lo cual se modifica la aerodinámica de la zona. Los pobladores también aseguran que perciben un incremento de la radiación solar en la zona.

La presencia de humo por efectos de las quemas también altera la calidad del aire y al eliminar la vegetación se facilita también la suspensión de material particulado que contribuye a deteriorar el aire respirable en la zona.

Por su parte, el suelo como otro componente importante del ambiente, en grandes extensiones permanece ocioso, identificándose también otros usos como es el ganadero y la agricultura de subsistencia. El relieve es plano y con pendientes suaves en la mayor parte de la ruta, excepto a escasos kilómetros antes de llegar a Terrabona donde existen algunos accidentes topográficos y las escasas formaciones vegetales son parches de vegetación arbustiva seca dispersa y con poco valor de conservación. Los usos del suelo en el tramo San Benito-Terrabona de la línea de transmisión se clasifican como Tacotales o Charrales, Cultivos estacionales y ganadería extensiva.

En el área de influencia directa del proyecto que pertenece a la cuenca No. 69 prácticamente no existen fuentes de agua superficiales; en tanto que en la cuenca del río Grande de Matagalpa se localizan pequeñas corrientes de agua que tributan al río grande. Se trata de afluentes que reflejan un fuerte deterioro y en sus tramos iniciales prácticamente se secan durante la prolongada época de estiaje, sobre todo cuando se prolongan estos períodos como producto de las sequías que son muy frecuentes.

Este tramo cubre desde la Subestación San Benito, la cual está construyéndose en la actualidad al formar parte del proyecto de construir un anillo sobre la ciudad capital. En su etapa de operación, la subestación San Benito dará servicio a los refuerzos del proyecto Tumarín, facilitando la transformación de la energía para transmitirla hasta la Subestación de Terrabona, la cual está planificada a construir. Este tramo está totalmente descubierto de vegetación de interés para la conservación.

De manera predominante las especies vegetales no alcanzarán alturas mayores de 1 m y esta situación se mantendrá aunque el proyecto no se ejecute, éstas están limitadas a áreas cercanas a cercas muertas (postes con alambrado) donde se evidencia la quema recurrente en los troncos de los arbustos. Algunas áreas de tacotales o potreros abandonados o en descanso, cercano a la zona de Terrabona, se evidencia la presencia de árboles dispersos de entre 5 y 7 m de altura con cobertura del dosel menor al 25%.

La situación de la vegetación y las fuentes de agua, también condiciona la situación de la fauna. En un sitio cercano al área de influencia del tramo 1 del proyecto “Refuerzos para la conexión del proyecto hidroeléctrico Tumarín-Etapa 1”, se localizan tres fuentes de agua conocidas como Las Playitas, Laguna de Moyúa y Laguna Tecomapa. Esta última se seca de forma permanente en los últimos años aunque la época de lluvias se esté desarrollando, sin embargo, los pobladores aseguran que cuando esta laguna capta agua, sirve como área de refugio para especies de la avifauna, algunas de ellas, aves migratorias. Aseguran que esta laguna se llena de patos, garzas, zambullidores y jacanas. Es necesario destacar que esas fuentes de agua se encuentran fuera del área de influencia del proyecto, por lo que no entran en la evaluación realizada.

El paisaje que predomina en la zona es propio de regiones muy secas, casi desértico o más bien como una región geográfica en proceso de desertización. Donde es posible ver algunos parches de vegetación con poca densidad de árboles, en muy pocos casos, con altura mayor a los 7 metros.

Los aspectos económico-sociales constituyen un factor del ambiente que resiente una crisis económica de magnitud severa en el área de influencia del tramo 1 del proyecto “Refuerzos para la conexión del proyecto Hidroeléctrico Tumarín-Etapa 1”. La densidad poblacional es muy baja en este tramo de la línea de transmisión.

La oferta de empleos es muy limitada en toda el área de influencia del tramo San Benito-Terrabona, lo cual se refleja en la calidad ecológica del componente económico-social del ecosistema. Sin embargo, muchos pobladores mantienen una economía de patio que les permite asegurar ciertos niveles de nutrición.

12.1.2. Componente San Benito-Mulukukú (Tramos 2, 3 y 4)

Aunque este componente se ha dividido en tres segmentos, tanto el tramo 2 como el tramo 4, presentan condiciones de relieve muy similares, aunque en el tramo dos predomina vegetación del bosque tropical seco propio de la llanura del Pacífico y en el tramo 4, aún se observan especies propias del bosque tropical húmedo. La intervención humana ha provocado un deterioro del entorno natural donde se está generando una transformación progresiva de la cobertura vegetal que cada vez se identifica en mayor medida con la vegetación del bosque tropical seco, situación que en los últimos años se ha venido reproduciendo en la llanura del Atlántico que es donde se ubica el tramo 4.

Este proceso de deterioro progresivo es menos acentuado en el tramo 3, donde el relieve es más abrupto con algunas zonas antiguamente montañosas y elevaciones que pueden alcanzar los 400 o 500 msnm, lo que se ha convertido en una barrera protectora que ha frenado un poco la depredación que causa la intervención humana. Sin embargo, no es difícil predecir que la no ejecución del proyecto no detendrá la agresividad de la intervención humana.

El área comprendida entre la S/E San Benito (Tramos 2) y Matiguás (Tramo 3), así como todo el Tramo 1, presenta clima del tipo tropical cálido y sub – húmedo (AW0, AW1 y AW2), con dos estaciones características: La estación seca que se extiende de Noviembre a Abril y la estación lluviosa de Mayo a Octubre. Es bueno señalar que hace algunas décadas la duración del período lluvioso era más prolongada que la estación seca.

El área delimitada desde Matiguás (Tramo 3) hasta la Subestación Mulukukú presenta un clima monzónico (Am), caracterizado por un período lluvioso de 9 – 10 meses con precipitaciones que varían de 2,000 a 3,000 mm/año y temperaturas medias anuales entre 25 °C y 26 °C.

Las velocidades de viento predominantes varían de 21 a 23 km/hora en los meses de enero a mayo, pero se reducen hasta 15 km/h en los meses de junio a diciembre. Con cierta frecuencia se transversa la cuenca con una depresión tropical o tormenta tropical. Las velocidades de viento asociadas con estas depresiones tropicales o tormentas tropicales podrían ser tan altas como de 60 a 120 km/hora.

En el área de estudio no se reconocen fuentes de contaminación importantes. En los recorridos de campo se encontraron fincas lecheras y, cuando la LT se aproxima a los caminos y carreteras, se observa el tráfico vehicular como fuente de contaminación.

Se estima que en general la Línea de Transmisión se ubica en áreas rurales con fuentes de contaminación poco importantes y que tampoco significan un elemento que pueda impactar de manera significativa sobre el proyecto.

El ruido, como otro elemento contaminante que degradan la calidad ecológica de la atmósfera se determinaron valores máximos de 78.8 dB en la carretera. En general el ruido ambiental encontrado es entre 37 dB (área rural con poca presencia humana) y 52 dB (próximo al Hospital de Boaco).

En las condiciones atmosféricas que existen antes que se ejecute el proyecto, influye la intervención humana, donde la ganadería es una actividad económica predominante a lo largo de los tramos 2, 3 y 4 de la línea de transmisión.

Las condiciones del suelo están fuertemente influenciadas por la intervención humana y en el área de influencia del proyecto, la actividad ganadera extensiva ha provocado transformaciones importantes a este componente del ambiente.

Otro factor que determina las condiciones del suelo son las formaciones geológicas que constituyen el basamento que da soporte a esa capa superior de la corteza terrestre donde se desarrollan todas las formas de vida que componen el ecosistema.

En el tramo 2 las características geomorfológicas del terreno donde se proyecta la construcción de la Línea de Transmisión presentan dos tipologías claramente diferentes: Relieve llano a ligeramente ondulado, definido en las proximidades de San Benito, en el tramo de San Benito a Boaco y en las cercanías de la S/E Mulukukú en el Tramo 4.

En el área estudiada se presenta sólo la cuenca hidrográfica perteneciente al río San Juan y los Lagos (Código 69) con su principal drenaje en el área se relaciona al río Fonseca el cual forma un embalse artificial (Presa Las Canoas) que luego drena a través del río Malacatoya hacia el lago Cocibolca. La red de drenaje es de tipo dendrítica y presenta un fuerte control estructural.

El Tramo 3, por su lado, se localiza en la cuenca hidrográfica perteneciente al Río Grande de Matagalpa (Código 55), cuyo principal drenaje es el río Grande de Matagalpa al cual fluyen una

gran cantidad de cursos de aguas superficiales, siendo los principales los ríos Las Cañas, Olama, Compasagua, Bul Bul y Paiwas, todos con carácter permanente. La red de drenaje es de tipo dendrítica y presenta un fuerte control estructural.

Además de los cuerpos de agua superficial mencionados en el párrafo anterior, se presentan muchas cañadas con carácter temporal y no presentan peligro alguno por inundación para el proyecto propuesto.

Tramo 4 En el área estudiada se presenta sólo la cuenca hidrográfica perteneciente al río Grande de Matagalpa (Código 55), con las características siguientes:

El principal drenaje en el área se relaciona al río Grande de Matagalpa al cual drenan una gran cantidad de cursos de aguas superficiales, siendo los principales los ríos Tuma y Wilike, todos con carácter permanente. La red de drenaje es de tipo dendrítica y presenta un fuerte control estructural.

El acuífero de mayor importancia se ubica en el sector entre la S/E San Benito y el PI 38 en el Tramo 2 relacionado con depósitos conteniendo acuíferos primarios con valores de transmisividad de media a alta ($100 < T \text{ m}^2/\text{día} < 1000$).

La transformación que ha provocado la actividad ganadera en el área de influencia directa del proyecto ha afectado severamente a la biodiversidad, sobre todo las especies de fauna silvestre donde muchas especies emigraron desde hace algunas décadas.

En el tramo 2, se puede observar que de manera predominante las especies vegetales son de bajo porte, clasificándose como arbustos con una mínima densidad de especies arbóreas. Las especies dominantes se clasifican como malezas, pastos y charrales, comportamiento que cambia cuando el trazado alcanza el tramo 3 entre Matiguás y Río Blanco. En el tramo 4, todavía se observan árboles perennifolios que alcanzan alturas de 10 y 12 metros, con algunos ejemplares que pueden alcanzar los 30 metros, aunque esta vegetación cada día se vuelve más escasa, haciendo espacio a vegetación rastrera, malezas y arbustos.

Indudablemente que la situación de la vegetación y las fuentes de agua, también condiciona la situación de la fauna. En un sitio cercano al área de influencia del tramo 2 del proyecto “Refuerzos para la conexión del proyecto hidroeléctrico Tumarín-Etapa 1”, se localiza el embalse Las Canoas, sin embargo, esta fuente de agua ha bajado su nivel de forma extrema en los últimos años. Es necesario destacar que esa fuente de agua se encuentra en el área de influencia del proyecto, por lo que se menciona como una referencia obligada.

El paisaje ha sufrido una drástica transformación en los últimos años, sin embargo, es bueno aclarar que la valoración que aparece en el presente Estudio de Impacto Ambiental obedece a tomar como el estadio superior del paisaje, la presencia predominante de un bosque primario del trópico húmedo con un alto índice de diversidad biológica.

Por otro lado, la extensa área que abarca la Línea de Transmisión incluye una amplia diversidad de morfologías del terreno y usos del suelo que consecuentemente proporcionan como resultado una gran variedad de escenarios cuasi naturales que denotan la intervención indiscriminada del ser humano.

En general se puede afirmar que el paisaje existente en el área de influencia del proyecto se corresponde a una zona rural dedicada a la crianza de ganado; con cobertura vegetal representada por vegetación rastrera y de bajo porte, donde la tierra se encuentra dividida en parcelas definidas por cercos de alambre de púas, observándose en el horizonte un relieve de pendientes suaves y pequeñas elevaciones, donde se destacan algunos parches de un bosque secundario cada vez más escaso y un suelo erosionable, facilitando el afloramiento del basamento rocoso.

El componente económico-social del ecosistema resiente los efectos de una situación económica que igualmente afecta a otras zonas del territorio nacional. No obstante, la evaluación realizada como parte del Estudio de Impacto Ambiental permite determinar que en los tramos 2 y 3 que se extienden desde San Benito hasta Río Blanco, las condiciones económico-sociales son un poco mejor que en el tramo final de la línea, donde gran parte de la población rural que es la que vive en el área de influencia del proyecto aún no posee luz eléctrica.

La oferta de empleos es más dinámica en los tramos 2 y 3, lo cual se refleja en la calidad ecológica del componente económico-social del ecosistema. Sin embargo, la oferta de empleos no es muy diversa y eso está afectando la calidad de vida de la población, quienes en algunos casos tienen que sobrevivir con dos dólares al día.

En términos generales, todo el territorio nacional refleja los estragos de un mal manejo de cuenca y esa situación prevalece en las dos cuencas donde se localiza el área de influencia directa e indirecta del proyecto. Este es un problema muy arraigado en la cultura de la población nicaragüense, por lo que la degradación ambiental progresiva no se detendrá si el proyecto no se ejecuta lo que permite prever que a mediano y largo plazo será más acentuado el deterioro que actualmente denotan todos los factores ambientales presentes a lo largo del trazado del proyecto.

12.2. Pronóstico de la Calidad del Área de Influencia en el caso que el Proyecto se Ejecute Sin la Aplicación de Medidas Ambientales

12.2.1. Tramo 1, Subestación San Benito – Subestación Terrabona

Sin duda alguna, la ejecución del proyecto sin la aplicación de las medidas ambientales concebidas en el EIA traerá un deterioro más intenso de algunos de los factores ambientales presentes en el área de influencia directa e indirecta del proyecto.

Las operaciones indiscriminadas de la maquinaria pesada (grúas, camiones y personal en movimiento) para habilitar el terreno con el propósito de colocar postes y torres, implicará la remoción de suelo y roca, generación de polvo, erosión, así como restos de rocas desprendidas

cercanas a pendientes que pueden ocasionar accidentes. Como consecuencia de esta actividad, se generará un impacto en el aire por la generación de polvo, e impacto en el suelo, con la afectación principalmente sobre la vegetación existente en las áreas próximas a la zona de trabajo. (Accesos, línea de transmisión y subestaciones). Sin embargo, es necesario destacar que se trata de impactos temporales que son totalmente reversibles.

Otro impacto será la generación de ruido por las emisiones producidas por la maquinaria y trabajos de corte. En general este tipo de afectación es temporal y, aunque afectarán de forma negativa a la población del Área de Influencia del Proyecto, se considera que el impacto no es significativo dado que en las zonas donde se desarrollarán las obras serán alejadas de la población, por lo que los efectos son menores.

El desarrollo de actividades como limpieza y nivelación del terreno, la apertura de accesos a las bases de apoyo y la excavación para las cimentaciones de las torres de apoyo, no sólo ocasionará cambios en la geomorfología y/o fisiografía del Área de Influencia del Proyecto sino también, implicará la exposición del terreno a la acción de los vientos preponderantes de la zona, lo cual podría desarrollar procesos erosivos o de pérdida de suelo.

Durante la etapa constructiva, los cursos de agua cercanos a los puntos donde se realicen actividades de cimentación para las bases de los apoyos de los postes, torres y los caminos de acceso, podrían resultar contaminados debido a una inadecuada disposición de sedimentos y residuos excedentes generados por las actividades asociadas a estas obras. Por otro lado, una inadecuada práctica de mantenimiento como el lavado de vehículos y maquinarias en los ríos involucrados incorporaría material particulado y sustancias como aceites, grasas, detergentes y flotantes; además el deficiente mantenimiento de los vehículos y maquinarias que se empleen durante la ejecución del Proyecto, podría traer como consecuencia derrames frecuentes de aceites y grasas.

El consumo de agua que puede representar el proyecto durante la fase de construcción es mínima limitándose al uso para la elaboración de concreto hidráulico.

La etapa de construcción del proyecto, comprende actividades de excavación para cimentaciones, apertura de accesos a las bases de los apoyos, armado e izados de las torres, entre otras actividades, lo que trae como consecuencia la ocupación y/o daño a terrenos de propiedad privada en ciertas zonas, generando una alteración de la calidad escénica o paisajística.

El área de influencia directa e indirecta del proyecto se encuentra fuertemente intervenida, como resultado de la instalación de antenas telefónicas. Así como de transmisión y distribución de energía. Este aspecto ha provocado una disminución en la calidad paisajística principalmente en el trazo cercano a San Benito.

El desbroce de vegetación a lo largo de la faja de servidumbre para la habilitación de los senderos para el transporte de los insumos del proyecto, el izaje de los postes y torres implicará limitadas

pérdidas de cubierta vegetal en el área del derecho de vía, debido a las excavaciones para colocar los postes y torres y puesta a tierra.

En relación con la fauna existe una pequeña probabilidad de que el efecto barrera, como consecuencia del montaje de línea de transmisión, ponga en riesgo la avifauna local y/o migratoria, los mismos que emplean los espacios aéreos para su desplazamiento por lo que sería en esta acción que al no poder distinguir los tendidos eléctricos puedan producirse colisiones con esos elementos del proyecto.

De otro lado, la presencia humana en lugares que por lo general, no son habitados, generan perturbación a la fauna, los cuales no están acostumbrados a su presencia y ello puede ocasionar alteración en el comportamiento de la fauna (reproductorios y alimenticios) y hasta la desaparición de dichas especies del área.

Es decir al ser intervenido el ecosistema presente en dicha zona, la fauna también será afectada ya que estos son el refugio para ellos, por tanto dará lugar a un desequilibrio poblacional en especial de los mamíferos presentes ya que se trasladarán a zonas menos perturbadas

El tendido de la Línea de transmisión implicará trabajos de altura y posibles accidentes del personal a cargo de los respectivos trabajos, si no se observan las medidas de seguridad aplicables. Por otro lado, las actividades mismas de colocación de postes y el tendido de conductor implicarán el acceso temporal a propiedades de los lugareños, pudiéndose causar algún daño si no se toman las medidas del caso. Cabe señalar que el tendido de la línea atravesará en ciertos tramos, potreros, campos de cultivo de subsistencia y pequeñas áreas boscosas fragmentadas todos de propiedad privada. En estos sectores la principal afectación que podría sufrir el ecosistema será la pérdida de los remanentes de bosque, afectaciones al suelo como consecuencia de derrames de concreto, aceites, grasas, pintura u otros insumos necesarios para el montaje de la línea y ampliación de las subestaciones.

Los trabajos de tendido de canales y cables, soportes, conexiones, montaje de luminarias y accesorios, pruebas, etc. en la línea de transmisión y las subestaciones, derivara en impactos relacionados con posibles accidentes de trabajadores por electrocución, caídas de altura, cortes, entre otros si no observan las medidas de seguridad para contratistas.

Durante la etapa de operación, el paso de la corriente eléctrica provoca la aparición de campos eléctricos y magnéticos de baja intensidad, que puntualmente perturban el campo eléctrico y magnético del aire ya existente. El campo eléctrico que inducen los conductores en su entorno próximo, se da debido a la carga eléctrica que se presente, al flujo de corriente, su magnitud y tensión requerida así como con la posición relativa de las fases, haciéndose mínimo bajo el eje del trazado.

En los últimos años se ha investigado sobre los posibles efectos de los campos electromagnéticos, en particular sobre los campos magnéticos y su relación con el cáncer. Estas investigaciones han sido del tipo epidemiológico o del tipo biológico.

Existe un efecto positivo al instalar esta nueva Línea de Transmisión y ampliación de Subestaciones, el cual se orienta a mejorar el sistema de transmisión de energía eléctrica actual y poder llevar esta en forma permanente, confiable y económica.

12.2.2. Componente San Benito-Mulukukú (Tramos 2, 3 y 4)

En el caso que el proyecto se ejecute sin la aplicación de medidas ambientales, los impactos adquirirán valores que los clasifican cualitativamente como impactos negativos de magnitud severa, en los tres tramos considerados para la línea de transmisión que conectará la Subestación de Mulukukú con la Subestación San Benito.

Es fácil suponer que las condiciones del relieve y la cercanía de la carretera más la poca cobertura vegetal en la zona que corresponde al tramo 2, permitirán que la magnitud de los impactos varíe un poco en relación al tramo 3, donde el relieve abrupto exigirá mayores movimientos de tierra que afectarán la atmósfera con la incorporación de material particulado en suspensión, lo mismo que la necesidad de incluir maquinaria de mayor capacidad y más horas –máquina que generarán un ruido más prolongado y emisiones gaseosas que también son contaminantes atmosféricos.

Sin embargo, este tipo de alteraciones son temporales y, aunque afectarán de forma negativa a la población del Área de Influencia del Proyecto, se considera que el impacto será severo si el proyecto se desarrolla sin la aplicación del programa de gestión ambiental concebido por los consultores contratados para elaborar el EIA.

El factor ambiental suelo también recibirá alteraciones clasificadas como severas si el proyecto se ejecuta sin la aplicación de las medidas ambientales correspondientes.

La ausencia de medidas y acciones tendientes a reducir los impactos, seguramente permitirá que se incrementen los espacios intervenidos y, por ende, los volúmenes de material a remover lo cual traerá como consecuencia lógica, mayores alteraciones al factor ambiental suelo.

El agua es un componente del ecosistema cuyo uso en la construcción de la línea de transmisión es bien limitado y es prácticamente nulo durante la fase de operación y mantenimiento de esa importante obra de infraestructura. No obstante, durante la operación y mantenimiento se pueden generar impactos indirectos causados por el control de la vegetación que se tiene que realizar en el derecho de vía.

Durante la etapa constructiva, los cursos de agua cercanos a los puntos donde se realicen actividades de cimentación para las bases de apoyo de los postes, torres y los caminos de acceso,

podrían resultar contaminados debido a una inadecuada disposición de sedimentos y residuos excedentes generados por las actividades asociadas a estas obras. Por otro lado, una inadecuada práctica de mantenimiento como el lavado de vehículos y maquinarias en los ríos involucrados incorporaría material particulado y sustancias como aceites, grasas, detergentes y flotantes; además el deficiente mantenimiento de los vehículos y maquinarias que se empleen durante la ejecución del Proyecto, podría traer como consecuencia derrames frecuentes de aceites y grasas. El paisaje es un componente del ambiente susceptible de recibir impactos de magnitud considerable durante la fase de construcción, aunque en su mayoría son impactos temporales y reversibles a mediano plazo.

En la fase de operación y mantenimiento, la línea de transmisión será un elemento nuevo que se incorporará al paisaje de forma permanente, la cual será vista desde muchos puntos a lo largo de la carretera que conduce al Empalme de Boaco y posteriormente la carretera que conduce a Mulukukú, lo cual modifica el paisaje.

El área de influencia directa e indirecta que tendrá el Proyecto “Refuerzos para conexión del Proyecto Hidroeléctrico Tumarín- I Etapa”, corresponde a zonas intervenidas pero muy poco pobladas, donde se ha manifestado principalmente la actividad ganadera extensiva, la cual ha demostrado que no es eficiente y genera una fuerte afectación a la cobertura vegetal de los sitios donde se desarrolla este modo de producción pecuaria.

La parte más afectada por desaparición del bosque primario es el conocido como Tramo 2 que se extiende desde la Subestación San Benito a la Subestación Boaco, donde la cobertura vegetal existente antes que se ejecute el proyecto está formada por malezas, pasto, tacotales y arbustos todas conocidas como especies caducifolias, sin embargo, en estas formaciones vegetales han podido encontrar refugio algunas especies de animales, especialmente de avifauna y reptiles, los cuales se verán afectados si el proyecto se ejecuta sin la aplicación de las medidas ambientales correspondientes.

Las oportunidades de empleo que generará la construcción del proyecto “Refuerzos para la conexión del Proyecto Hidroeléctrico Tumarín- I Etapa”, lo mismo que la oferta de energía que se pondrá a disposición de la sociedad nicaragüense provocarán un efecto positivo sobre el aspecto económico-social de las localidades donde se ejecutará el proyecto, pero también trascenderá a todo el territorio nacional con muchas probabilidades de extenderse a países vecinos.

Este tipo de proyectos se caracteriza por demandar bastante fuerza laboral, lo que traerá oportunidades de ocupación y de ingresos a una considerable cantidad de cabezas de familia que viven a lo largo del trazado del proyecto, esto generará una reacción en cadena en la economía local, porque, por un lado las personas que encuentren empleo en las diferentes actividades del proyecto tendrán capacidad de adquisición y demandarán servicios que podrán ser cubiertas por comerciantes locales.

El desarrollo del proyecto, sin la aplicación de medidas y acciones ambientales tendrá una repercusión positiva para el componente económico social del área, aunque se trata de un impacto de magnitud moderada, que tendrá carácter temporal y será reversible a corto o mediano plazo. A escala macro esta repercusión positiva tendrá un efecto de largo plazo, porque se trata de una cantidad de energía que podrá ser llevada a diferentes zonas de la geografía nacional donde podrá ser utilizada por fábricas y empresas productivas o de servicios de cualquier tipo.

No obstante, también se registrarán impactos negativos que alteran el balance del proyecto, sobre todo, durante la etapa de operación, donde el paso de la corriente eléctrica provoca la aparición de campos eléctricos y magnéticos de baja intensidad, que puntualmente perturban el campo eléctrico y magnético del aire ya existente. El campo eléctrico que inducen los conductores en su entorno próximo, se da debido a la carga eléctrica que se presente, al flujo de corriente, su magnitud y tensión requerida así como con la posición relativa de las fases, haciéndose mínimo bajo el eje del trazado.

Sin duda alguna, la ejecución de cualquier proyecto sin considerar la aplicación de un plan de gestión ambiental es el peor escenario que se puede presentar. En ese caso la mayoría de los componentes del ambiente existentes en el área de influencia del proyecto experimentarán una degradación más acentuada en su calidad ecológica al no ejecutarse las medidas ambientales necesarias. Aunque todo ecosistema tiene la capacidad de autorestaurarse paulatinamente, el hecho que el proyecto requiera de mantenimiento en su etapa de operación, fase en la que tampoco se aplicarán medidas de gestión ambiental, hará que la degradación de los factores ambientales se extienda en el tiempo, principalmente aquellos relacionados con las afectaciones al suelo y a la biodiversidad.

12.3. Pronóstico de la Calidad del Área de Influencia Considerando la Ejecución del Proyecto y con la Implementación del Programa de Gestión Ambiental

12.3.1. Tramo 1, Subestación San Benito – Subestación Terrabona

La gestión ambiental moderna contempla que cada proyecto sea concebido, diseñado y planificado considerando la variable ambiental, con lo cual se prevén y evitan muchos impactos al ambiente. Es necesario que en el equipo de trabajo que va a desarrollar un proyecto siempre se incorpore a un conocedor de la gestión ambiental cuya misión será incluir la protección del ambiente desde la fase de perfil del proyecto y materializar esta gestión en la fase de prefactibilidad y factibilidad técnica-económica de cada proyecto, así como en la etapa de ejecución y operación.

El diseño y planificación que se hará en el Tramo 1 del proyecto “Refuerzos para la conexión del Proyecto Hidroeléctrico Tumarín- I Etapa” logrará disminuir las emisiones de gases, ya que se hará una selección cuidadosa del sitio de emplazamiento de cada torre y los equipos de las Subestaciones a ampliar.

Cuando se requiera equipo automotor para desarrollar una obra, se seleccionará aquel equipo de menores dimensiones que asegure un desempeño eficiente en la ejecución de la obra. Al escoger un equipo de dimensiones reducidas se logrará que el ruido sea de menor intensidad, también es sabido que un equipo pequeño posee un motor pequeño, el cual consume menos combustible y genera menor cantidad de gases de combustión reduciendo las emisiones de SO₂, CO y NO_x.

La planificación prevista para el Tramo 1 de la línea de transmisión considerará potenciar el uso de caminos existentes, todo con el objetivo de reducir la construcción de accesos temporales, con lo cual también se logrará evitar o reducir los impactos al suelo.

El empleo de equipamiento que posea las menores dimensiones posibles asegura que los accesos temporales tendrán también menores dimensiones, obteniendo de esta manera la posibilidad de minimizar los efectos negativos sobre el factor ambiental suelo.

El plan de manejo del suelo donde se contempla proteger la capa fértil en aquellos sitios donde sea necesario remover dicha capa para emplearlo en posteriores labores de mitigación ambiental, reducirá las pérdidas de suelo fértil.

El agua es un factor ambiental cuya presencia es mínima en el área de influencia del tramo 1 del proyecto “Refuerzos para la conexión del Proyecto Hidroeléctrico Tumarín- I Etapa”, sin embargo, la ubicación cercana de la Playa de Moyúa y las Playitas permite que sus aguas sean utilizadas para la construcción de obras de concreto hidráulico durante la fase de construcción del proyecto.

El agua necesaria podrá ser transportada en camiones cisterna, probablemente de la playa de Moyúa ya que Las Playitas se encontraban secas a pesar de estar finalizando el invierno. El paisaje es un factor ambiental que será afectado levemente con la ejecución del proyecto si se considera la aplicación simultánea del programa de gestión ambiental concebido como parte del EIA.

En la condición de línea base el paisaje se encuentra fuertemente degradado de tal manera que los efectos que puede generar la ejecución del proyecto difícilmente puede agravar esa situación. Sin embargo, la aplicación de las medidas ambientales pueden mejorar ligeramente la condición del paisaje, sin que eso signifique que podrá transformar ese importante componente del ambiente.

La posibilidad de seleccionar previamente la ubicación de las torres y las estructuras de apoyo, facilitará el enmascaramiento de esos elementos sin llegar a ocultarlo por completo.

Una minuciosa selección de los sitios donde se emplazarán las torres y elementos de apoyo del proyecto, el mejoramiento de accesos existentes para su uso en las actividades del proyecto y el cierre inmediato de áreas intervenidas de forma temporal aseguran que la afectación a la cobertura vegetal será mínima.

Es importante destacar que estos impactos tienen un carácter temporal y son parcialmente reversibles. Para el componente del ambiente flora y fauna sus condiciones a mediano plazo serán un poco mejor que la calidad ecológica que tiene ese factor ambiental en la situación de línea base o sea, antes de la ejecución del proyecto.

Lo que indica que en el peor de los casos, el proyecto no provocará impactos a la biodiversidad, pero la aplicación de las medidas ambientales señala que a largo plazo el proyecto incidirá positivamente en las condiciones de la flora, aunque esto no significa que revertirá el proceso de degradación que enfrentan los componentes bióticos del ecosistema.

La relación directa que existe entre el estado de la vegetación y la fauna, ambos componentes que en su conjunto conforman la biodiversidad de todo ecosistema, permitirá que las medidas ambientales tendientes a recuperar y mejorar la cobertura vegetal redunden también en un efecto positivo para las especies animales que aún pernoctan en la zona, y a mediano y largo plazo podría significar el retorno de algunas especies que pueden encontrar refugio y alimentación en la vegetación que se recupera.

Sin embargo, es bueno señalar que inicialmente el aumento del ruido por las operaciones y la presencia de personal en forma continua dentro del derecho de vía del proyecto, causará el desplazamiento de algunas especies de fauna sensibles a ruidos y/o a la presencia humana, sobre todo aquellas que tienen un valor nutritivo, debido al Riesgo a la que se ven sometidas de forma constante por la caza que practican algunos pobladores.

Se prevé que el proyecto provoque un impacto positivo sobre el componente socio-económico del ecosistema, sin embargo, el carácter temporal de la construcción del proyecto no permite que este efecto se extienda en el tiempo. La experiencia demuestra que la ejecución de los proyectos de línea de transmisión repercute significativamente de forma positiva sobre el componente social, sin embargo, son impactos temporales.

Sin duda alguna que las ofertas de empleo que generará el proyecto con una mejor remuneración y beneficios sociales, incidirá en las otras fuentes de ocupación que ya existen en la zona, las cuales tendrán que mejorar su oferta de trabajo para mantener los peones que trabajan en la actualidad, principalmente en labores pecuarias.

Considerándose la delimitación de las zonas de influencia del proyecto durante el proceso de construcción, se prevé los siguientes impactos al ambiente económico:

- La empresa brindará conocimientos técnicos en la ejecución de las actividades del proyecto o lo concerniente a ello a los habitantes de sitios cercanos a la zona de trabajo, y esto les permitirá en el futuro contar con conocimientos que les facilitará poder encontrar trabajos en otras empresas del mismo rubro.

- La oferta de empleos mejor remunerados y con mayores beneficios sociales, permitirá una inyección económica semanal en la localidad, lo que dinamizará otra serie de negocios que existen en las comunidades ubicadas en el área de influencia del proyecto “Refuerzos para la conexión del Proyecto Hidroeléctrico Tumarín-I Etapa”.

12.3.2. Componente San Benito-Mulukukú (Tramos 2, 3 y 4).

En términos generales, la primera medida a aplicar para minimizar los impactos ambientales, se relaciona con diseñar y planificar la ejecución del proyecto tomando en cuenta la variable ambiental.

De esta manera, para cada componente del proyecto siempre se buscará la alternativa que evite o asegure que los impactos negativos sobre los diferentes factores que componen el ambiente sean minimizados al máximo posible.

Para asegurar la menor afectación posible al factor ambiental atmósfera durante la construcción de la Línea de Transmisión se seleccionará equipamiento que sea de las menores dimensiones existente en el mercado, pero sin afectar el grado de eficiencia que se necesita de ese equipamiento. Un equipo más pequeño emite menos ruido y como su motor es de menores dimensiones, consume menos combustible y por tanto emite menos gases.

Otro efecto que se produce con un equipo más pequeño es que las áreas por donde necesita transitar se reducen, minimizando al mismo tiempo la superficie de terreno afectado, los movimientos de tierra y por ende la posibilidad de suspensión de material particulado que pueda afectar la calidad del aire.

Durante la construcción y mantenimiento de la línea de transmisión hay un efecto negativo sobre la atmósfera que es el arco eléctrico y el campo electromagnético que se genera, sin embargo, la altura de cables y las distancias a que estarán ubicados esos cables evitarán que este fenómeno pueda afectar a algún ser viviente ya sea persona o especies de fauna.

El factor ambiental suelo es el más proclive a recibir efectos negativos de mayor magnitud como consecuencia de la ejecución del proyecto, aunque la magnitud de dichos efectos se reducen considerablemente al compararla con los impactos que ese factor ambiental puede recibir cuando no se aplica el Programa de Gestión Ambiental de forma paralela al desarrollo del proyecto.

Los resultados de la evaluación realizada demuestran que la magnitud de los impactos crece ligeramente en el tramo 3, que considera el segmento que une la Subestación Boaco con la ciudad de Río Blanco, lo cual se justifica por el relieve abrupto y pendientes fuertes que existen en ese tramo lo que exigirá mayores movimientos de tierra a la hora de nivelar el sitio de emplazamiento de cada torre o poste que soportarán los cables que conducirán la energía, lo mismo que a la hora

de construir los accesos temporales que se requiere para que los medios de transporte depositen todo el material muy cerca del lugar de trabajo.

En el tramo 2 hay una diferencia notable en cuanto a la magnitud de los impactos que se pueden presentar sobre el suelo, y en ese sentido esos resultados son razonables si se toma en cuenta que se trata de una zona donde las pendientes son suaves y una buena parte del trazado de la línea se ubica muy próxima a la carretera.

Cuando se considera que el proyecto se ejecutará con el desarrollo paralelo del Programa de Gestión Ambiental que forma parte del EIA, los efectos que se pueden generar sobre el factor ambiental agua se transforman completamente serán leves por lo que el agua podrá absorber ese impacto a mediano plazo, con lo cual se convierte en un impacto temporal y completamente reversible.

Las fuentes de agua superficiales están presentes en los tres tramos en que se ha dividido la parte de la línea de transmisión que unirá la Subestación de San Benito con la Subestación de Mulukukú.

Tramo 2

El embalse de Las Canoas, formado con el represamiento del río Fonseca, es la fuente de agua más importante localizada en el Tramo 2, sin embargo, la línea de transmisión no representa un foco de afectaciones a esa fuente de agua ya que en el peor de los casos se podrá utilizar agua para producir concreto hidráulico y en la fase de operación, la posibilidad de afectaciones prácticamente se reduce a un impacto nulo.

Otro uso que podrá tener el agua es para el desarrollo de actividades relacionadas con la gestión ambiental, ya sea para control de emisiones de polvo y material particulado o para riego de especies de flora que se siembren para mitigación ambiental.

Tramo 3:

Este tramo se encuentra en la cuenca hidrográfica del río Grande de Matagalpa y desde esa área drenan los ríos conocidos como Las Cañas, Olama, Compasagua, Bul Bul y Paiwas, los cuales podrían experimentar impactos irrelevantes, lo que es congruente con el uso que se puede dar a este importante componente durante la construcción y operación del proyecto “Refuerzos para conexión del Proyecto Hidroeléctrico Tumarín- I Etapa”.

Tramo 4:

El principal drenaje en el área se relaciona al río Grande de Matagalpa al cual drenan una gran cantidad de cursos de aguas superficiales, siendo los principales los ríos Tuma y Wilike, todos

con carácter permanente. La red de drenaje es de tipo dendrítica y presenta un fuerte control estructural.

Ambos ríos poseen gran caudal, de tal manera que la cantidad de agua que puede ser utilizada para la construcción del proyecto o para emplearla en actividades de gestión ambiental representa una afectación que puede ser absorbida fácilmente por esas fuentes de agua.

El paisaje representa un factor ambiental que según la línea base presenta un nivel de degradación progresivo, sin embargo, la ejecución del proyecto “Refuerzos para la conexión del Proyecto Hidroeléctrico Tumarín-I Etapa” con el desarrollo simultáneo del programa de gestión ambiental que forma parte del Estudio de Impacto Ambiental frenará ese deterioro a lo largo de esa franja que representa el derecho de vía de la línea de transmisión.

La posibilidad de diseñar y planificar previamente la ejecución del proyecto permitirá que los principales elementos que sobresaldrán en el horizonte puedan ser ubicados de tal manera que queden enmascarados por la vegetación mayor.

En el tramo 2 será más difícil poder enmascarar los elementos del proyecto que podrán afectar el paisaje debido a que las especies de flora que predominan son debajo porte.

En el tramo 4 se podrá mitigar un poco el impacto sobre el paisaje buscando como ubicar los elementos mayores del proyecto seleccionando para ello, los sitios donde puedan quedar ocultos o semi-ocultos a la vista cuando un observador se desplaza por la carretera mientras que en el tramo 3 será más fácil enmascarar los elementos de mayor tamaño que componen la línea de transmisión, al ejecutar el proyecto considerando la variable ambiental desde la fase de diseño y planificación. En este sentido, la ubicación de las estructuras de apoyo, en la medida de lo posible, podrá emplazarse en las laderas de las elevaciones del terreno, prefiriendo las laderas que se localizan al lado opuesto de las carreteras.

La ejecución del proyecto con la aplicación simultánea de las medidas y acciones ambientales permitirá una leve mejoría en las condiciones existentes en el factor biodiversidad, según los resultados de la evaluación realizada como parte del Estudio de Impacto Ambiental.

Al comparar la situación que puede generar la ejecución del proyecto considerando el desarrollo paralelo de las medidas y acciones ambientales con las condiciones de línea base, se puede esperar una mejoría sobre los factores flora y fauna en los tramos 2 y 4, mientras que en el tramo 3 prácticamente se espera que la situación se mantenga muy parecida, aunque mucho mejor si el proyecto se desarrolla con la aplicación de esas medidas ambientales planteadas en el capítulo XIV, Programa de Gestión Ambiental.

Estos resultados se pueden esperar que sean acordes con la realidad debido a que el tramo 2 es el que presenta las peores condiciones para la biodiversidad en la situación de línea base y cualquier acción que se desarrolle en la dirección de mejorar la biodiversidad tendrá una repercusión

positiva en la flora y por ende en la fauna de la zona. En el tramo 4, que también presenta un deterioro considerable de la cobertura vegetal y de la fauna, toda medida ambiental que se ejecute para tratar de mejorar la situación de la biodiversidad podrá desarrollarse con buen suceso debido a las condiciones meteorológicas que existen en esa zona propia de bosque tropical húmedo.

En el tramo 3 la situación es diferente, ya que relieve abrupto facilita una mejor condición de la biodiversidad en la línea base, generando impactos de mayor magnitud dada la importancia que aún poseen la flora y la fauna de la zona considerada como propia un bosque premontano deciduo.

Los aspectos económico-sociales constituyen el factor ambiental que puede experimentar un efecto positivo de mayor magnitud si el proyecto se ejecuta con el desarrollo paralelo del programa de gestión ambiental concebido en el Estudio de Impacto Ambiental.

Las oportunidades de empleo en la gestión ambiental del proyecto también traerá la posibilidad de recibir capacitación que tendrá ese personal, con lo cual adquirirán conocimientos y desarrollarán habilidades que podrán aplicar en su entorno familiar después que el proyecto haya finalizado.

El respeto que tendrán los ejecutores del proyecto cuando necesiten trabajar en tierras de propiedad privada, que los llevará a solicitar el permiso de los dueños, llevará tranquilidad e ingresos adicionales en cada zona por el pago de la servidumbre de paso mejorando la relación con la población local.

XIII MAPA DE ZONIFICACION AMBIENTAL

Tomando en cuenta la gran longitud del trazado de la línea de transmisión, se han elaborado 4 mapas, correspondiente a igual número de tramos en los que se refleja el ambiente natural y humano, los diferentes elementos en el área de influencia del proyecto. Identificando los usos del suelo, la ubicación de las principales sitios poblados, la ubicación de la red hídrica que atraviesa la zona de influencia del proyecto, las área de influencias, caminos de penetración. Adicionalmente, se indican en el mapa los valores de los Riesgos más importantes que afectan el terreno.

Se observa que el entorno donde se desarrollara el proyecto, ha sido objeto de intensos cambios de uso del suelo, lo cual ha provocado la desaparición de la cobertura boscosa, al menos en el área de influencia del proyecto, lo cual es un indicio en la desaparición de la mayoría de especies de faunas que en algún momento, estuvieron asociadas al tipo de ecosistemas presente en el área de influencia del proyecto.

El mapa, en síntesis presenta una idea general de la situación ambiental y las principales Riesgos potenciales en la zona donde se emplazará el proyecto.

El Anexo 8, contiene los mapas de zonificación ambiental elaborado para cada tramo definido.

XIV PROGRAMA DE GESTION AMBIENTAL

14.1. Generalidades

Una vez analizadas y cuantificadas los potenciales Riesgos e impactos ambientales, derivados de las actividades propuestas y descritas en capítulos anteriores; se ha elaborado el presente Plan de Gestión Ambiental (PGA), mismo que contiene un conjunto de planes orientados a prevenir, mitigar y remediar, según el caso, los efectos ambientales negativos, así como también a maximizar los efectos positivos, propios de la construcción y operación/mantenimiento de la línea de transmisión del proyecto "Refuerzos para la Conexión del Proyecto Hidroeléctrico Tumarín- I Etapa".

El Programa de Gestión Ambiental (PGA) del proyecto contiene las medidas de minimización, control y monitoreo de impactos ambientales, tanto de aquellos identificados en el EIA sobre cuya posibilidad de ocurrencia se tiene cierto grado de certeza, como de aquellos impactos potenciales que son posibles a partir de riesgos o incidentes (contingencias) y paralelamente cumplir con el marco legal nacional vigente en materia de medio ambiente y seguridad.

El Plan de Gestión Ambiental deberá ser entendido como una herramienta dinámica, y por lo tanto variable en el tiempo, la cual deberá ser actualizada y mejorada en la medida en que los procedimientos y prácticas se vayan implementando, o cuando se modifiquen los procesos productivos. Esto implica que el personal de ENATREL, vinculados al gerenciamiento ambiental del proyecto deberá mantener un compromiso hacia el mejoramiento continuo de los aspectos ambientales en las actividades de construcción, operación y mantenimiento del sistema. El PGA, será parte de los acuerdos contractuales entre el Contratistas y ENATREL.

Los planes presentados podrán ser actualizados de manera independiente, mejorando las medidas propuestas, en función de requerimientos legales, cambios en las técnicas ambientales y mejoras en la gestión ambiental interna del Contratista y ENATREL.

14.1.1. Objetivos Generales del PGA

Prevenir, corregir o mitigar los potenciales impactos a ser causados sobre los elementos del medio físico, biológico y social por la ejecución del Proyecto, a través de la aplicación de medidas técnico - ambientales eficientes y del cumplimiento de las normas vigentes en el país.

Objetivos Específicos

- Establecer y recomendar medidas de protección, prevención, atenuación, restauración y compensación de los efectos perjudiciales o dañinos que pudieran resultar de las actividades de construcción y operación de la obra sobre los componentes ambientales.
- Sistematizar la gestión ambiental de ENATREL, en relación al proyecto
- Establecer y recomendar medidas, acciones de prevención y mitigación de efectos de los componentes ambientales sobre la integridad y estabilidad de la obra.
- Estructurar acciones para afrontar situaciones de riesgos y accidentes durante el funcionamiento de las obras.

14.1.2. Marco Político del PGA

El marco de política del PGA; se enfoca en proteger y/o recuperar el medio ambiente; así como, mantener una armonía social; entre los cuales se considera propiciar una conciencia ambiental en los trabajadores como en los pobladores (incluye urbanizaciones), de las áreas aledañas al proyecto.

Lineamientos Estratégicos del PGA

Las líneas estratégicas serán las siguientes:

- Conservación del medio ambiente.
- Protección de la salud y seguridad.
- Respeto y contribución a los intereses de la población involucrada.
- Interrelación interinstitucional.

Para el cumplimiento de las acciones contenidas en los diferentes planes esquematizados en el presente Plan de Gestión Ambiental, **ENATREL** asume el compromiso de financiar las partidas necesarias que garanticen su ejecución. Asimismo, de ser el caso, para fines de selección de posibles empresas contratistas para la ejecución del proyecto, ENATREL, tendrá en consideración el compromiso de los oferentes de presupuestar los costos que demanden tales acciones, con miras a dar cumplimiento al presente PGA.

El personal responsable de la ejecución del PGA en la etapa de construcción y de cualquier aspecto relacionado a la aplicación de la normatividad ambiental, deberá recibir la capacitación y

entrenamiento necesario, de tal manera que le permita cumplir con éxito las labores encomendadas. Esta tarea estará a cargo del Contratista, Gerencia de Ingeniería y Proyectos y la Unidad de Gestión Ambiental de ENATREL, cuyos temas estarán referidos al control ambiental, análisis de datos, muestreo de campo, administración de una base de datos ambiental, seguridad ambiental y prácticas de prevención ambiental. En la etapa de Operación le corresponde a la ENATREL los Departamentos de Subestaciones y Líneas de Transmisión de Gerencia de Transmisión con el seguimiento de la Unidad Ambiental de ENATREL.

14.1.3. Componentes del Plan de Programa de Ambiental

El Plan de Gestión Ambiental para el Proyecto en estudio comprenderá los siguientes planes:

- Plan de Implementación de Medidas Ambientales
- Plan de Contingencia
- Plan de Reforestación
- Plan de Capacitación y Educación Ambiental
- Plan de Control y Monitoreo Ambiental
- Plan de Comunicación y Participación Ciudadana
- Plan de Cierre

14.2. Plan de Implementación de Medidas Ambientales

Objetivo: Garantizar las inversiones necesarias para el buen desarrollo de las Medidas Ambientales y el Programa de Gestión Ambiental, desarrollado dentro del marco del presente estudio.

14.2.1. Generalidades

El plan de implementación de las medidas ambientales conlleva la estrategia que necesita el proyecto para implementar correctamente las medidas ambientales, considerando la estructura funcional existente a lo interno de ENATREL. El plan pretende ubicar en el tiempo todas las actividades con sus respectivos responsables. Como parte de este acápite, se elaborará un cuadro en el cual se incluye las medidas y el proceso a que está relacionado, las acciones y la periodicidad, así como el responsable de ejecución.

El objetivo del plan de implantación de las medidas ambientales contenidas en el plan de gestión ambiental tienen es asegurar los recursos técnicos, humanos y financieros aseguren la efectividad y la aplicación del mismo. Estas acciones están concebidas para ejecutarse de manera gradual y con un enfoque centrado en prioridades, en el período de ejecución del proyecto, y representan el compromiso de ENATREL, tanto en el proceso de elaboración como en la implementación de las acciones, con el fin de garantizar el eficiente desempeño ambiental de la empresa.

La implementación de las medidas ambientales, está dirigido a fortalecer el desempeño ambiental de ENATREL, fortalecer la gestión ambiental y su capacidad de respuesta a las

demandas ambientales del proyecto (optimizar y potenciar esfuerzos y recursos), así como lograr una efectiva participación e involucramiento directo de los empleados en la gestión ambiental del proyecto.

14.2.2. Acciones a Desarrollar

La implementación del plan de gestión ambiental y el desempeño ambiental requiere algunas condiciones básicas que ENATREL, se compromete a desarrollar:

- Definir los roles y responsabilidades de los recursos técnicos y humanos que participarán en la gestión ambiental del proyecto.
- Adopción de mecanismos efectivos de coordinación entre los diferentes niveles jerárquicos de ENATREL.
- ENATREL, se compromete a estrechar la coordinación con las instituciones gubernamentales que tienen competencia en la regulación ambiental del proyecto.
- Fortalecer y llevar a la práctica un registro sistemático donde se documente la gestión ambiental del proyecto.
- Incorporar las acciones contenidas en el plan de implementación de las medidas ambientales en los planes anuales de inversión del proyecto para el horizonte de tiempo estipulado, así como en la parte contractual entre el ENATREL y los contratistas o responsable de la ejecución de las obras.
- Mantener un sistema de capacitación continuo para las personas involucradas en la gestión ambiental del proyecto, con el fin de crear una “cultura ambiental” sólida y generalizada dentro del personal de la empresa.
- Crear un sistema de reportes, bitacora y registros que garantice el seguimiento continuo de cada fase del ciclo de vida del proyecto objeto de la gestión ambiental y de la gestión ambiental global de ENATREL.
- Procesar la información para obtener los escenarios de aciertos y desaciertos en torno al sistema de gestión.
- Revisar en forma continua los objetivos y metas de las fases de planeamiento e implementación. esta es una tarea que se hará de forma permanente con el objetivo de introducir los ajustes que requiera el plan de gestión ambiental del estudio de impacto ambiental.

Evaluación, control y seguimiento del plan de acción

La evaluación, el control y el seguimiento a los avances de las medidas implementadas responsabilidad de la Unidad de Gestión Ambiental de ENATREL en coordinación con el contratista y la Gerencia de Ingeniería para la etapa de construcción y con la Gerencia de Transmisión en la etapa de Operación y Cierre del Proyecto. Para lograr el control y seguimiento efectivo del plan de acción será necesario visitas sistemáticas al proyecto durante la construcción y operación, reuniones periódicas entre los diferentes actores para evaluar los resultados y establecer las medidas correctivas necesarias para el cumplimiento de las metas y objetivos trazados.

Las instancias responsables de la operatividad del plan deberán elaborar y divulgar un informe periódico a las autoridades ambientales locales y nacionales vinculadas al proyecto, sobre los avances, así como la problemática presentada en su implementación.

Actualización periódica del plan de gestión ambiental

Con el fin de realizar una revisión periódica del grado de avance del plan de implementación de las medidas ambientales, se hace necesario un análisis de los logros obtenidos, el ajuste de la planificación y la posible extensión del horizonte temporal para algunas acciones. Todo esto deberá realizarse cada año y la misma dependerá de los resultados obtenidos, del dinamismo de las gestiones de todos los actores involucrados y del éxito en la implementación de las acciones, así como de la comunicación fluida con MARENA.

En la tabla siguiente se presenta el procedimiento operativo necesario para llevar un control de la implementación de las medidas ambientales que incluya cada uno de los componentes descritos en el mismo.

Esta es una propuesta de implementación, lo cual por lo complejo del caso y por las implicaciones de inversión de capital y de personal, tendrá que irse ajustando en el tiempo a medida que se desarrolle.

EIA REFUERZOS PARA LA CONEXIÓN DEL PROYECTO HIDROELECTRICO TUMARIN –
I ETAPA

Tabla 14.1. Plan de Implementación de las Medidas Mitigación, Restauración, Compensación Ambiental dl Proyecto

ETAPA	TIPO DE MEDIDA	MEDIDA			OPORTUNIDAD Y LUGAR DE IMPLEMENTACIÓN		INDICADORES DE CUMPLIMIENTO
		Nombre	Objetivos	Descripción	Responsable de ejecución de la medida	Lugar de Implementación	
PLAN DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN							
COMPONENTE: Geomorfología							
Construcción	Preventivas y Mitigación	Estabilización del suelo, en taludes y excavaciones,	Estabilizar el suelo en los sitios de corte y excavaciones en el proceso de construcción de las obras permanentes del Proyecto.	Se realizarán acciones de tipo preventivo como la planeación de los sitios donde se instalaran los postes o torres seleccionando los sitios donde no representen peligro de deslizamiento, o en laderas con pendientes fuertes, se considerará la implementación de obras para el manejo de aguas lluvias e infiltración, la protección de taludes, etc.	Ejecutores del proyecto supervisados por la Unidad de Gestión Ambiental.	En los Sitios donde se ubicaran las estructuras de apoyo de la línea de transmisión.	(1) Verificar un mantenimiento adecuado de taludes generales bajo conceptos de seguridad. (2) Realizar un registro, mediante inspección visual, de laderas, notificando cambios abruptos, escarpes o grietas que podrían ser indicativos de un deslizamiento. (3) Informe anual que dé cuenta de los sectores con inestabilidad de laderas y taludes, registro de las inspecciones visuales de laderas y de las medidas correctoras.
COMPONENTE: Edafología							
Construcción	Mitigación	Delimitación de las zonas de faenas	Proteger las zonas de trabajo, para evitar afectación mínima a las áreas aledañas del suelo, y disminuir la pérdida y alteración del suelo. Resguardo del sitio, evitar que personas ajenas al proyecto incursionen en el sitio.	-Se restringirán las zonas de tránsito para personas, acumulación de materiales y circulación de maquinarias y vehículos de todo tipo asociadas a las obras. -Se realizará la demarcación perimetral utilizando banderillas o estacas. -En cuanto al	Ejecutores del proyecto, supervisado por la Unidad de Gestión Ambiental	Áreas de faenas del Proyecto de línea de transmisión de energía	(1) Se verifica que las áreas donde se realicen las faenas estén delimitadas. (2) Se verifica el cumplimiento en la ocupación de las áreas definidas para el acopio de materiales en cada faena, mediante la presencia o ausencia de intervención en áreas aledañas a las obras.

EIA REFUERZOS PARA LA CONEXIÓN DEL PROYECTO HIDROELECTRICO TUMARIN –
I ETAPA

ETAPA	TIPO DE MEDIDA	MEDIDA			OPORTUNIDAD Y LUGAR DE IMPLEMENTACIÓN		INDICADORES DE CUMPLIMIENTO
		Nombre	Objetivos	Descripción	Responsable de ejecución de la medida	Lugar de Implementación	
				material vegetal cortado, éste podrá ser utilizado (si no es retirado del área) para la protección del suelo aledaño al trazado de los caminos de construcción, como una forma de delimitar las áreas intervenidas, dispuestos en forma longitudinal al trazado del camino.			
Construcción	Mitigación	Implementación de buenas prácticas ambientales en el desarrollo de las obras de la etapa de construcción	Minimizar las superficies requeridas para las obras, incluyendo los botaderos de suelo y rocas (cortes y terraplenes) resultantes para evitar, reducir y mitigar el impacto del suelo y no alterar el patrón de drenaje de las áreas a intervenir.	Se ejecutarán las obras de construcción aplicando las técnicas más adecuadas y eficientes para la minimización de los efectos producidos por tales actividades, tales como: En todos los sitios donde se realicen cortes de suelo se estabilizarán los taludes Se minimizará la construcción de huellas de acceso hacia las torres y los cortes y rellenos para la construcción	El ejecutor del proyecto asegurará que se definan sobre el terreno las áreas a intervenir.	Caminos y accesos temporales del proyecto, área de instalación de torres y área de almacenamiento de	(1) Antes de terminar la instalación de las torres, se verificará la restauración de los taludes mediante la utilización de material vegetal. No obstante ello, a continuación se entrega una ampliación del indicador de cumplimiento: (2) Verificar un mantenimiento adecuado de taludes generales bajo conceptos de seguridad y estabilidad. (3) Realizar un registro de laderas (zonas de pendientes pronunciadas), mediante inspección visual, notificando cambios, escarpes o grietas que podrían ser indicativos de un deslizamiento y verificando las medidas correctoras. (4) Mediante inspección visual se verifica que las áreas donde se realicen las faenas estén delimitadas, mediante la demarcación perimetral de éstas utilizando banderillas o estacas. (5) Mediante inspección visual se verifica la mantención del área circundante y la minimización de la construcción de huellas de acceso hacia las torres y los cortes y rellenos para la construcción de las torres. (6) Observación de la recomposición topográfica final en el sitio utilizado por las torres.

EIA REFUERZOS PARA LA CONEXIÓN DEL PROYECTO HIDROELECTRICO TUMARIN –
I ETAPA

ETAPA	TIPO DE MEDIDA	MEDIDA			OPORTUNIDAD Y LUGAR DE IMPLEMENTACIÓN		INDICADORES DE CUMPLIMIENTO
		Nombre	Objetivos	Descripción	Responsable de ejecución de la medida	Lugar de Implementación	
				de las estructuras de soporte En los terrenos quebrados se instalarán las torres en dos niveles, adecuándolas a la pendiente del terreno.			
Construcción	Mitigación	Estabilización de laderas y taludes en zonas inestables.	Estabilizar los taludes de los cortes del suelo de los taludes de los terraplenes, evitando así el deslizamiento de suelo y roca.	Se realizará donde se requiera la protección física del suelo impactado por el desarrollo de las obras. La estabilización vía re-vegetación, construcción de gaviones, si fuese necesario entre otros.	El ejecutor del proyecto aplicará esta medida que será supervisada por la Unidad de Gestión Ambiental.	Caminos internos del Proyecto.	(1) Se verifica que con material acopiado se recuperen los suelos aledaños al trazado de los caminos proyectados. (2) Se verifica que se estabilizaron las laderas, con madera y restos vegetales. (3) Se registra que los caminos, en zonas de pendientes sobre los 10°, cuentan con bermas laterales.
Construcción	Mitigación	Conservación del material vegetal y uso en la restauración de la zona aledaña a las torres.	Mitigar el impacto en el suelo como consecuencia de la instalación de las torres del sistema de transmisión eléctrica, para evitar la generación de procesos erosivos posteriores.	Se realizará un despeje superficial del terreno, retirando los tocones de los árboles y arbustos. Se procederá a ejecutar las excavaciones en el terreno sobre el cual se construirán las fundaciones de las torres. El material producto de la excavación será reutilizado en la reparación final del área intervenida.	El responsable ambiental del proyecto ejecutará esta medida.	Zona de instalación de torres de alta tensión	(1) Previo a la instalación de las torres se habrá realizado la remoción de los tocones de los árboles y arbustos presente en el área de las bases de las torres. (2) Si corresponde, se verificará que el material obtenido a partir de la excavación, para instalación de las torres y escarpe del terreno, se ha utilizado para el relleno compactado. (3) Se verificará que el material vegetal, si existe, se haya dejado en el entorno a la estructura de las torres en forma homogénea. (4) Transcurridos seis meses de la instalación de torres, el material vegetal habrá sido esparcido en torno a las estructuras. (5) Después de dos años de haber realizado las actividades antes mencionadas, el suelo deberá tener las características basales en cuanto a nivel de erosión, si existe.

EIA REFUERZOS PARA LA CONEXIÓN DEL PROYECTO HIDROELECTRICO TUMARIN –
I ETAPA

ETAPA	TIPO DE MEDIDA	MEDIDA			OPORTUNIDAD Y LUGAR DE IMPLEMENTACIÓN		INDICADORES DE CUMPLIMIENTO
		Nombre	Objetivos	Descripción	Responsable de ejecución de la medida	Lugar de Implementación	
				El material vegetal será esparcido entorno a la estructura, en forma homogénea, para evitar la generación de procesos erosivos. El material que no pueda ser esparcido y los escombros, serán trasladados hasta un botadero autorizado, habilitados en el área correspondiente de instalación de faenas.			
Construcción	Prevención	Suministro de Equipo de protección Personal - EPP	Prevenir accidentes laborales	Todo el personal involucrado en el proyecto; dependiendo del área de trabajo, deberá estar dotado de EPP y de implementos de seguridad, tales con chalecos con cintas reflectoras, botas, guantes, casco, Ejecutar charlas de seguridad industrial, uso de EPP.	El responsable de higiene y seguridad del trabajo del proyecto.	Zona de instalación de torres de alta tensión.	(1) Actas de entrega de suministro de EPP. (2) Material de capacitación sobre seguridad industrial. (3) Personal portando sus EPP
Componente: Hidrología							
Construcción y operación	Prevención	Prohibición relacionada con el lavado de equipos y maquinarias en cursos naturales.	Prevención de la contaminación de agua superficial.	Todo el personal será orientado sobre la prohibición del lavado de vehículos y maquinarias	Ejecutor del proyecto.	Ríos y quebradas localizados en el área de influencia del proyecto.	Disposición administrativa prohibiendo el lavado de vehículos dentro de fuentes de agua.

EIA REFUERZOS PARA LA CONEXIÓN DEL PROYECTO HIDROELECTRICO TUMARIN –
I ETAPA

ETAPA	TIPO DE MEDIDA	MEDIDA			OPORTUNIDAD Y LUGAR DE IMPLEMENTACIÓN		INDICADORES DE CUMPLIMIENTO
		Nombre	Objetivos	Descripción	Responsable de ejecución de la medida	Lugar de Implementación	
				dentro cauces naturales.			
COMPONENTE: Ruido y Vibraciones							
Construcción	Mitigación	Se regularan los niveles sonoros, por actividades constructivas en y flujo vehicular pesado	Evitar, reducir el impacto sonoro sobre el receptor; durante la etapa de construcción del proyecto.	Se realizará la revisión del estado de silenciadores y cuando sea posible de la maquinaria y medios de transporte, se evitará la superposición de faenas. Se implementará un cierre perimetral de faenas o barreras acústicas parciales en tramos que cubran frentes de faena. Para flujo vehicular pesado, se limitará y controlará la velocidad máxima de circulación, y se evitará mantener los vehículos pesados detenidos con motor encendido sin realizar actividad. Se ajustara estrictamente a horarios diurnos.	Ejecutor del proyecto con supervisión de Unidad de Gestión Ambiental.	Caminos, y sitio de emplazamiento de cada una de las torres.	(1) Implementación de medidas de restricción horaria y de frecuencia de aplicación de las labores de instalación de la Línea de Transmisión de energía. (2) Implementación de señalética de restricción de velocidad
COMPONENTE: Calidad del Aire							
Construcción	Mitigación	Riego de vías de accesos y áreas de movimientos de tierra.	Disminuir las cantidades de material particulado generado por el tránsito de vehículos y maquinaria, por las vías de	Se aplicará riego las veces que sea necesario mediante la utilización de camiones cisternas, en el suelo impactado descubierto de	Responsable ambiental del proyecto.	Caminos secundarios y caminos de acceso al proyecto, donde haya población cercana.	(1) Registro que señale la cantidad de días en los cuales se aplicó la medida, receptores sensibles y caminos en los cuales se implementó la medida. (2) Se verifica el nivel de humedad de los caminos mediante observación visual. (3) Informe con una periodicidad semestral, que dé cuenta de la implementación de la medida a la Autoridad Ambiental.

EIA REFUERZOS PARA LA CONEXIÓN DEL PROYECTO HIDROELECTRICO TUMARIN –
I ETAPA

ETAPA	TIPO DE MEDIDA	MEDIDA			OPORTUNIDAD Y LUGAR DE IMPLEMENTACIÓN		INDICADORES DE CUMPLIMIENTO
		Nombre	Objetivos	Descripción	Responsable de ejecución de la medida	Lugar de Implementación	
			acceso y circulación del proyecto.	vegetación por los movimientos de tierra, cortes, excavaciones, en los sitios temporales donde se acumula el suelo, en los accesos.			
Construcción	Mitigación	Cubrimiento de vehículos de transporte de materiales de la construcción	Evitar la dispersión del material de retiro que es trasladado hacia el botadero autorizado	Los medios de transporte que trasladarán los desechos o residuos deberán de portar lona.	Cada operador de medios de transporte tendrá la responsabilidad de colocar la carpa.	Todo el Proyecto.	(1) Informe con una periodicidad trimestral, que dé cuenta del cumplimiento de la medida. Dicho informe contemplará el registro de salida de camiones tolva en donde se implementó la medida.
Construcción	Mitigación	Cubrimiento y humectación de material acopiado	Disminuir la dispersión de material particulado por efecto del viento, presente en el área del proyecto.	Aplicación de riego a los montículos de suelo almacenados temporalmente en el sitio. Por lo menos dos veces por día.	Ejecutor del proyecto.	Zonas de acopio de materiales de construcción	(1) Informe con una periodicidad semestral, que dé cuenta de la implementación de la medida en relación a la humectación y cubrimiento del total de los acopios cercanos a receptores sensibles, en los cuales se hubiese identificado el requerimiento de control de humedad y cobertura, durante toda la etapa de construcción. Este informe será enviado a la Autoridad Ambiental, sin perjuicio que la información estará disponible para consulta de la Autoridad en las instancias que lo estime pertinente. (2) Se verificará la existencia de un registro que señale la cantidad de días en los cuales se aplicó la medida (manteniendo la eficiencia de humectación). (3) Se verificará el nivel de humedad de los acopios mediante observación visual.
Construcción	Mitigación	Control de velocidad de los vehículos dentro del área de faena	Mitigar la generación de material particulado sobre la calidad del aire por el tránsito de vehículos por caminos no pavimentados.	Se instalará señalética indicando los límites de velocidad dentro de la faena. Se informará a contratistas y operarios propios del Proyecto de la medida a aplicar.	Cada operador de medio automotor se ajustará a las regulaciones internas del proyecto.	Áreas de faenas del Proyecto.	(1) Antes que comiencen las actividades de construcción, todos los caminos donde se efectuará flujo vehicular asociados al desarrollo del Proyecto, contarán con señalética indicativa y restrictiva de velocidad permitida.

EIA REFUERZOS PARA LA CONEXIÓN DEL PROYECTO HIDROELECTRICO TUMARIN –
I ETAPA

ETAPA	TIPO DE MEDIDA	MEDIDA			OPORTUNIDAD Y LUGAR DE IMPLEMENTACIÓN		INDICADORES DE CUMPLIMIENTO
		Nombre	Objetivos	Descripción	Responsable de ejecución de la medida	Lugar de Implementación	
Construcción	Mitigación	Revisión e inspección de todos los vehículos y maquinarias	Disminuir la generación de material particulado y gases, producto del mal funcionamiento de los equipos.	Se exigirá al contratista que presente al inicio del contrato un programa de mantenimiento de cada tipo de maquinaria y vehículo. Se exigirá que los medios de transporte, equipos y maquinaria estén en buen estado mecánico.	El responsable de mecánica llevará un mantenimiento riguroso de cada medio de transporte.	Todo el Proyecto.	(1) Se verifica el cumplimiento riguroso del plan de mantenimiento presentado por el contratista. (2) Antes de comenzar las obras de construcción, todos los vehículos de bajo tonelaje, contarán con su documentación de revisión técnica al día y deben encontrarse en buen estado mecánico.
COMPONENTE: Flora y Vegetación Terrestre							
Construcción operación y mantenimiento o de líneas de transmisión eléctrica	Mitigación	Apertura de la brecha forestal, mantenimiento del área de servidumbre.	Restringir la corta de la vegetación a lo estrictamente necesario para reducir el área de afectación en el área de servidumbre de la línea.	Considera las siguientes medidas aplicables al corredor de servidumbre de las líneas de transmisión eléctrica: En la apertura de la brecha forestal para la instalación de los conductores, se afectara de forma efectiva una faja de 4 - 5 m aproximadamente del área de servidumbre (30 m). y exclusivamente los individuos que, en edades	El responsable ambiental del proyecto ejecutará esta medida.	Área de construcción y mantención de líneas de transmisión eléctrica.	(1) Levantado Inventario Forestal. (2) Aprobado Permiso de Corte y poda de Árboles por INAFOR. (3) Informe de la apertura de la brecha forestal en la etapa de construcción (valoración de daños en el área de servidumbre). (4) Informe anual de la intervención de la vegetación en el corredor de servidumbre como consecuencia de las actividades de mantenimiento de las líneas de transmisión eléctrica.

EIA REFUERZOS PARA LA CONEXIÓN DEL PROYECTO HIDROELECTRICO TUMARIN –
I ETAPA

ETAPA	TIPO DE MEDIDA	MEDIDA			OPORTUNIDAD Y LUGAR DE IMPLEMENTACIÓN		INDICADORES DE CUMPLIMIENTO
		Nombre	Objetivos	Descripción	Responsable de ejecución de la medida	Lugar de Implementación	
				adultas, pudieran intervenir la zona de seguridad de las líneas de transmisión eléctrica. - Fuera del área de la brecha forestal en el área de servidumbre se evitará la corta de especies arbustivas que posean una altura menor a cuatro metros, las ramas de árboles de mayor altura o árboles que representen peligro de interactuar con la líneas, cortaran o se podarán previa autorización de las autoridades competentes. - El corte de los individuos se realizará a unos 30 cm de altura y no se removerán los tocones remanentes.			
Construcción y operación	Mitigación	Protección de la flora y fauna nativa	Minimizar la afectación por personal de terreno, con los	Implementar un programa de capacitación o educación	El responsable ambiental del proyecto ejecutará esta medida.	Todo el Proyecto.	(1) Registro de trabajadores capacitados en materias ambientales de protección de flora, fauna. (2) Reporte con diseño e implementación de

EIA REFUERZOS PARA LA CONEXIÓN DEL PROYECTO HIDROELECTRICO TUMARIN –
I ETAPA

ETAPA	TIPO DE MEDIDA	MEDIDA			OPORTUNIDAD Y LUGAR DE IMPLEMENTACIÓN		INDICADORES DE CUMPLIMIENTO
		Nombre	Objetivos	Descripción	Responsable de ejecución de la medida	Lugar de Implementación	
			componentes Flora y Vegetación Terrestre y Fauna de Vertebrados Terrestres.	ambiental y la instalación de señalética,			paneles o señalética instalada en el área del proyecto con motivo de protección de flora y fauna. (3) Informe de verificación del cumplimiento del reglamento de control de tránsito.
COMPONENTE: Fauna de Vertebrados Terrestres							
Construcción y mantenimiento o de líneas de transmisión eléctrica	Mitigación	Restricciones de corta de vegetación durante la construcción y mantenimiento de las líneas de transmisión eléctrica	Evitar el corte de tala rasade la vegetación situada al interior del corredor de servidumbre de las líneas de transmisión eléctrica para asegurar la permanencia y regeneración de la vegetación, en dicho lugar.	Ver Componente Flora y Vegetación Terrestre (medidas de mitigación)	El responsable ambiental del proyecto aplicará esta medida.	Todo el Proyecto.	Ver Componente Flora y Vegetación Terrestre (medidas de mitigación).
Construcción	Mitigación	Rescate y relocalización de vertebrados terrestres	Mitigar el potencial impacto de la pérdida de individuos de fauna nativa, dentro y fuera de áreas de valoración ambiental, en el Área de Influencia directa del Proyecto.	Se rescatarán los individuos de fauna que queden atrapados o se encuentren en peligro por las actividades del proyecto trasladándolos a sitios seguros dentro del área de influencia de la de la línea de transmisión.	El responsable ambiental del proyecto ejecutará esta medida.	Áreas intervenidas mediante roce y despeje de vegetación del corredor definido para la línea de transmisión.	(1) Informe de rescate y relocalización de especies de vertebrados terrestres. (2) Informe de seguimiento.
Operación	Mitigación	Instalación de dispositivos salvapajaros en la línea de transmisión.	Prevenir la colisión de avifauna en líneas de transmisión eléctrica	En los sitios de interés definidos en este estudios se instalaran dispositivos salvapajaros para mitigar muerte de	El responsable ambiental del proyecto ejecutará esta medida.	Área de construcción y mantención de líneas de transmisión	(1) Generación de informe del estudio específico para la determinación de lugares prioritarios de instalación de medidas de mitigación de colisiones. (2) Generación de informe de implementación de medidas de mitigación de colisión.

EIA REFUERZOS PARA LA CONEXIÓN DEL PROYECTO HIDROELECTRICO TUMARIN –
I ETAPA

ETAPA	TIPO DE MEDIDA	MEDIDA			OPORTUNIDAD Y LUGAR DE IMPLEMENTACIÓN		INDICADORES DE CUMPLIMIENTO
		Nombre	Objetivos	Descripción	Responsable de ejecución de la medida	Lugar de Implementación	
				las aves por colisión en los cables de la línea de transmisión. “salva pájaros”.			
COMPONENTE: Dimensión Antropológica							
Operación	Mitigación	Información comunitaria sobre accidentes y/o desastres naturales en obras de infraestructura, tanto del proyecto como la existente en el área del proyecto.	Implementar un proceso de comunicación con las comunidades dentro del área de influencia del proyecto, focalizado en atender la generación de inquietud por eventuales accidentes y/o fenómenos naturales.	La medida incluye, básicamente, una línea de acción asociada a la comunicación del riesgo de un aspecto sensible para la comunidad. Las líneas de acción implementadas son las siguientes: • Consulta con las comunidades sobre las principales preocupaciones y/o inquietudes en torno a los eventuales riesgos naturales. • Realizar un proceso informativo itinerante, dirigido a pobladores. Se realizarán visitas y entrevistas personales, tanto durante la etapa de construcción y otra durante la operación del Proyecto para conocer su experiencia en materia de riesgos naturales.	El responsable ambiental del proyecto ejecutará esta medida apoyado por los profesionales necesarios.	Sectores poblados cercanos al Proyecto.	(1) Informe que dé cuenta de las acciones y campañas informativas y visitas de profesionales a la población dentro del área de influencia del proyecto, así como de la evaluación de percepción ex-antes y ex-post al proceso informativo.

EIA REFUERZOS PARA LA CONEXIÓN DEL PROYECTO HIDROELECTRICO TUMARIN –
I ETAPA

COMPONENTE: Dimensión Bienestar Social							
Construcción	Mitigación	Generación de empleo local	Garantizar el empleo a los pobladores de la zona de influencia del proyecto.	Sera política que le Contratista emplee la contratación de mano de obra local y proveedores locales, en primer orden como parte de los compromisos del proyecto, esto será establecido en los lineamientos de las contrataciones.	Etapas de construcción del PHA	Localidades del área de influencia del Proyecto,	(1) Informe anual que dé cuenta del número de contrataciones locales en el PHA.
Instalación	Prevención	Prevenir conflictos sociales con dueños de propiedad sobre el corredor definido para la línea de transmisión de energía.	Prevenir los conflictos sociales y económicos que pudiesen surgir por el uso del espacio del terreno ocupado por la línea de transmisión de energía.	Se realizará las acciones siguientes: - Levantamiento catastral de las propiedades afectadas. - Avalúo catastral de las propiedades. - Pago de la Servidumbre. - Pago de daños por la construcción y operación de la línea de transmisión.	Unidad de servidumbre del la GIP	Localidades del área de influencia del Proyecto.	(1) Base de datos del levantamiento catastral. (2) Base de datos de los avalúos realizados. (3) Acuerdos notariales de los acuerdos entre el ENATREL y los dueños de propiedad.
COMPONENTE: Paisaje							
Construcción y operación	Mitigación	Medidas generales para la protección del paisaje Separar las prohibiciones de las buenas prácticas.	Establecer y promover normas de conducta o buenas prácticas que tendrán como objetivo evitar la eventual generación de impactos sobre el paisaje local, producto de un inadecuado desarrollo de las faenas y/o actividades directamente relacionadas con la	• Mediante sensibilización el contratistas instruirá a todos los trabajadores del proyecto, sobre las restricciones y/o prohibiciones destinadas a evitar prácticas que pudieran afectar el paisaje local, tales como: • Botar o tirar cualquier tipo de residuos en sitios no autorizados por la autoridad ambiental y municipal. • Depositar, cualquier tipo de material, proveniente de	Etapas de construcción y operación del Proyecto.	Sitio de desarrollo de las actividades a realizar por contratistas y empleados del Proyecto.	(1) Informe anual que considere el porcentaje de trabajadores capacitados (horas de capacitación ambiental y contenidos de protección del paisaje dictados en la capacitación).

EIA REFUERZOS PARA LA CONEXIÓN DEL PROYECTO HIDROELECTRICO TUMARIN –
I ETAPA

			construcción del proyecto.	excavaciones en sitios no autorizados.			
Todas las etapas del proyecto	Medida de mitigación	Plan de Manejo de Residuos Sólidos	Controlar cualquier posible foco de contaminación ambiental.	Se ejecutará la recolección selectiva de desechos y residuos, potenciando el reciclaje de todos los residuos. Los desechos serán enviados para su depósito en sitios autorizados por las respectivas alcaldías.	El responsable ambiental del proyecto ejecutará esta medida.	En todas las áreas donde se abran frentes de trabajo.	Volúmenes de residuos reciclados y volúmenes de desechos enviados a los sitios autorizados.

Fuente: Multiconsult y Cía. Ltda.

EIA REFUERZOS PARA LA CONEXIÓN DEL PROYECTO HIDROELECTRICO TUMARIN –
I ETAPA

Tabla 14.2. Plan de Cierre

PLAN DE CIERRE							
COMPONENTE: Geomorfología							
Construcción	Reparación	Restauración de geoformas	Remodelar las geoformas intervenidas en la etapa de construcción, debido a la conformación del sitio de instalación de las torres de energía. Para ello se considera restituir el modelado de las geoformas a modo que se complemente con las medidas de recuperación de suelo y del paisaje.	En sitios donde se realizaron cortes para el emplazamiento de los elementos de apoyo de la línea de transmisión, los taludes se diseñarán y construirán otorgándole una pendiente máxima de 70° con respecto a la horizontal, la que será suficiente para conducir el escurrimiento superficial, atenuando las modificaciones requeridas por las operaciones e integrándola a su vez al perfil original del paisaje. Se complementa la información entregada en las medidas ambientales del EIA, incluyéndose lo siguiente: • Emparejamiento o recomposición topográfica. • Mantención de taludes. • Recuperación de la vegetación. • Aplicación de material de recubrimiento (capa de suelo vegetal de un espesor de 20 cm). Previo al recubrimiento se deberá realizar una labor de escarificado. • Asegurar el correcto drenaje del área.	Ejecutor del proyecto será el responsable por ejecutar el plan de cierre y abandono ordenado del área.	Laderas de escombreras	(1) Observación de un mantenimiento adecuado de taludes seguros. (2) Aplicación de sistemas de drenaje superficiales adecuados, de manera que no se observen escurrimientos sin control en el talud, y que la vez eviten procesos de erosión, e inestabilidad de taludes en los sitios de cada una de las torres. (3) Observación de una mantención y limpieza del área circundante y caminos de accesos internos del proyecto.
COMPONENTE: Edafología							
Construcción	Reparación	Revegetación de zonas con pérdida de suelo (según Plan de Restauración)	Los objetivos de la medida apuntan a cumplir los siguientes puntos: Conservar con especies herbáceas, arbustivas y arbóreas, sectores desprovistos de vegetación e intervenidos por obras civiles. Generar una formación vegetal similar y auto sostenible a las formaciones naturales pre-existentes.	Corresponde a una medida ambiental que permite la revegetación de zonas desprovistas de vegetación por la utilización temporal del suelo producto de la instalación de obras. Algunas obras provisionarias directamente relacionado con la medida son las siguientes: • La restauración del suelo se ejecutará bajo la secuencia de cierre definida para el Proyecto. • Para la restauración se considerará la superficie	Etapas de cierre del Proyecto.	Áreas de emplazamiento o de obras de infraestructura e instalaciones de apoyo de la línea de transmisión de energía.	(1) Porcentaje de la superficie de suelos y topografías restauradas según obra. (2) Cobertura de asociaciones vegetales singulares observadas en el sitio de intervención. (3) Presencia de especies singulares de flora vascular. (4) Presencia de especies singulares de fauna.

EIA REFUERZOS PARA LA CONEXIÓN DEL PROYECTO HIDROELECTRICO TUMARIN –
I ETAPA

			Mejorar la aptitud del suelo.	inicial que cubren las asociaciones vegetales en cada una de los sitios afectados por el proyecto. Se debe tener en cuenta el entorno natural donde se integra la zona a recuperar y tomar como modelo las formaciones vegetales próximas.			
Construcción	Reparación	Recomposición del suelo almacenado (si corresponde).	El objetivo principal de la implementación de esta medida, es devolver al suelo –en la medida de lo posible– sus características físicas y químicas, lo que permitiría revertir parcialmente la alteración de éstas, durante la etapa de construcción.	Se contemplan actividades tendientes a estabilizar el sustrato, considerando la factibilidad de incorporar técnicas de control de la erosión. Si se almacenó material de descapote superficial previamente a su utilización, una vez que se aplique la medida descompactación de suelo, se debe recomponer la superficie intervenida para favorecer las condiciones del establecimiento de vegetación natural o artificial. Durante la construcción del sistema de transmisión eléctrica, la recomposición del suelo debe considerar el esparcido de material vegetal en forma homogénea en torno a las fundaciones de las torres, evitando la generación de procesos erosivos. Adicionalmente, en el área de las torres se dejarán los tocones de la vegetación cortada para proteger el suelo.	Etapas de construcción del Proyecto.	Áreas de afectación del suelo en instalaciones de apoyo.	(1) Se verifica la distribución del suelo almacenado, mediante la inspección visual de su uso
COMPONENTE: Flora y Fauna Terrestre							
Construcción	Reparación	Restauración del sitio de obras temporales	Restaurar los componentes ambientales del medio terrestre (geoformas, suelos, flora y vegetación, hábitat para la fauna y paisaje), en los sectores de emplazamiento de las obras provisionales del	Se realizarán las siguientes técnicas de manejo: retiro y almacenamiento del suelo, preparación del terreno, técnicas de revegetación y manejo de la vegetación.	Etapas de cierre del proyecto.	Áreas de emplazamiento o de instalaciones de apoyo	(1) Superficie de suelos y topoformas restauradas según obra. (2) Cobertura vegetal recuperada (3) Presencia de especies de flora nativa, presente por colonización natural en el área en recuperación.

EIA REFUERZOS PARA LA CONEXIÓN DEL PROYECTO HIDROELECTRICO TUMARIN –
I ETAPA

			proyecto.				
COMPONENTE: Paisaje							
Construcción	Reparación	Programa de reparación de impactos sobre el paisaje	Reparar y/o restaurar los componentes o elementos del paisaje que serán afectados, a una condición o calidad similar a la que tenían originalmente (condición de base) o en caso de no ser posible, restablecer sus propiedades básicas.	A continuación se detallan los puntos indicados y que forman el “Programa de reparación de impactos sobre el paisaje”: • Retiro de estructuras • Descompactación de suelo • Restablecer condiciones topográficas originales • Revegetación (escombreras y botaderos, taludes). • Antes de comenzar cualquier intervención (obras), y desde los puntos que serán seleccionados, se tomarán completos registros figura gráficos de la condición “sin intervención”, que permitan evaluar el avance y efectividad de las medidas; y • Sobre los registros figura gráficos e información recopilada en terreno, se evaluarán las medidas propuestas.	Etapas de cierre del Proyecto.	Área de instalación del proyecto, mejoramiento de caminos, escombreras.	(1) Informe de cumplimiento del Plan de Cierre en relación al Paisaje. (2) Registro de la información de forma gráfica.

Fuente: Multiconsult y Cía. Ltda.

14.2.3. Valoración Económica

Resulta previsible determinar que la ejecución del Proyecto generará una serie de impactos sobre el medio ambiente físico, biológico y social, comprometiendo de alguna manera el hábitat de los pobladores de la zona como los centros poblados, caseríos y/o comunidades nativas asentadas en el área de influencia directa e indirecta del Proyecto.

ENATREL, tiene como política de empresa minimizar la magnitud y alcance de los impactos con medidas de mitigación a los posibles impactos a la parte física y biológica; en este sentido se han establecido montos estimados dirigidos a sufragar los costos de los pasivos ambientales originados por el proyecto.

ENATREL, destinará partidas presupuestarias para el financiamiento de las actividades establecidas en todas las fases del proyecto donde se incluirá todas las inversiones, tales como gastos directos e indirectos, supervisión, contingencias y beneficios de los contratistas, así como costos complementarios. Los estimados de costos incluirán todos los asociados con las actividades progresivas (como la revegetación, establecimiento de la forma del terreno, monitoreo y supervisión etc.) con un nivel de precisión de al menos +/-20%.

Al respecto, en cuadro siguiente, se detallan los montos estimados para las actividades específicas de las medidas ambientales y el Programa de Gestión Ambiental.

Tabla 14.3: Valoración de Costos Ambientales

Concepto	Costo Unitario US \$	Costo Total US \$
Medidas Ambientales		
• Prevención de efectos negativos sobre la vegetación, agua, suelo y población durante el diseño y planificación del proyecto.	36,000.00 por año	72,000.00
• Gestión ambiental en rehabilitación y mejoramiento de accesos a la línea de transmisión	3.00 por metro de camino mejorado	135,000.00
• Señalización ambiental y de seguridad e higiene del trabajo.	28,200.00	28,200.00
• Gestión ambiental en cada sitio de emplazamiento de estructuras de apoyo de la línea de transmisión.	8.00 por metro cuadrado de área intervenida	67,680.00
• Control de emisiones de material particulado.	21,600.00	21,600.00
• Estabilización geotécnica en sitios de corte y movimiento de tierra.	14,130.00	14,130.00
• Protección de cuerpos de agua a lo largo de la línea de transmisión.	2,400.00 por año	9,600.00
• Protección a la fauna	1,500.00 por año	6,000.00
• Instalación de dispositivos salvapájaros	11,700.00	11,700.00
Programa de Gestión Ambiental		
• Plan de Implementación de Medidas Ambientales	6,000.00 por año	36,000.00
• Plan de Contingencia	7,600.00 por año	45,600.00
• Plan de Reforestación	873,234.00	873,234.00

• Plan de Capacitación y Educación Ambiental	1,080.00 por año	6,480.00
• Plan de Control y Monitoreo Ambiental	21,450.00 por año	21,450.00
• Plan de Comunicación y Participación Ciudadana	27,200.00 por año	163,200.00
Plan de Cierre		
Incluye desmantelamiento y limpieza de la infraestructura, reconfiguración del terreno y reforestación del área intervenida	2,420,000.00	2,420,000
TOTAL COSTO DIRECTO US		3,931,874.00

Fuente: Multiconsult y Cía. Ltda.

14.3. Plan de Contingencia

14.3.1. Generalidades

El plan de contingencia para la línea de transmisión tiene por objeto establecer las acciones que se deben ejecutar para prevenir y/o controlar riesgos ambientales o posibles accidentes y desastres que se puedan producir en su área de influencia.

Las contingencias se refieren a la ocurrencia de efectos adversos sobre el ambiente por situaciones no previsibles, de origen natural o antrópico, que tengan relación directa con el potencial de riesgo y vulnerabilidad del área del proyecto. La ocurrencia de estas contingencias puede afectar la ejecución del Proyecto, la seguridad integral o la salud del personal y de terceras personas. Asimismo podría afectar la calidad ambiental del área del proyecto.

Los tipos de accidentes y/o emergencias que podrían suceder durante la ejecución del proyecto han sido identificados y cada uno de ellos tendrá un componente de respuesta y control.

Para tal efecto el presente trabajo consta de las diversas presunciones de siniestros que pudieran ocurrir durante la vida útil de la línea y subestaciones asociadas, planes de respuesta ante estos eventos (Identificados en el análisis de riesgo), procedimientos para implementar dichos planes, coordinaciones, materiales, equipos a utilizar, sistema de comunicaciones, etc.

La aplicación del Plan de Contingencias será durante las etapas de construcción, operación y abandono del proyecto, teniendo como responsable de la implementación y desarrollo del plan durante la etapa de construcción al Contratista, y durante la operación del proyecto a ENATREL.

14.3.2. Objetivos

Presentar las medidas de prevención y acciones de respuesta ante emergencias para controlar de manera oportuna y eficaz eventos que puedan presentarse durante la construcción y operación del Proyecto Eléctrico.

Los objetivos específicos son:

- Prevenir y/o mitigar los posibles daños que podría ser originados por desastres y/o siniestros naturales y por las acciones del hombre, cumpliendo los procedimientos técnicos y controles de seguridad.
- Establecer acciones de control y rescate, durante y después de la ocurrencia de desastres.
- Identificar las áreas más vulnerables ante los Riesgos de mayor ocurrencia y establecer las medidas y acciones correspondientes.
- Establecer medidas que aseguren brindar una oportuna y adecuada atención a las personas lesionadas durante la ocurrencia de una emergencia.
- Establecer acciones operativas para minimizar los riesgos sobre trabajadores, terceros, instalaciones e infraestructura asociada al Proyecto.

14.3.3. Alcances

El Plan de Contingencias será aplicable a todos los habitantes e infraestructura en el área de influencia directa del proyecto **"REFUERZOS PARA LA CONEXIÓN DEL PROYECTO HIDROELECTRICO TUMARÍN -1 ETAPA"**. A fin de que durante los eventos de origen natural o humano, que podrían ocurrir en las etapas de construcción y operación, se tenga una oportuna reacción se deberán tener en cuenta las siguientes prioridades:

- Garantizar la integridad física del personal (trabajador de obra y empleado) y de los pobladores vecinos a la obra.
- Minimizar los estragos producidos sobre el medio y su entorno.

14.3.4. Organización

14.3.4.1. Unidad de Contingencia

ENATREL posee una Unidad de Contingencias para prevenir y atender posibles contingencias. sus funciones básicas serán: programar, dirigir, ejecutar y evaluar el desarrollo del plan, organizando asimismo las brigadas de contingencias y manteniendo coordinaciones permanentes con entidades de apoyo externo, tales como, SINAPRED, Defensa Civil el Cuerpo General de Bomberos (Managua, Matagalpa, y Boaco) y la Policía Nacional.

Para enfrentar las posibles contingencias ENATREL dispondrá de las siguientes organizaciones operativas:

- **Brigada contra Incendios y Otras Emergencia**
- **Brigada de Control Eléctrico**
- **Brigada de Primeros Auxilios y Rescate y Evacuación**

14.3.4.2. Organización del Personal

Los empleados y contratistas tienen el compromiso de:

- Proteger la vida, la salud y buscar proactivamente la forma reducir los impactos ambientales, en todas las actividades.

- Cumplir con las leyes nacionales, los estándares internacionales e implementar las mejores prácticas en todas las actividades.
- Identificar y gerenciar proactivamente los riesgos que afecten el ecosistema en el área de influencia directa e indirecta del proyecto.
- Detener y reportar a la Gerencia cualquier situación insegura o incontrolada.
- Mantener relaciones sostenibles con las comunidades,

La Gerencia de ENATREL será responsable de:

- Asegurar que todos los riesgos relevantes al desarrollo sostenible hayan sido identificados, que se cuenten con planes de acción, recursos y que se apliquen procedimientos efectivos para gerenciar esos riesgos.
- Establecer y administrar objetivos precisos, con indicadores que midan el desempeño económico, la preservación ambiental y de la vida y la relación con las comunidades vinculadas al proyecto.
- Monitorear y evaluar, en base a esos indicadores, de manera sistemática y transparente, el desempeño de la empresa, empleados, contratistas, retroalimentando los resultados para realizar mejoras continuas a los aspectos fundamentales de la Empresa.
- Asegurar que esta Política esté instituida en todos los procesos del diario accionar y que se refleje en la cultura riesgos de ENATREL. y sus contratistas.

14.3.4.3. Entrenamiento del Personal

- Todo el personal que forme parte del equipo de respuestas o de emergencias, deberá ser adecuadamente entrenado en la operación y mantenimiento de los equipos para prevenir daños. Se desarrollarán varias sesiones para informar, instruir y entrenar al personal del contenido del plan de contingencia y del programa de respuestas a emergencias, asegurando que el personal posea un completo entendimiento de las acciones específicas de los mismos y de la forma como el equipo de respuesta a emergencias será organizado.

14.3.4.4. Equipos, materiales y medidas de prevención

Todos los sitios de trabajo contarán con equipos de comunicación. En forma externa a la operación, también se mantendrán comunicaciones con los hospitales de la zona y servicio de bomberos cercanos. Los sitios de construcción estarán dotados del siguiente equipo:

- Extintores: Estarán dispuestos en lugares visibles a lo largo de las instalaciones de exploración. Todo el personal deberá estar entrenado en el uso de estos equipos.
- Herramientas (palas, picotas, recipientes)
- Ropa de protección: incluyendo casco, oídos, guantes, botas de seguridad, respiradores y todo el EPP requerido para la actividad.
- Kit para derrames (botas, guantes, membranas, paños absorbentes, bolsas y otros).
- Área de encuentro: Se localizará un lugar establecido para concentrar al personal en caso de incendios. Este punto estará dispuesto con los equipos necesarios de protección al personal y equipos de combate de incendios.

- Botiquín: El contratista deberá garantizar una persona capacitada en primeros auxilios para atender al personal en casos de emergencia y contará con medicamentos y materiales de primeros auxilios.
- Vehículo 4x4 para traslado de pacientes y equipada con lo necesario para la atención de una emergencia.

14.3.4.5. Medidas de Contingencia por Tipo

Como resultado del análisis de riesgo se lograron identificar los siguientes Riesgos para el desarrollo del proyecto:

Riesgos Naturales y antrópicos

- Riesgo Sísmico
- Riesgo por Inestabilidad de Laderas
- Riesgo por Inundación
- Riesgo por Huracanes
- Riesgo por mordedura y/o Picaduras de Animales e Insectos
- Riesgo por colisión de aves
- Riesgo por Descarga eléctrica atmosférica

Dado esto se considera los riesgos de la actividad al ambiente:

- Riesgo de Accidentes
- Riesgo por Falla de Equipos o Infraestructura
- Riesgo por Derrames de Aceites y Combustibles
- Riesgo ante actos mal intencionados de terceros
- Riesgo de Incendio forestales o de pastizales

Los riesgos que pueden presentarse durante las diferentes etapas que conlleva el Proyecto son muy similares, las variaciones están dadas por la probabilidad de ocurrencia debido a las actividades que se desarrollen y la magnitud con la que ocurran. En este sentido, es importante tener en cuenta que el análisis que se presenta a continuación es general y se basa en las diferentes tareas que conlleva el Proyecto independientemente de la etapa en la que se ejecuten.

	Tabla 14.4. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PLAN DE CONTINGENCIAS "PROYECTO REFUERZOS PARA LA CONEXIÓN DEL PROYECTO HIDROELECTRICO TUMARÍN -I ETAPA"
TIPO DE RIESGO: RIESGO POR SISMO	
Objetivo: Asistir a los trabajadores vinculados al proyecto y población circundante durante la fase de emergencia derivada de un sismo o terremoto en los lugares que lo amerite, proporcionándoles atención por medio de la ejecución de acciones de respuesta dirigida a proteger y asegurar su pronta recuperación y que garantice la operación segura del proyecto.	Alcance: Las presentes acciones deben ser conocidas (capacitación), entendidas (entrenamiento), aplicadas y respetadas (simulacros), por todas las personas sin excepción, relacionadas directa o indirectamente con el proyecto de transmisión eléctrica y, a su vez, rige para todas las instalaciones y locaciones donde se labore.
Unidad Ejecutora: Contratista, Gerencia de Ingeniería y Unidad de Gestión Ambiental.	
DESCRIPCION DE LAS ACCIONES A SER DESARROLLADAS: Antes del evento • Toda la región del Pacífico y Central del territorio nicaragüense es zona sísmica, por lo que se considera que el sismo es un evento con altas probabilidades de suceder en el área donde se ejecutará el proyecto, ante esta situación el personal de la empresa contratista capacitará a los trabajadores en el tema, en el sitio de trabajo contará con la logística en el sitio para la actuación ante cualquier evento: ▪ Los trabajadores en general recibirán un instructivo básico sobre qué hacer en situaciones de sismos. ▪ Los empleados recibirán instrucción para que evacuen ordenadamente los sitios donde se pueda producir la caída de alguna estructura, por ejemplo torres, cables, etc. ▪ Todas las distribuciones de las edificaciones en las Subestaciones contarán con señalizaciones y lugares de evacuación ▪ En todos los frentes de obra e instalaciones se identificarán zonas de seguridad para estos casos. Durante el evento ▪ El personal mantendrá la calma y se refugiará en los lugares previamente señalizados como zonas seguras. ▪ De encontrarse dentro de edificaciones, se alejará de estantes y objetos altos que puedan caerse, así como de ventanas y vidrios. ▪ Si el sismo ocurriese durante la noche se utilizarán linternas. ▪ De ser posible, disponer la evacuación de todo personal hacia zonas de seguridad y fuera de zonas de trabajo. ▪ Paralización de las operaciones de maquinarias y/o equipos a fin de evitar accidentes. De ser el caso, proceder a cortar la energía eléctrica de campamentos y talleres. Después del evento ▪ Si fuese necesario el personal accidentado será trasladado al centro médico del campamento o al centro de salud más cercano, dependiendo de la gravedad de sus lesiones. ▪ Se retirará de la zona de trabajo toda maquinaria y/o equipo que haya resultado averiado y/o afectado, así como de los elementos afectados que conforman las instalaciones e infraestructura de apoyo (campamentos) de la obra. ▪ Se ordenará y disponer que el personal mantenga la calma ante las posibles réplicas del movimiento telúrico. ▪ Pasado el sismo el personal técnico del proyecto hará una revisión total de las instalaciones físicas de la línea y las subestaciones. ▪ Los empleados retornarán a sus puestos de trabajo hasta que se haya realizado una valoración de la amenaza sísmica y que ésta no representa ya peligro para el personal, con información oficial de las autoridades competentes. ▪ Las operaciones se reanudarán cuando las autoridades competentes oficialicen que el peligro ha cesado.	

	Tabla 14.5. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PLAN DE CONTINGENCIAS "PROYECTO REFUERZOS PARA LA CONEXIÓN DEL PROYECTO HIDROELECTRICO TUMARÍN - I ETAPA"	
TIPO DE RIESGO: RIESGO POR INCENDIO		
Objetivo: Preservar y prevenir la salud y seguridad ocupacional de los trabajadores, así como la preservación del medio ambiente en el área y el entorno social en el que se desenvuelve las actividades del proyecto.	Alcance: El ámbito del plan zonal será el área de influencia del Proyecto de Trasmisión Eléctrica. Considera acciones de respuesta para casos de desastres y emergencias. El Plan está diseñado para hacer frente a situaciones cuya magnitud será evaluada en cada caso por el operador de turno o del jefe a cargo.	
Unidad Ejecutora: Contratista, Gerencia de Ingeniería y Unidad de Gestión Ambiental.		
DESCRICPCION DE LAS ACCIONES DE RESPUESTA Para los casos en que se detecte un incendio o conato de incendio en las áreas vecinas al proyecto de trasmisión eléctrica, se procederá de la siguiente forma: 1. <u>Conato de incendio en los Trabajos de Cimentación de Torres.</u> - La persona que detecta el fuego lo comunica inmediatamente al jefe del proyecto. - Los miembros de la brigada contra incendios que laboran en el proyecto inician la lucha por controlar el fuego por medio de extintores de fuego, la aplicación de riego. - Todo el personal es alertado del peligro inminente. - Si el fuego no es controlable en su primera etapa, se procede como sigue: - Se suspenden las operaciones de trabajo en el sitio, - En todos los sitios, los empleados desactivan sus equipos de trabajo. - Se interrumpe el fluido eléctrico en los grupos electrógenos. - Todo el personal que no participa en la lucha contra incendio se retira también al sitio de reunión en espera de ser evacuados si fuese necesario. Una vez superada la situación de emergencia por incendio, sólo se reiniciarán las labores cuando el jefe del proyecto lo estime conveniente. 2. <u>Caso de incendio o conato en pastizales cercanos.</u> <u>Antes</u> - Se evitará el almacenamiento de materiales causantes de fuego <u>Durante</u> - Si el personal del proyecto detecta fuego o incendios en predios vecinos lo comunicará en el acto a los propietarios. - Si una hacienda vecina comunica que está enfrentando una situación anómala, el personal del proyecto ubicará el lugar donde se está registrando el siniestro. - Si el incendio o el conato de incendio es muy próximo a los linderos de donde se ejecuta el proyecto se activará el sistema contra incendio y se prepararán las condiciones para suspender operaciones en cualquier momento y colaborar en la extinción del fuego. <u>Después</u> - Se evaluarán los daños y se diseñarán las medidas remediadoras		

	Tabla 14.6. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PLAN DE CONTINGENCIAS "PROYECTO REFUERZOS PARA LA CONEXIÓN DEL PROYECTO HIDROELECTRICO TUMARÍN - I ETAPA"	
TIPO DE RIESGO: RIESGO POR INESTABILIDAD DE LADERAS		
Objetivo: Minimizar y/o prevenir los efectos por deslizamiento de tierras en el proyecto, que pudieran afectar la vida de los trabajadores y la infraestructura y equipos del proyecto.	Alcance: Las presentes acciones deben ser conocidas (capacitación), entendidas (entrenamiento), aplicadas y respetadas (simulacros), por todas las personas sin excepción, relacionadas directa o indirectamente con el Proyecto de Trasmisión Eléctrica y, a su vez, rige para todas las instalaciones y locaciones donde se labore.	
Unidad Ejecutora: Contratista, Gerencia de Ingeniería y Unidad de Gestión Ambiental.		
DESCRICPCION DE LAS ACCIONES DE RESPUESTA:		
Medidas de Prevención Antes del evento: • No ubicar las estructuras de apoyo en zonas inestables, pendientes pronunciadas. • Solicitar al personal caminar con precaución y evitar pendientes o terrenos resbalosos (tierra suelta, grava, etc.). • Exigir el uso del calzado adecuado. • En las zonas de trabajo se utilizaran redes y mallas que prevengan el deslizamiento de material. • Identificar las zonas susceptibles a deslizamientos y establecer las zonas de seguridad. Por las características del entorno geográfico del proyecto, existen lugares clasificados de alto riesgo de deslizamientos, principalmente entre los sectores del empalme de Boaco y Rio Blanco para los cuales es necesario establecer un programa de contingencias para situaciones de deslizamientos que pudieran presentarse durante la etapa de trabajo, principalmente en la época de lluvias. Al ocurrir un deslizamiento, el encargado del frente de trabajo evaluará el área afectada, y seguirá el siguiente procedimiento:		
Durante del evento: Si se produce durante la fase construcción, se realizara un conteo del personal para identificar personal y maquinaria desaparecidos. ▪ Paralización de las operaciones de maquinarias y/o equipos a fin de evitar accidentes. ▪ Traslado del personal a sitios seguros, fuera de la zona de derrumbe.		
Después del evento: ▪ Establecer si existen heridos en el personal observado, el contratista comunicara a la gerencia de ENATREL la ocurrencia del accidente. ▪ Se debe establecer un punto desde el cual la brigada de emergencia tenga buena visibilidad y sin embargo no presente riesgo para ellos. Esto lo debe establecer el coordinador de control de Emergencia • Coordinar con el Supervisor de movimiento de tierras para evaluar la zona y prevenir cualquier evento similar antes de iniciar la limpieza del área afectada. • Preparar un informe de la ocurrencia, indicando causas y condiciones bajo las cuales ocurrió el deslizamiento, tipo de terreno afectado, incluyendo tipo de vegetación y nombres de propietario(s) en casos que estos existan. • La limpieza se iniciará mediante barras o palancas y picos desde la cabecera del derrumbe. • Terminada la limpieza se emplearán topadoras para reconformar el talud empezando a media ladera para empujar el material suelto hacia la base del talud. • Reportar a las autoridades competentes sobre la emergencia.		

	Tabla 14.7. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PLAN DE CONTINGENCIAS "PROYECTO REFUERZOS PARA LA CONEXIÓN DEL PROYECTO HIDROELECTRICO TUMARÍN - I ETAPA"
TIPO DE RIESGO: RIESGO POR MORDEDURA Y/O PICADURAS DE ANIMALES E INSECTOS	
Objetivo: Prevenir y enfrentar las mordeduras de serpientes en las áreas de trabajo del proyecto de Trasmisión Eléctrica	Alcance: El alcance del Plan de Contingencia cubre las emergencias provocadas por las mordeduras de serpientes y el daño potencial a las personas durante las fases de exploración geológica del proyecto. Además, el respectivo plan será conocido, implementado y aplicado por todo el personal que labora en el proyecto.
Unidad Ejecutora: Contratista Gerencia de Ingeniería y Proyectos y Unidad de Gestión Ambiental.	
DESCRIPCION DE LAS ACCIONES DE RESPUESTA: Riesgo por Mordedura y/o Picaduras de Animales e Insectos	
Medidas de Prevención	
▪ Exigir al personal el empleo de ropa de trabajo adecuada que minimice la exposición de la piel a animales causantes de picadura. ▪ Instruir al personal sobre los peligros al trabajar en áreas que presenten este tipo de riesgo y las medidas de precaución pertinentes. ▪ Mantener un espacio prudencial libre de malezas alrededor de los sitios de trabajo. ▪ Una buena medida práctica consiste en transitar en compañía de perros, quienes habitualmente rastrean la pista de serpientes y tienden a atacarlas. ▪ Precaución, al defecar y orinar en campo abierto, de observar los alrededores previamente. ▪ Precaución, al levantar o remover troncos caídos o piedras con las manos.	
Actitud frente al mordido	
Primeros auxilios. Qué hay que hacer	
▪ Mantenerlo en reposo, tranquilizarlo y administrarle abundante líquido. ▪ En la medida de lo posible identificar a la víbora sin exponerse ni exponer a alguien más al peligro de una mordedura. ▪ Mantener el área de la mordedura más baja que el corazón, para evitar que el veneno se esparza más rápido. ▪ Apretar en contorno de la herida suavemente con los dedos para provocar la salida de sangre, sin causar más daño en la zona de la herida. ▪ Lavar la herida con abundante agua jabón. ▪ Transportar inmediatamente al paciente según el caso al hospital de Tipitapa, Boaco o a los Centros de Salud de Río Blanco o Mulukukú más próximo. ▪ Inmovilizar la parte afectada empleando férula, entablillado u otros.	
Qué no se debe hacer	
▪ No dar al herido bebidas alcohólicas, ni remedios caseros. ▪ No aplicar ligaduras ni torniquetes en el brazo o pierna mordidos. ▪ No quemar la herida. ▪ No cortar la herida. ▪ No aplicar desinfectantes. ▪ No haga succiones con la boca. En primer lugar esto favorece la infección en el sitio de la mordedura, además puede ser peligroso si usted tiene alguna carie o lesión expuesta en la boca; y en segundo lugar no se garantiza cuánta cantidad de veneno usted puede retirar con este método. ▪ No aplicar suero antiofídico en la herida ni a su alrededor	

 ENATREL Empresa Nacional de Transmisión Eléctrica	Tabla 14.8. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PLAN DE CONTINGENCIAS "PROYECTO REFUERZOS PARA LA CONEXIÓN DEL PROYECTO HIDROELECTRICO TUMARÍN - I ETAPA"	
TIPO DE RIESGO: COLISION DE AVES		
Objetivo: Prevenir la colisión de aves con la línea de transmisión eléctrica.	Alcance: El ámbito de las medidas será toda el área del trazado de la Línea de Trasmisión de Energía.	
Unidad Ejecutora: Gerencia de Transmisión los Departamentos de Líneas de Transmisión y Subestaciones, Unidad de Gestión Ambiental.		
Es importante mencionar que el riesgo de electrocución de las aves en líneas de transmisión de 230 kV o más es poco probable, dada la separación que existe entre los conductores. Como medias Preventivas para evitar la colisión se desarrollaran las siguientes medidas: • Colocación de espirales o discos giratorios en el cable guarda para evitar impacto de aves. Principalmente en los coordenadas de los puntos indicados en la tabla 7.10 del Estudio Biótico. • Se evitará la deposición de residuos en el área de servidumbre para evitar la llegada de aves carroñeras. • Para evitar que las aves se posen sobre las estructuras de las torres se utilizarán dispositivos guarda percha. • Se implementará un programa de monitoreo de mortandad de aves, en cooperación con los propietarios locales de tierras, para así evaluar la efectividad de las medidas y establecer si hay necesidad de alguna medida de mitigación adicional.		

	Tabla 14.9. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PLAN DE CONTINGENCIAS "PROYECTO REFUERZOS PARA LA CONEXIÓN DEL PROYECTO HIDROELECTRICO TUMARÍN - I ETAPA"	
TIPO DE RIESGO: DESCARGA ELECTRICA ATMOSFERICA		
Objetivo: Enfrentar los posibles problemas que se puedan derivar sobre el sistema eléctrico como consecuencia de las descargas eléctricas atmosféricas	Alcance: El ámbito de las medidas será toda el área del trazado de la Línea de Trasmisión de Energía y las subestaciones.	
Unidad Ejecutora: Gerencia de Transmisión los Departamentos de Líneas de Transmisión y Subestaciones, Unidad Ambiental de ENATREL y El Centro Nacional de Despacho de Carga.		
Impactos sobre los equipos de transformación		
a) Concepto de operación: Un incendio en alguno de éstos equipos significa interrumpir la distribución de energía eléctrica y la posibilidad de daños graves a los equipos, por lo que la actuación de la organización del Plan de Contingencia de proceder tiene como misión atacar el fuego oportunamente con sus brigadas contra incendio y el personal de apoyo, para sofocar el fuego en el mínimo tiempo posible.		
b) Tareas y responsabilidades		
Antes		
- Capacitación del personal operador, cuadrillas de mantenimiento, mediante cursos de contra incendio, prácticas y simulacros de siniestros, uso de extintores, etc. - Preparación de procedimientos de operación para todas las actividades de riesgo, incluyendo la operación de estos equipos y el sistema de emisión de Permisos de Trabajo, así como supervisión estrecha, a fin de que el personal desarrolle sus funciones en forma eficiente y segura con infraestructura y equipos contra incendio y de protección de las Unidades de transformación, como los sistemas de parada automática, extintores de CO₂ o PQS y finalmente extintores portátiles del mismo tipo para los transformadores de media tensión. - Cumplimiento del Plan de mantenimiento preventivo, para el buen funcionamiento de los equipos auxiliares y sistemas de parada automática, revisión y recarga de extintores, etc., en las subestaciones.		
Durante		
- Durante la ocurrencia del evento se cortará la energía para evitar la propagación a otros equipos. - Inmediatamente se atacará el siniestro con los equipos y personal asignado en las brigadas contra incendios, de acuerdo a la gravedad del caso se activará el Plan de Llamadas y se pedirá el apoyo de Bomberos de Boaco o Matagalpa, Policía Nacional etc.		
Después		
- Al apagarse el siniestro, el personal deberá evaluar los daños causados por el evento y preparar el informe preliminar para ser entregado a la Gerencia General de ENATREL., dentro de las 24 horas de la ocurrencia y con los datos solicitados en el formato oficial. - Asimismo, de acuerdo con la política de la empresa, se deberá analizar las causas del siniestro y evaluar la estrategia utilizada, así como la actuación de las brigadas contra incendios y de las unidades de apoyo, a fin de aprovechar la experiencia obtenida para corregir errores o mejorar los planes de respuesta.		
Se trasladarán las cuadrillas con personal especializado para realizar los daños y restablecer el funcionamiento normal de los equipos.		

	Tabla 14.9. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PLAN DE CONTINGENCIAS "PROYECTO REFUERZOS PARA LA CONEXIÓN DEL PROYECTO HIDROELECTRICO TUMARÍN - I ETAPA"
TIPO DE RIESGO: DESCARGA ELECTRICA ATMOSFERICA (Continuación.)	
Objetivo: Enfrentar los posibles problemas que se puedan derivar sobre el sistema eléctrico como consecuencia de las descargas eléctricas atmosféricas	Alcance: El ámbito de las medidas será toda el área del trazado de la Línea de Trasmisión de Energía y las subestaciones.
Unidad Ejecutora: Gerencia de Transmisión los Departamentos de Líneas de Transmisión y Subestaciones, Unidad Ambiental de ENATREL y El Centro Nacional de Despacho de Carga.	
Impactos sobre el transformador	
En caso que las descargas electicas deriven en un incendio en el transformador se deberá proceder de la siguiente manera:	
▪ El operador notifica al Centro Nacional de Despacho de Carga para despejar el sistema. ▪ Donde proceda El operador, desconectará manualmente la energía eléctrica que alimenta el o los equipos donde se haya detectado el problema, siempre y cuando pueda realizarse en forma segura y no represente riesgo para la vida humana. ▪ Si el incendio es de baja magnitud, se hará uso de los extintores portátiles disponibles en la subestación. Para tal efecto, siempre y periódicamente se revisarán para determinar la calidad mecánica de los extintores y del producto usado contra incendios. También el transformador cuenta con su propio sistema de detección y extinción de fuego a base nitrógeno. ▪ El operador de turno reportará inmediatamente al Coordinador de Emergencias en el Centro Nacional de Despacho de Carga, informándole de la situación, describiendo la amenaza existente, el riesgo potencial y las medidas tomadas hasta ese momento.	
En el caso que el incendio no pueda combatirse directamente con los extintores, o bien exista peligro para el personal, las acciones a tomar son:	
▪ Notificar al Coordinador de Emergencias en el Centro Nacional de Despacho de Carga. ▪ Notificar inmediatamente a los bomberos del Municipio más cercano para recibir ayuda. ▪ Evacuar al personal hacia el punto de reunión previamente acordado en el plan de capacitación y de simulacros de riesgos. ▪ Proceder junto con la brigada de mantenimiento a un inventario de daños y posteriormente realizar informe detallado al respecto. para la Gerencia General de ENATREL., dentro de las 24 horas de haber ocurrido el siniestro. ▪ Se trasladarán las cuadrillas con personal especializado para reparar los daños y restablecer el funcionamiento normal del transformador.	

	Tabla 14.9. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PLAN DE CONTINGENCIAS "PROYECTO REFUERZOS PARA LA CONEXIÓN DEL PROYECTO HIDROELECTRICO TUMARÍN - I ETAPA"	
TIPO DE RIESGO: DESCARGA ELECTRICA ATMOSFERICA (Continuación.)		
Objetivo: Enfrentar los posibles problemas que se puedan derivar sobre el sistema eléctrico como consecuencia de las descargas eléctricas atmosféricas	Alcance: El ámbito de las medidas será toda el área del trazado de la Línea de Trasmisión de Energía y las subestaciones.	
Unidad Ejecutora: Gerencia de Proyectos, Transmisión los Departamentos de Líneas de Transmisión y Subestaciones y El Centro Nacional de Despacho de Carga de ENATREL		
Falla de Equipos o Infraestructura y Caída de Cables Energizados La caída de un cable energizado puede ocasionar accidentes graves, como electrocución de trabajadores, vecinos e incendios de vehículos. El Plan de Contingencia debe actuar rápida y eficientemente para evitar daños al personal e interrupciones de la operación de las redes.		
Tareas y responsabilidades		
Antes ▪ Capacitación del personal para actuar en forma rápida y racional ante emergencias de este tipo. ▪ Proveer al personal de equipos de protección para cubrir la posibilidad de accidentes industriales leves o fatales por electrocución. ▪ Instalación de sistemas de protección para cubrir la posibilidad de daños por su caída. Como el interruptor cut-out que desconecta el fluido eléctrico al interrumpirse el circuito de transferencia. ▪ Finalmente, el mantenimiento adecuado de los sistemas de protección y equipos en general. Por ejemplo el reemplazo de cables fatigados o en mal estado.		
Durante: La aplicación inmediata de los planes de respuesta por el Plan de Contingencia, ante el aviso de la emergencia.		
Después: La evaluación de los daños al medio ambiente, personal e instalaciones de las redes, para informar a las Entidades gubernamentales en forma correcta y oportuna.		
Guías de Acción En caso de ocurrir la caída de un cable energizado en las instalaciones de las redes, el personal actuara de la forma siguiente: ▪ La persona que detecte la falla, avisará de inmediato a Supervisor o Jefe de Operaciones identificándose e indicando el lugar y el tipo de emergencia. ▪ Tratará en lo posible de aislar la zona o de impedir que se acerquen vehículos o personas al cable caído. ▪ El responsable de mantenimiento de redes accionará la alarma para alertar a las cuadrillas de mantenimiento y procederá a la zona del problema. ▪ Al arribar verificará que el cable ha quedado desenergizado por acción del cut-out de protección, de lo contrario ordenará cortar el fluido eléctrico al cable. ▪ Mientras tanto las cuadrillas de mantenimiento habrá procedido a aislar completamente la zona para vehículos y personas. ▪ Luego de superarse el problema, se analizará las causas de la caída del cable y de la falla del cut-out de protección, de ser el caso. ▪ De haber ocurrido algún accidente industrial, se procederá de acuerdo a la guía de acción correspondiente ▪ Se cumplirá con los informes preliminares y finales a las autoridades de la empresa en forma correcta y oportuna. ▪ Finalmente el Centro Nacional de Despacho de Carga analizará las causas de la emergencia y la actuación de los integrantes de su organización, a fin de sugerir las mejoras correspondientes.		

	Tabla 14.10. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PLAN DE CONTINGENCIAS "PROYECTO REFUERZOS PARA LA CONEXIÓN DEL PROYECTO HIDROELECTRICO TUMARÍN - I ETAPA"	
TIPO DE RIESGO: ACCIDENTES		
Objetivo: Prevenir y/o enfrentar accidentes en el proyecto de trasmisión eléctrica.	Alcance: El ámbito de las medidas será toda el área del trazado de la Línea de Trasmisión de Energía, subestaciones y caminos de accesos.	
Unidad Ejecutora: Gerencia de Proyectos, Transmisión los Departamentos de Líneas de Transmisión y Subestaciones, Unidad Ambiental de ENATREL y El Centro Nacional de Despacho de Carga.		
Caídas de altura, heridas punzo cortantes, electrocución, quemaduras		
a) Concepto de Operación El accionar del Plan de Contingencia es proteger al personal accidentado mediante primeros auxilios y traslado de inmediato a un hospital o clínica para su atención médica por profesional médico especializado.		
b) Tareas y Responsabilidades Antes ▪ Capacitación al personal en seguridad industrial a fin de que no cometa actos inseguros y utilice sus implementos de protección, como casco, botas, anteojos de seguridad, correa de sujeción, etc. ▪ Asimismo, capacitación del personal en el curso de primeros auxilios, a fin de prepararlo para auxiliar al compañero accidentado, hasta la llegada del personal médico o paramédico al lugar del accidente o su traslado a un nosocomio para su atención profesional. ▪ Dotación de equipos de protección personal a todos los trabajadores de operaciones y mantenimiento y botiquín con medicamentos e insumos médicos necesarios para actuar ante una emergencia. ▪ Preparación de procedimientos de trabajo y obligatoriedad de su cumplimiento, así como la supervisión minuciosa de los trabajos de riesgo. ▪ Señalización de las áreas de trabajo, equipos, con información de alerta al peligro, prohibido la entrada, niveles de tensión, entre otros. ▪ Finalmente el cumplimiento de los procedimientos de permisos de trabajo en frío y en caliente, para autorizar la intervención de equipos de riesgo. Durante ▪ Auxiliar de inmediato al accidentado de acuerdo a las guías de acción elaboradas para cada caso. De acuerdo a la gravedad del caso se debe trasladar el accidentado al centro de atención médica más cercano. ▪ Notificar a la oficina de Higiene y Seguridad para el acompañamiento del caso. Después ▪ La oficina de Higiene y Seguridad Analizar las causas del accidente y las acciones tomadas para auxiliarlo en el lugar, así como la demora en el arribo de la ambulancia o auxilio médico. ▪ Finalmente el contratista preparará el Informe preliminar de accidente industrial, en el plazo de 24 horas establecido, para las autoridades del INSS, Gerencia de ENATREL., tal como lo establece el código laboral.		

	Tabla 14.10. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PLAN DE CONTINGENCIAS "PROYECTO REFUERZOS PARA LA CONEXIÓN DEL PROYECTO HIDROELECTRICO TUMARÍN - I ETAPA"
TIPO DE RIESGO: ACCIDENTES (Continuación)	
Objetivo: Prevenir y/o enfrentar accidentes en el proyecto de transmisión eléctrica.	Alcance: El ámbito de las medidas será toda el área del trazado de la Línea de Trasmisión de Energía, subestaciones y caminos de accesos.
Unidad Ejecutora: Gerencia de Proyectos, Transmisión los Departamentos de Líneas de Transmisión y Subestaciones, Unidad Ambiental de ENATREL y El Centro Nacional de Despacho de Carga.	
Caídas de altura, heridas punzo cortantes, electrocución, quemaduras c) Guías de Acción General En caso de ocurrir un accidente en las instalaciones, el personal actuará de la siguiente forma: ▪ De tratarse de un accidente leve, aplicar primeros auxilios al accidentado y trasladarlo de inmediato a la clínica u hospital más cercano para que sea visto por un médico, a fin de descartar posibles secuelas a posteriori. ▪ De tratarse de una caída de altura con síntomas de gravedad, abrigar al accidentado y solicitar una ambulancia para su traslado inmediato al hospital cercano. ▪ Si presenta síntomas de asfixia, darle respiración artificial boca a boca y de igual forma solicitar un medio de transporte para atención médica de urgencia. ▪ En caso de quemadura, no aplicar remedios caseros al accidentado sólo agua fría y solicitar un medio de transporte para su traslado a la brevedad a un centro de salud u hospital. ▪ De tener hemorragia por herida punzocortante, sujetar una gasa en el lugar para evitar la pérdida de sangre, de estar ubicada en las extremidades, hacer un torniquete para cortar la pérdida de sangre, aflojando el torniquete cada 10 minutos para evitar gangrena y hacer trasladar al accidentado a un centro asistencial cercano. ▪ De quedar atrapado con peso encima del pecho, palanquear el elemento pesado y retirarlo para que el accidentado no se asfixie, hasta la llegada de la ambulancia. ▪ En caso de haber sufrido el accidentado una descarga eléctrica, cuidar que respire, de otra forma darle respiración boca a boca para reanimarlo, simultáneamente solicitar asistencia médica o traslado a una clínica u hospital. ▪ La atención inmediata al accidentado mediante conocimientos de Primeros Auxilios puede salvarle la vida, así como su traslado rápido a un centro de atención médica.	

	Tabla 14.11. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PLAN DE CONTINGENCIAS "PROYECTO REFUERZOS PARA LA CONEXIÓN DEL PROYECTO HIDROELECTRICO TUMARÍN - I ETAPA"
TIPO DE RIESGO: DERRAMES DE ACEITES Y COMBUSTIBLES	
Objetivo: Prevenir y/o enfrentar accidentes en el proyecto de transmisión eléctrica, en relación con posibles derrames de hidrocarburos.	Alcance: El ámbito de las medidas será toda el área del trazado de la Línea de Transmisión de Energía, subestaciones y caminos de accesos.
Unidad Ejecutora: Gerencia de Proyectos, Transmisión los Departamentos de Líneas de Transmisión y Subestaciones, Unidad Ambiental de ENATREL	
El derrame de sustancias peligrosas está referido a la ocurrencia de vertimientos de combustibles, lubricantes u otros elementos peligrosos que se utilizarán en las etapas de construcción y/o operación del Proyecto, durante su transporte como en su manejo dentro de los almacenes centrales y durante las labores de mantenimiento. Durante la etapa de construcción se almacenará combustible en la bodega de los campamentos, en pequeñas cantidades y para fines específicos como abastecer los generadores eléctricos.	
Antes del evento	
▪ El sitio donde se almacene combustible debe ser ventilada, con impermeabilización y tendrá canaletas de contención, dotado de extintores. ▪ En las áreas de almacenamiento se colocarán señalizaciones o letreros fijos con instructivos específicos. ▪ El trasiego de combustible, aceites se realizará mediante el uso de bombas trasegadoras.	
Durante el evento	
▪ Se controlará posibles situaciones de fuego u otros posibles efectos, debido a emanaciones del líquido. ▪ Localizado el origen del derrame o fuga, se evitará el contacto directo con la sustancia derramada. Luego de determinada la extensión de la zona afectada por el derrame, se deberá señalizar y acordonar la zona contaminada con barreras o cintas. ▪ Se detendrá la expansión del líquido construyendo manualmente un dique de tierra que rodee la zona del derrame. ▪ Se detendrá la penetración del líquido mediante el uso de material (paños o hilazas absorbentes). ▪ En los lugares donde el derrame se encuentre ampliamente disperso en el terreno, el material absorbente se podrá esparcir, mezclar con el suelo y acumular libremente para luego eliminarlo. ▪ Se removerá el suelo afectado hasta una profundidad de 10 cm. por debajo del nivel alcanzado por la contaminación. ▪ Seguidamente se procederá con la reposición del suelo afectado. ▪ En caso el derrame ocurra sobre algún cuerpo de agua, el personal procederá con el retiro del combustible mediante bombas hidráulicas y lo depositará en cilindros metálicos para su posterior transporte y disposición final en un relleno de seguridad. ▪ Se registrará el accidente en formularios previamente elaborados que incluirán como mínimo la siguiente información: características del incidente; fecha, hora, lugar y tipo de derrame; sustancia derramada; volumen derramado; recursos afectados (fuentes de agua, suelos); número de personas afectadas (en caso existan).	
Después del evento	
▪ Se comunicará al Jefe de Brigada acerca del derrame, señalando su localización y tipo de sustancia vertida. Todos los trabajadores tendrán conocimiento de cómo comunicarse con la Unidad de Contingencia (vía telefónica, radio o de manera personal). ▪ La Brigada de Emergencia se trasladará al lugar de accidente, con los implementos y/o equipos que permitan limpiar el derrame en forma rápida y segura.	

	Tabla 14.12. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PLAN DE CONTINGENCIAS "PROYECTO REFUERZOS PARA LA CONEXIÓN DEL PROYECTO HIDROELECTRICO TUMARÍN 1 ETAPA".
TIPO DE RIESGO: ACTOS MAL INTENCIONADOS DE TERCEROS (ACTOS VANDÁLICOS)	
Objetivo: Prevenir y/o enfrentar los actos vandálicos sobre las torres.	Alcance: El ámbito de las medidas será toda el área del trazado de la Línea de Trasmisión de Energía,
Unidad Ejecutora: Gerencia de Transmisión los Departamentos de Líneas de Transmisión y Subestaciones, Unidad Ambiental de ENATREL	
Tomando en cuenta que la transmisión de energía eléctrica es una de las industrias más atractivas para los grupos delincuenciales o vandálicos por las características de los materiales a recuperar. Este problema debe abordarse de manera preventiva por medio de pautas radiales educativas en busca de disminuir los actos vandálicos sobre la infraestructura y generar conciencia a la población del riesgo que corre la comunidad en cuanto a la salud y confort. ▪ ENATREL maneja permanentemente en algunas radios nacionales y locales pautas publicitarias dirigidas a frenar los actos vandálicos relacionados con el robo de angulares y otras piezas de las torres ▪ Otra acción que desarrolla ENATREL es el vínculo con las autoridades policiales para la definición del patrullaje a lo largo de la línea y el .establecimiento de alianzas con las comunidades sobre el cuido de la línea de transmisión. ▪ Finalmente, si se presentara el acto vandálico ENATREL. contactara a la Policía Nacional para averiguar las causas del hecho y castigar a los culpables	

14.4. Plan de Reforestación

14.4.1. Introducción

En atención a los términos de referencia (TDR), descritos en el numeral 5.13.3, **Plan de Reforestación**, ENATREL presenta el Plan de Reforestación del Proyecto: “Refuerzos para la Conexión del Proyecto Tumarín- I Etapa”.

La construcción de la línea de transmisión implica la limpieza o retiro de los árboles que por su especie y ubicación las diferentes actividades a fin de realizar la obra de ingeniería e igualmente en la construcción de las subestaciones, en general se eliminará el material vegetal para dar paso a las obras ingenieriles para el emplazamiento del proyecto.

Las principales actividades que implicarán afectaciones a la vegetación son:

- a) Limpieza de los sitios donde se instalarán los postes y torres.
- b) Apertura de trocha de 4 a 5 metros de ancho del área dentro del área de servidumbre para facilitar las faenas de izado de los conductores y cable de guarda.
- c) Despeje de árboles o ramas que puedan interferir con los cables de acuerdo a las distancias de seguridad especificadas (30 m de área de servidumbre que es lo que establece para un nivel de tensión de 230 kV).
- d) Toda afectación ambiental requiere de una compensación y en este caso no es la excepción, donde se realizaran cortes de árboles a lo largo de la línea.

ENATREL como empresa comprometida a una gestión ambientalmente responsable, atendiendo la obligatoriedad de la Ley Forestal, Ley No. 462, Publicada en la Gaceta No. 168 del 4 de septiembre del año 2003, expresadas en el capítulo IV “Consideraciones Legales”, presenta esta propuesta de Plan de reforestación.

La cantidad de plantas a considerar en la reposición forestal se realizará únicamente en función de la cantidad de árboles que serán afectados en el área de servidumbre de la Línea de Transmisión. El manejo posterior a la reforestación estará acorde a los planes de reforestación municipal.

Propuesta del Plan de Reforestación

El programa de reforestación se hace como respuesta de mitigación y compensación forestal al impacto a realizar como parte de la preparación de los sitios para instalación de torres en los sitios y/o áreas de influencia del Proyecto.

La medida compensatoria de reforestación se aplica en razón de 10:1 árboles repuestos por cada árbol cortado cumplir con los demás detalles contemplados en el capítulo XIII (Disposiciones finales) de Resolución 68 -2011 (Artículo 106)

La línea de transmisión se proyecta en una longitud de 235.5 km aproximadamente, ésta parte de la Subestación Terrabona, ubicada en el municipio de Terrabona, luego discurre por terrenos privados y en algunos tramos se establecerá en derecho de vía de la carretera para conectar con la Subestación San Benito en el municipio de Tipitapa, posteriormente sale de la Subestación San Benito cruzando por terrenos privados, para conectar con la Subestación Boaco, de ahí sale enrubándose por terrenos privados de los territorios municipios de Boaco, Muy Muy, Matiguás, Río Blanco, Paiwas hasta conectar con la Subestación Mulukukú del municipio de Mulukukú donde finaliza.

La línea de transmisión proyecta en un nivel de tensión de 230 kV, de acuerdo a las normativas del sector eléctrico determina una faja de seguridad o área de servidumbre de 30 m (15 m a cada lado del eje de la línea). En la fase de instalación de los conductores del tendido eléctrico se realiza la brecha forestal, que consiste en el corte o poda de árboles y arbustos en el área de servidumbre, en una faja de tierra de 4 a 5 m, hay casos donde los árboles son de mayor tamaño y sus ramas abarcan mayores distancias por lo tanto se podarán las ramas que potencialmente puedan hacer interferencia con los cables, cabe señalar que en el área de servidumbre es recomendable que no existan árboles de alturas que no sobrepasen los 5 m.

Se estima que el área de servidumbre de los 30 m abarque un área aproximada de 699 hectáreas. Para la construcción de la línea de transmisión, como se menciona en el componente Socioeconómico y Biótico, el uso del suelo es mayormente agropecuario, encontrándose en la mayor parte de los terrenos por donde discurre la línea de transmisión intervenido el recurso forestal (pastos con árboles dispersos de baja densidad, Tacotales, Cercas Vivas, etc.), por lo tanto la afectación a los árboles se estima una moderada significancia.

En la gestión de los avales y permisos para el corte o poda de árboles INAFOR y las Municipalidades, ENATREL presentará el inventario forestal del área de servidumbre, donde se

deriva el estado y condiciones de los árboles directamente a afectar del área de la brecha forestal, en este proceso se determinará con las autoridades competentes, los procedimientos para la aplicación de la medida compensatoria, para la reposición de 10 árboles por cada árbol afectado, como lo establecen la legislación del sector forestal, en base al numeral 1, Arto. 106, Disposiciones Administrativas Para el Sector Forestal, de la Resolución N° 68-2011.

14.4.2. Objetivos del Plan

Objetivo general:

Cumplir con la responsabilidad ambiental del Proyecto en la compensación forestal, como respuesta de mitigación al impacto a realizar por la pérdida de la cobertura arbórea que generará en la servidumbre de la línea de Transmisión Eléctrica como parte de la preparación de los sitios para la instalación de los postes y las torres en las áreas de influencia directa del Proyecto.

Objetivos específicos:

1. Cumplir con la mitigación forestal y la obligatoriedad establecida en el numeral N° 13, del Arto. 7, Ley 462 Ley Forestal, que establece “se debe de reforestar las áreas degradadas o intervenidas en donde se indique las especies y número de plantas a reponer tomando en consideración las que se afectaran”
2. Contribuir a la Recuperación de áreas Forestales de Nicaragua, apoyando La Cruzada Nacional de Reforestación, en el sector de Mulukukú-Río Blanco-Boaco-San Benito-Terrabona.

14.4.3. Ubicación del Proyecto

El proyecto se ubica en la Región Autónoma Atlántica Norte (RAAN) en el Municipio de Mulukukú, Paiwas en la región autónoma Atlántico Sur; en el Departamento de Matagalpa en los Municipios; Matiguás, Río Blanco, Terrabona y Muy Muy, Departamento de Boaco; Municipio de Boaco y Teustepe y del Departamento de Managua el Municipio de Tipitapa. Ver Anexo 1, Localización del proyecto y Coordenadas de localización de los puntos de Inflexión de la ruta de la línea de Transmisión.

14.4.4 Metodología

Para la implementación del plan de reposición del recurso ENATREL establecerá convenios con Instituciones involucradas (INAFOR, Alcaldías) en los otorgamientos de los permisos de corta y poda de árboles, por donde pasará la línea de transmisión donde se indique sitio, las cantidades de plantas a entregar, el transporte a los lugares de plantación y las actividades de plantación.

14.4.5. Propuestas del Plan de Reforestación

Los alcances finales del Plan de Reforestación, metodologías y actividades propuestas en lo subsiguiente se van a definir concretamente a través de un convenio de colaboración entre las partes previo a la ejecución del proyecto durante el proceso de obtención del permiso de corte o poda de árboles.

Para el cumplimiento del Plan de Reforestación se propone coordinar con INAFOR, Alcaldías para apoyar la Cruzada Nacional de Reforestación. Para esto se estará entregando la cantidad de 10 árboles por cada árbol cortado en los municipios por los cuales atraviesa el proyecto.

Esto se realizaría en coordinación con las autoridades Municipales responsables de la aplicación de esta medida: ALCALDIAS e INAFOR, MARENA, quienes son las encargadas acompañamiento en los proceso de siembra y mantenimiento de las mismas.

ENATREL por medio del convenio cumplirá con el lineamiento del Gobierno Nacional de apoyar la Cruzada Nacional de Reforestación.

14.4.6. Número de árboles a afectar según resultados de la evaluación forestal

Considerando que para el montaje de la línea y emplazamiento de las torres o postes la mayor afectación de árboles y arbustos se da dentro de una franja de 30 metros de ancho del área de servidumbre aproximadamente, en la tabla siguiente, se presenta la cantidad probable de árboles a afectar en la franja por Municipio (el posible número de árboles a afectar a reponer por Municipio y en toda la línea). el dato real de árboles afectados se obtendrá una vez ejecutado el Inventario Forestal.

La densidad de árboles promedio estimada es de 142 individuos por hectárea, calculada a lo largo de la línea de transmisión. La mayor parte de las parcelas están establecidas en zonas de pastoreo en donde se utiliza especies como el Roble macuelizo (*T. Rosea*), para mantener sombra durante el verano, aunque además se pueden encontrar especies como, madero negro, jiñocuabo, guácimo de ternero, tigüilote, helequeme, dentro de potreros y en las cercas vivas.

En total la longitud de la línea de transmisión es de aproximadamente 235.5 km, (235,500 m) si calculamos la longitud por el ancho de impacto de la construcción de la línea (30 m) nos da aproximadamente 7,065,000 m², a ser impactados en todo el trabajo, esto representaría un impacto en un área aproximada de 706.5 Ha. Si a esto le calculamos el número de árboles impactados en todo el recorrido sería de aproximadamente 100,323 plantas.

Sin embargo, el dato real de árboles afectados se obtendrá una vez ejecutado el Inventario Forestal. Además, la mayoría de la zona no esta sujeta a reforestación por estar bajo uso de ganadería extensiva por lo cual la cantidad de arboles puede reducirse significativamente en dependencia de las áreas que se establezcan bajo la reforestación.

Tabla No. 14.13. Resumen del número de árboles por Ha. y extrapolado a las 706.5 Has.
Efectivas en el búfer de 30 mts.

Municipio	Km/ Municipio	Área Total/Municipio (30 mt ancho) (Ha)	Plantas afectar por municipio con 30 m	Plantas a reponer 10/cada árbol afectado	% de Área
Mulukukú	13.49	40.47	5746.74	57467.4	6
Río Blanco	11.22	33.66	4779.72	47797.2	5
Matiguás	26.19	78.57	11156.94	111569.4	11
Muy Muy	9.3	27.9	3961.8	39618	4
Boaco	37	111	15762	157620	16
Terrabona	13	39	5538	55380	6
Ciudad Darío	12.12	36.36	5163.12	51631.2	5
Paiwas	24.11	72.33	10270.86	102708.6	10
Teustepe	32.8	98.4	13972.8	139728	14
Tipitapa	55.71	167.13	23732.46	237324.6	24
Total	235.5	706.5	100323	1003230	100

Fuente: Multiconsult y Cía. Ltda.

14.4.7. Proyección de Especies a Reforestar

En base a los resultados obtenidos de la evaluación en la Flora realizada dentro de la línea Tipitapa-Terrabona-Boaco-Muy Muy-Matiguás-Mulukukú, considerando una franja de 4 metros de ancho de influencia directa afectar en los 93.2 Ha, se ha estimado un número hipotético de árboles a sembrar equivalente a 1,003,230; estos dato será real una vez levantado el inventario forestal para la gestión ante el INAFOR del permiso de corta de árboles previo a la construcción del proyecto.

De preferencia se plantarán especies nativas de la zona aquellas ~~que~~ recomendadas por las Instituciones involucradas (Alcaldía, Inafor y Marena), cuyo producto sea fuente de recurso energético y alimento para la fauna local y otros.

Especies Forestales

Las especies forestales seleccionadas para el programa de reposición por ser las más representativas dentro de la línea de transmisión son: Roble, Palma o corozo, Guanacaste negro, Guácimo colorado, Genizaro, Acetuno, Zopilote y Carao.

Tabla 14.14. Especies forestales seleccionadas para el programa de reposición

Item	Especie	Nombre científico
1	Acetuno	<i>Simarouba glauca</i>
2	Roble	<i>Tabebuia rosea</i>
3	Corozo	<i>Bactris minor</i>
4	Guanacaste Negro	<i>Enterolobium cyclocarpum (Jacq.) Griseb</i>
5	Genízaro	<i>Albizia saman</i>
6	Carao	<i>Cassia Grandis</i>

Fuente: Multiconsult y Cía. Ltda.

Especies de frutales

Las más solicitadas fueron Naranja, Aguacate, Cacao, Mango mejorado, limón mejorado, mandarina mejoradas. Estas tendrán que consensuarse con el INAFOR, Alcaldías

Tabla 14.15. Especies de frutales seleccionadas para el programa de reposición.

Item	Nombre común	Nombre científico
1	Mango	<i>Mangifera indica</i>
2	Mamón	<i>Melicoccus bijugatus</i>
3	Naranja	<i>Citrus x sinensis</i>
4	Marañón	<i>Anacardium excelsum</i>
5	Cacao	<i>Teobrooma cacao</i>
6	Mandarina	<i>Citrus reticulata</i>
7	Aguacate	<i>Persea americana</i>
8	Nispero	<i>Manilkara zapota</i>

Fuente: Multiconsult y Cía. Ltda.

14.4.8. Localización de Áreas de Reforestación

Las áreas de reforestación propuestas en este plan, fueron definidas por los responsables de las unidades ambientales de cada Municipio por donde pasará esta línea de transmisión, resultado de las visitas a cada uno de estos Municipios. Los sitios en cada municipio pueden cambiar en dependencia del consenso a que se llegue con el INAFOR, me manera preliminar se menciona los sitios siguientes: Ver mapa de localización de Areas propuestas para Reforestación en Anexo 9.

Río Blanco:

El Municipio de Río Blanco se ubica a una distancia de Managua de 250 Km, entre las coordenadas 12°56'0" N de latitud norte y 85°13'0" de longitud oeste.

Límites Municipales:

- Al Norte: con los Municipio de Rancho Grande, Waslala y Siuna.
- Al Sur: con el Municipio de Matiguás.
- Al Este: con el Municipio de Paiwas (RAAS).
- Al Oeste: con el Municipio de Matiguás.

Área propuesta a implementar Plan de Reforestación.

Sitio: Cabecera del Río Blanco.

Tabla 14.16. Coordenadas del Polígono Propuesto para la Plantación

X	Y	X	Y
692325	1433163	692022	1433740
692431	1433293	691888	1433659
692582	1433509	691744	1433522
692630	1433733	691686	1433378
692602	1433781	691751	1433313
692432	1433758	692110	1433125
692142	1433743	692294	1433978
692059	1433786	692325	1433163

Fuente: Multiconsult y Cía. Ltda.

Figura 14.1. Representante de Alcaldía Río Blanco, indicando el sitio a Reforestar.



Fuente: Multiconsult y Cía. Ltda.

Matiguás

El Municipio de Matiguás se ubica a una distancia de Managua de 249 Kms, entre las coordenadas 12°49'0" N de latitud norte y 85°28'0" de longitud oeste.

Límites Municipales:

- Al Norte: con los Municipio de El Tuma-La Dalia y Rancho Grande.
- Al Sur: con el Municipio de Camoapa-Boaco.
- Al Este: con el Municipio de Río Blanco y Paiwas (RAAS).
- Al Oeste: con el Municipio de Muy Muy y San Ramón.

Área propuesta a implementar Plan de Reforestación.

Cuenca del río Cusiles, aproximadamente 10 km².

Latitud: 12.8271 Longitud: -85.5354

Aunque estos sitios finalmente quedarán definidas en el Convenio a suscribir entre ENATREL, Municipalidad por las autoridades Municipales e INAFOR, quienes son las encargadas de la siembra y mantenimiento de las mismas.

Se sugiere que en el Convenio a suscribir con INAFOR, Municipalidad. El Regente Forestal de ENATREL apoye el proceso de definición de las áreas y zonas de reforestación.

14.4.9. Costos

El costo del Plan se propone en base al objetivo de proporcionar las plantas a ser utilizadas en la Cruzada, donde se derivan las actividades de compra, transporte, reposición y logística.

Tabla 14.17. Costos del Plan de Reforestación

Rubro	Costo
Costo por Adquisición de plántulas	300,969.00
Costos de Establecimiento de plantas	501,615.00
Costos de Mantenimiento x 2 años	70,650.00
Costo total	873,234.00

Fuente: Multiconsult y Cía. Ltda.

La relación de la reforestación es de 10 árboles a reponer por cada cortado según las disposiciones del INAFOR, con lo cual la cantidad de especies a reforestar debe aumentar la cantidad de árboles estimados a sembrar por compensación considerando esta disposición.

Estos costos están previstos de acuerdo a las conversaciones con los funcionarios de las unidades ambientales de las alcaldías. Este costo está en cantidades absolutas.

14.5. Plan de Capacitación y Educación Ambiental

14.5.1. Introducción

La capacitación permanente del personal de ENATREL, como parte de las empresas contratistas y subcontratistas, en temas de salud, seguridad, medio ambiente y aspectos socio-culturales, es un elemento esencial del Plan de Gestión Ambiental.

El presente documento recoge los lineamientos determinados en los planes ambientales del proyecto de transmisión eléctrica y desarrolla el Plan de Capacitación a implementarse en las fases del proyecto.

Estos lineamientos serán la base para el desarrollo e implementación de los programas de capacitación específicos en función de la cantidad de personal, presupuesto, nivel de capacitación y requerimientos de cada puesto de trabajo. En la elaboración de los mismos, se tendrá en

consideración, la normativa nacional, los lineamientos aceptados a nivel internacional y los estándares internos de ENATREL, en materia de Higiene Seguridad y Medio Ambiente.

Asociado al presente plan, se encuentra el Programa de Capacitación para Personal de ENATREL y Contratistas, el cual será cubierto por este Plan de Capacitación y el Programa de Comunicación y Consulta que forma parte del Plan de Relaciones Comunitarias, a fin de mantener informados de los avances, recoger las principales preocupaciones de los pobladores respecto al desarrollo de las actividades, y asimismo obtener la participación de las comunidades en la prevención de riesgos de salud, seguridad, medio ambiente y conflictos socio-culturales.

Además, todos los visitantes recibirán una inducción por parte del contratista, en temas de salud, seguridad, y medio ambiente. La supervisión de éstas estará a cargo de la Unidad de Higiene y Seguridad, y la Unidad de Gestión Ambiental de ENATREL para la etapa de operación, en la etapa de construcción el responsable será el contratista bajo la supervisión de su dependencia ambiental.

14.5.2. Objetivos

Concientizar y capacitar al personal y visitantes, en aspectos concernientes a la salud, medio ambiente, seguridad y componentes sociales con el fin de prevenir y/o evitar daños personales, al medio ambiente y a las instalaciones, durante el desarrollo de las actividades asociadas a las etapas del proyecto de transmisión de energía.

14.5.3. Alcances

Este Plan abarca el personal de ENATREL relacionado con el proyecto; de las empresas Contratistas, Subcontratistas, y visitas; para las áreas y actividades relacionadas específicamente a las etapas de construcción y operación y abandono del Proyecto.

14.5.4. Actividades de Capacitación

Antes de iniciar las actividades de construcción de la línea de transmisión y obras conexas, se presentará el Programa de Capacitación a aplicar durante la etapa de construcción, del mismo modo cuando se inicie la operación de la línea se presentará el Programa de Capacitación a los responsables de la operación y mantenimiento de las mismas. Complementariamente los Contratistas, impartirán la capacitación específica en función a los puestos de trabajo de acuerdo al programa presentado dentro de su Plan de Seguridad y Medio Ambiente. Los responsables de Medio Ambiente y Seguridad de ENATREL participarán y llevarán control de los registros de estas actividades.

Las actividades de capacitación incluirán:

- Inducción en Medio Ambiente, Salud, Seguridad y Acción Comunitaria;
- Curso Básico de Seguridad e higiene ;
- Plan de Contingencias;

- Primeros Auxilios;
- Plan de Manejo Ambiental.

Las actividades de capacitación serán realizadas por personal competente y debidamente capacitado, incluso en metodologías de aprendizaje y empleo de métodos didácticos. Los entrenamientos y/o capacitaciones deberán ser, al inicio de la etapa de construcción con charlas diarias o semanales en las áreas de trabajo para las operaciones anuales.

14.5.5. Inducción de Medio Ambiente, Salud, Seguridad y Acción Comunitaria

Todo el personal (propio y contratado) recibirá una inducción previa a la entrada a campo, en el sitio del proyecto antes de comenzar las actividades. Además, en la locación se impartirá una charla de seguridad para todos los trabajadores relacionados con las actividades del proyecto para cada etapa.

La inducción sobre Medio Ambiente y Seguridad Ocupacional incluirá una descripción de las principales actividades del proyecto para cada etapa, detallándose los principales lineamientos en temas de salud, seguridad y medio ambiente, así como también sobre el entorno social del área de influencia del Proyecto.

En la inducción de ingreso que se desarrollará en el sitio, el personal será informado sobre la ubicación de las instalaciones y se darán a conocer las medidas de respuesta ante emergencias en la locación, que son parte del Plan de Contingencias.

Curso Básico de Seguridad (CBS) Nota: los temas aquí presentados están propicios para el personal de ENATREL que opera y brinda mantenimiento en las Subestaciones y líneas, para esta etapa que es la construcción los temas están más relacionados con la gestión ambiental: Generalidades de las Responsabilidades y Compromisos de la empresa contratista (Permiso Ambiental, PGA, Plan de Contingencias), medidas ambientales, higiene y seguridad, Mecanismos de Supervisión y control y cambiaria de Curso a Seminario de un día.

Previo a su ingreso al área de trabajo todo el personal recibirá por parte de ENATREL un Curso Básico de Seguridad, desarrollado en 16 horas lectivas y que incluye una evaluación final. Para el desarrollo del CBS se contará con material didáctico como son texto de consulta y cuadernillos de trabajo.

- Los temas difundidos en este curso incluirán la prevención de accidentes de trabajo, incendios, medicina laboral (primeros auxilios), uso de equipo de protección personal, sustancias y materiales peligrosos, eléctricos. Seguridad, riesgos. entre otros.

Capacitación específica vinculada a la operación de Líneas de Transmisión y Subestaciones Esto no aplica para el plan de capacitación del EIA. Estos temas son los que se imparten al personal de líneas y subestaciones que es contratado por ENATREL para la operación de las obras.

- Operación y mantenimiento de subestaciones eléctricas.
- Operación y mantenimiento de líneas de transmisión y SS.EE. de potencia.

- Montaje y mantenimiento de redes aéreas.
- Tecnología de los materiales y equipos eléctricos.
- Sistemas de puesta a tierra en instalaciones eléctricas de alta y media tensión.
- Lectura e interpretación de planos y esquemas de sistemas eléctricos de líneas de transmisión y SS.EE. De potencia.
- Manejo de materiales peligrosos y sustancias tóxicas en ambientes y/o procesos industriales.
- Plan de mantenimiento de equipos.
- Sistemas de protección para líneas de alta y media tensión.
- Gestión ambiental en actividades eléctricas (Manejo de residuos, medidas para mitigar el impacto sobre la colisión de aves con la línea de transmisión, entre otras).
- Técnicas de construcción y supervisión de obras eléctricas.
- Seguridad vial y manejo a la defensiva
- Acciones contra el vandalismo

14.5.6. Plan de capacitación relacionado con las posibles contingencias

El objetivo de la capacitación respecto del Plan de Contingencias será proporcionar al personal del proyecto una guía sobre cómo actuar en caso de emergencia, así como, la información sobre procedimientos, personal y equipos específicos para prevenir, controlar y dar respuesta a contingencias.

Todo el personal recibirá entrenamiento sobre este Plan, incluyendo actividades de campo, como simulacros y pruebas. La capacitación sobre el Plan de Contingencias buscará lograr una respuesta oportuna y eficiente de ENATREL., contratistas y entidades de apoyo externo, ante los diversos tipos de emergencias que pudieran presentarse durante las actividades del Proyecto.

El alcance del Plan de Contingencias cubrirá las emergencias con potencial daño a personas, ambiente o bienes materiales, que pudieran generarse de acuerdo con las exigencias legales indicadas en el marco legal ambiental y de seguridad laboral.

El personal seleccionado para formar parte de las Brigadas de Respuesta ante Emergencias, recibirá capacitación específica al respecto.

La capacitación se orientará principalmente en los tipos de contingencia relacionadas con el proyecto

a) Por falla propia

El sistema se paraliza por alguna falla relacionada con los elementos y equipos propios, que constituyen el sistema de transmisión eléctrica.

b) Por fenómenos naturales

El funcionamiento del sistema de transmisión eléctrica se interrumpe a consecuencia de los siguientes fenómenos:

- Geodinámicos Externos

Entre los más frecuentes e importantes por los efectos que pudieran ocasionar al proyecto se mencionan a los aluviones, deslizamientos e inundaciones.

- Geodinámicos Internos

Entre estos fenómenos destacan los sismos, que al actuar sobre la superficie terrestre ocasionan alteraciones del relieve terrestre.

- Por Sabotaje o Vandalismo

El funcionamiento de la línea de transmisión eléctrica se interrumpe como consecuencia de algún acto vandálico premeditado, que afecta físicamente la estabilidad de las estructuras, fenómeno muy común en nuestro medio.

Charla de 5 Minutos

La capacitación por puesto de trabajo empleará como herramienta la **Charla de 5 Minutos**, que es un medio de sensibilización de los trabajadores en un tema específico, para el análisis de una mala práctica o incidente sucedido, y para informar una buena práctica al personal. Estas sesiones tendrán una frecuencia diaria y no necesariamente serán parte de un registro formal dentro de la empresa.

Periódicamente, los Supervisores de Medio Ambiente, sugerirán a la Supervisión de Campo en la locación sobre diversos temas a incorporar en estas sesiones diarias, e identificarán aquellos que deban ser incluidos obligatoriamente. En los frentes de trabajo y durante la ejecución de los mismos, los supervisores serán los responsables del entrenamiento diario de su personal y podrán ser asistidos por los Supervisores de Medio Ambiente, si así lo requieran. Se realizará un registro de Asistencia y de Evaluación de las Charlas.

14.5.7. Contenido de las actividades de capacitación

El contenido de las actividades de capacitación incluirá los temas que se detallan a continuación:

- Medio Ambiente y Seguridad Industrial
- Política de Medio Ambiente, Salud y Seguridad de ENATREL
- Legislación Ambiental aplicable al Proyecto.
- Aspectos sociales y culturales en el área de influencia y divulgación del Plan de Relaciones Comunitarias, con especial énfasis en el Programa de Contingencia.
- Zonas sensibles desde el punto de vista ecológico, social y arqueológico
- Código de Conducta para el personal de ENATREL, empresas contratistas y subcontratistas.
- Aspectos Socio ambientales relacionados al Proyecto.
- Lineamientos en materia de Seguridad y Salud Ocupacional.

Condiciones Seguras de Trabajo

- Actos inseguros: peligros y riesgos.
- Higiene personal.

- Limpieza y mantenimiento de las áreas de trabajo.
- Manipulación de materiales peligrosos.
- Tránsito terrestre
- Reporte de accidentes e incidentes.

Protección ambiental

- Responsabilidad personal sobre protección ambiental.
- Medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales.
- Manejo de residuos sólidos.
- Manejo de sustancias peligrosas, principalmente aceite dieléctrico.
- Control de erosión y revegetación en áreas destinadas a la cimentación de torres y subestaciones.
- Manejo de efluentes líquidos y contaminación de aguas.
- Prevención de derrames y manejo en caso de ocurrencia.
- Protección y conservación de recursos naturales.
- Restauración de áreas alteradas.
- Conservación del patrimonio arqueológico y procedimiento en caso de un hallazgo.

Aspectos Socio-Culturales

- Usos y costumbres de las comunidades dentro del área de influencia.
- Actividades que podrían afectar la vida cotidiana de las poblaciones en el área de influencia.
- Especies forestales de interés por las comunidades nativas, especies maderables comerciales, plantas medicinales y otros usos aprovechables por los pobladores locales.

14.5.8. Metodologías

La capacitación se realizará mediante charlas de cinco minutos, antes de comenzar la jornada laboral Asimismo, se hará uso de banderolas, carteles, y otros medios de comunicación gráficos, donde se muestren temas referentes a MEDIO AMBIENTE Y SEGURIDAD, con el objeto de motivar a los trabajadores sobre la seguridad en el trabajo, el respeto al medio ambiente y a las comunidades locales.

14.5.9. Registros

Los Responsables de Seguridad Industrial y de Medio Ambiente organizarán y mantendrán los registros de las capacitaciones realizadas, estos incluirán los siguientes datos:

- Fecha,
- Lugar de capacitación,
- Curso,
- Tema,

- Nombre del capacitador,
- Asistentes (empresa, nombre y firma).
- Videos, figuras y demás documentos que verifiquen la ejecución de las capacitaciones

14.6. Plan de Control y Monitoreo Ambiental

14.6.1. Generalidades

El plan de control y monitoreo ambiental, permitirá evaluar periódicamente la dinámica de las variables ambientales, con la finalidad de determinar los cambios que se puedan generar durante las etapas de construcción, operación y abandono de la línea de transmisión.

La información obtenida permitirá implementar, de ser necesario, medidas preventivas y/o correctivas de tal modo que todos los impactos ambientales se atenúen o eliminen. Además, al implementar el Plan de Control y Monitoreo Ambiental, se cumplirá con la legislación nacional vigente que exige su ejecución y el desarrollo de los reportes ante las autoridades ambientales vinculadas a la ejecución del proyecto eléctrico.

14.6.2. Objetivo

El objetivo de cumplir con el cuidado del ambiente, se plantea un plan de control y monitoreo ambiental periódico en el área de influencia del Proyecto durante la etapa de construcción, operación y abandono con el objeto de verificar la eficiencia de las medidas mitigadoras, es decir asegurar que los impactos pronosticados para las actividades del proyecto se encuentren dentro de los límites aceptables ambientales.

Los objetivos del plan de control y de monitoreo serán:

- Evaluar y registrar detalladamente los cambios que puedan producir la Línea de Transmisión en el área de influencia durante la etapa de construcción, operación y de abandono.
- Construir una base de datos sobre la evolución de los impactos ambientales que sirva de apoyo al Programa de Control y/o Mitigación Ambiental.
- Verificar que las medidas de mitigación propuestas sean cumplidas.
- Cumplir la legislación ambiental vinculada al proyecto.
- Establecer claramente los aspectos sobre los cuales se aplicará el presente Plan, los parámetros de monitoreo, la frecuencia y los puntos o estaciones de monitoreo.

14.6.3. Actividades de Control y Seguimiento

La UGA –ENATREL se encargará del seguimiento y control de las actividades de monitoreo, sus funciones serán las siguientes:

- Verificar y dirigir acciones de capacitación del personal de campo, durante la fase de contratación del personal, fases de construcción y operación.
- Verificar la implementación del PGA.
- Verificar la implementación de las medidas de salud, seguridad y medioambiente por parte del personal de construcción y sus subcontratistas.
- Verificar las medidas de limpieza de la franja de servidumbre
- Brindar seguimiento a que el contratista presente al Supervisor Ambiental del proyecto. Todos los registros de monitoreo efectuados hasta la fecha sobre los factores ambientales, así como un informe de las medidas tomadas en el transcurso de las actividades de construcción, para minimizar los impactos que hayan sido monitoreados, especialmente cuando los aspectos ambientales que los causaren hubieren excedido las normas ambientales.
- Reportar a la Gerencia General o dependencias responsables acerca de las actividades de monitoreo realizadas así como la implementación de las medidas del PGA.
- El programa de monitoreo comprenderá inspecciones a las actividades de construcción, registro de datos y seguimiento en aquellos efectos que podrían ocurrir durante la construcción.

14.6.4. Medio de Verificación

- Reporte de Ejecución del plan de Monitoreo Ambiental reportado a MARENA y las Unidades Ambientales de la Municipalidad.
- Registros internos y documentados plan de Monitoreo Ambiental

A continuación se presentan las variables a monitorear:

Tabla 14.18. Plan de Monitoreo Ambiental, Etapa de Construcción y Operación

Componente Ambiental	Variable	Estación de Monitoreo	Frecuencia	Tipo de Muestreo	Responsable
Biota	Evaluar la Mortalidad de aves por colisión con el cableado de la línea. Evaluar la diversidad de las especies de aves nativas y migratorias.	Monitorear el trazado de la línea	Semestralmente durante los primeros 5 años de operación. Con la siguiente frecuencia: 1° año, Monitoreo semestral. 2° año, Monitoreo semestral 3° al 5° año Monitoreo anual.	El tipo de muestreo a utilizar es el mismo utilizado en la caracterización de fauna silvestre, para este EIA.	UGA-ENATREL

Componente Atmosfera	Ruido	En 5 puntos en cada tramo de la línea. A lo largo de la misma y en el área de las Subestaciones.	Semestral Durante la construcción	Aleatoria	UGA- ENATREL
	Intensidad de Campo Eléctrico y Magnético	Se realizarán monitoreos constantes durante la etapa de operación y mantenimiento a lo largo de la Línea de Transmisión y en las Subestaciones Eléctricas	Semestral el primer año y anual el resto del tiempo	Aleatoria	UGA- ENATREL

Fuente: Multiconsult y Cía. Ltda.

14.7 Plan de Participación Ciudadana

Introducción

La participación ciudadana es un instrumento de gestión que permite mejorar las actividades y etapas del proyecto en base a la incorporación del conocimiento y la experiencia ciudadana, durante todas las etapas de su diseño, aprobación y desarrollo. El proceso de toma de decisiones debidamente informado en contacto directo y permanente con una realidad, brinda la oportunidad de definir y ejecutar actividades sostenibles y establecer medidas correctivas que redundaran en ahorro de tiempo y recursos en el desarrollo del proyecto de transmisión eléctrica.

Objetivo

Involucrar a los diferentes Grupos de interés de la Zona de Influencia del proyecto con la finalidad de llevar a cabo un adecuado proceso de comunicación, reforzando toda instancia de dialogo ya existente, a efecto de que la misma este adecuadamente informada, pudiendo emitir sus opiniones, sugerencia e interrogantes en relación con la ejecución del proyecto.

Marco Legal

El Plan de Relaciones Comunitarias, es una propuesta que se enmarca en la legislación Nacional entre las cuales se pueden indicar:

- La Constitución Política de Nicaragua
- Ley de Participación Ciudadana (Ley 475)

Acciones a ser desarrolladas por ENATREL:

En el marco del desarrollo del proyecto ENATREL ha considerado la realización de las siguientes acciones.

Acciones previas a la ejecución del proyecto:

- Se identificaron los grupos de interés relevantes dentro del área de influencia directa del proyecto hacia donde serán dirigidos los esfuerzos de la empresa, y proyectar las necesidades, alcances del proyecto, definir las rutas de la línea de transmisión.
- Se realizarán visitas a los diferentes sitios de intervención del proyecto, así como a los gobiernos locales y conocer sus planes de desarrollo, expectativas del proyecto.
- Entrevistas con, propietarios privados por donde se proyecta la ruta para conocer la disposición que presentan ante el posible paso por sus propiedades de la línea de transmisión, el permiso para la incursión por su propiedad de personal involucrado en el levantamiento topográfico, como el establecimiento del contrato de servidumbre y conocer sus expectativas ante el proyecto.
- La identificación de los Grupos de intereses (Campesinos, obreros agrícolas, organizaciones sociales, familias, instituciones públicas y privadas, Consejos del Poder Ciudadano (CPC), así como autoridades locales servirá para alcanzar la mayor participación posible de los ciudadanos en relación con los objetivos del Proyecto.

Acciones intermedias:

- Realización del Estudio de Impacto Ambiental, para el cual se desarrollo un estudio de línea base, se identificaron, analizaron y se valoraron los impactos ambientales y se definieron medidas ambientales para los impactos ambientales negativos significativos,. Y se desarrollaron actividades relacionadas con el Diagnóstico socioeconómico para lo cual se entrevistaron personal de instituciones públicas, autoridades y técnicos municipales así como líderes comunitarios. Las actividades desarrolladas se describen en el anexo 6.

Acciones finales:

- Se recolectarán las opiniones de la población en la etapa de construcción, operación en función del seguimiento al cumplimiento de las medidas de mitigación y el Plan de Gestión Ambiental. En este sentido se consultará a los, líderes de las iglesias y comunidades del Caribe Nicaragüense vinculadas al proyecto.
- En relación con los compromisos ENATREL firmara con los afectados por las obras del proyecto, obligaciones con la finalidad que los beneficiarios tomen conocimiento y adquieran conciencia de los problemas actuales y de las alternativas de solución existentes relacionadas al servicio de energía eléctrica, como dejando claro y acuerdo de los Impactos y beneficios explicados.

- ENATREL trabajara por el cumplimiento del respeto a la persona humana y su ambiente, por lo que se fomentará y garantizará el desarrollo integral de la población y los centros poblados involucrados en el Área de Influencia del Proyecto, así como el respeto y defensa de su dignidad, que constituyen el fundamento de la legitimidad de sus instituciones y de todas sus formas de organización social.
- Dentro de los derechos humanos, se reconoce y se garantiza el respeto del derecho a un ambiente sano y protegido, a través del cual se considerarán estrategias para:
 - Implementar un sistema de fiscalización ambiental independiente, con la participación de la sociedad civil, elegida de forma transparente, proponiendo en el presente Plan, la conformación de un Comité de Monitoreo y Vigilancia Ciudadana, siendo sus miembros elegidos por la misma población.
 - Vigilar y promover la rehabilitación y conservación de los recursos naturales a través del cumplimiento del Plan de Gestión Ambiental y el de Relaciones Comunitarias.
 - ENATREL se compromete a realizar un manejo responsable de los recursos naturales utilizados por la población del Área de Influencia del Proyecto, mejorando el entorno y la salud de sus colaboradores y de los pobladores.
 - ENATREL, se compromete a realizar una compensación justa por los derechos de servidumbre de la línea de transmisión de energía.
 - Todas las familias afectadas por el Proyecto, independientemente de su condición legal, serán objeto de las acciones del Plan de Compensación.
 - Se ofrecerán soluciones diferenciadas, compatibles con los diferentes niveles de afectación y la diversidad socioeconómica de la población objetivo.

Responsable de la Ejecución del Plan

La ejecución del plan de Relaciones Comunitarias, estará a cargo de la Dirección de Ingeniería y Proyectos a través de la Unidad de Servidumbre.

14.8. Plan de Cierre

14.8.1. Generalidades

El plan de cierre o abandono, es el conjunto de acciones para abandonar un área o instalación, éste incluirá las medidas a adoptarse para evitar efectos adversos al ambiente por causa de los residuos sólidos, líquidos o gaseosos que puedan existir o aflorar en el corto, mediano o largo plazo.

El plan de abandono en el Estudio de Impacto Ambiental del **PROYECTO "Refuerzos para la Conexión del Proyecto Hidroeléctrico Tumarín- I Etapa"**, es el conjunto de procedimientos y

actividades que el titular del proyecto deberá ejecutar, para en lo posible devolver a su estado inicial las zonas intervenidas, el cual se ejecutará en dos momentos del proyecto, el primero, cuando todas las actividades constructivas del proyecto estén culminadas y la contratista se retire de las áreas de trabajos y el segundo momento luego de culminada el tiempo de vida útil del proyecto o cuando se decida abandonar la actividad.

El Plan considera las instalaciones auxiliares de apoyo para la construcción de las obras (caminos de acceso, áreas de acopio de material) y la remoción total de toda la infraestructura del Proyecto, la cual podrá adecuarse a las necesidades que puedan surgir durante su implementación. Las medidas presentadas en el presente Plan serán específicas para cada uno de los componentes del Proyecto y su implementación corresponde a ENATREL y las empresas subcontratistas.

14.8.2. Objetivo

El objetivo del plan es proteger el ambiente frente a los posibles impactos que pudieran presentarse cuando deje de operar la Línea de Transmisión Eléctrica, los componentes de las Ampliaciones de las Subestaciones para los fines que fue construida, ya sea cuando haya cumplido su vida útil o cuando ENATREL decida cerrar las operaciones. Asimismo, restablecer las condiciones iniciales de las áreas ocupadas por la Línea de Transmisión y subestaciones.

El plan de abandono considera el desmontaje y retiro de los equipos del proyecto. Estos se destinarían a un fin beneficioso, restaurar el ambiente, reordenar las superficies y las áreas alteradas por la actividad.

Por lo tanto, el abandono y el desmantelamiento de las instalaciones de la Línea de Transmisión y de las Subestaciones, deberán realizarse, en lo posible, sin afectar al medio ambiente, sobre todo una vez finalizada esta fase, dejar el ámbito natural sin alteraciones notables y en lo posible como estaban momentos antes de iniciadas las obras.

14.8.3. Compromiso de ENATREL

ENATREL, se compromete a asumir y supervisar las acciones necesarias para cerrar las operaciones del proyecto en mención, así como disponer los recursos financieros necesarios para la ejecución del plan.

Igualmente ENATREL, se compromete a desarrollar las siguientes acciones:

- Comunicara su intención de cierre al MARENA, MEM, INE, SERENA RAAN y RAAS y las municipalidades respectivas, tres meses antes de iniciar el cierre.
- Reconocimiento y Evaluación del Sitio; En esta etapa se revisará el área a ser abandonada, preparando un programa de trabajo para cada parte de la obra y el retiro del servicio. También se evaluará el retiro del servicio, la protección al medio ambiente y la seguridad humana durante los trabajos.
- Preparación de los planes de retiro y los servicios de limpieza, cuyo fin será la recuperación del área con tendencia a su forma original.

- El retiro de las instalaciones electromecánicas y obras civiles deberá considerar la preparación de las instrucciones técnicas y administrativas para llevar a cabo de una manera planificada.
- Desmantelamiento ordenado de los componentes metálicos de las instalaciones, pudiendo efectuar la venta como chatarra de no ser utilizables para otros fines y la transferencia de equipos, locales y la liquidación final del proyecto, cumpliendo con las disposiciones legales.

14.8.4. Acciones a seguir en el plan de abandono

Estas acciones comprenden:

- Capacitación de los receptores del terreno, de infraestructura de la línea de transmisión.
- Concientización de la comunidad sobre la necesidad de la conservación del medio ambiente y los beneficios que esto conlleva.
- Valoración de activos.
- Inventario de maquinarias y equipos.
- Inventario y metrado de las zonas de almacenamiento, resto de equipos y accesorios.
- Selección y contratación de las empresas que se encargarán del desmontaje de equipos y la remoción de obras civiles.
- Selección y contratación de especialistas ambientales, los que se encargarán de evaluar el ambiente natural del área de influencia previa a los inicios del plan de abandono, durante y posterior al mencionado plan y verificar el cumplimiento de las medidas mitigadoras propuestas y si fuera el caso proponer nuevas medidas ante impactos no previstos.
- Inventario y metrado de los almacenes, líneas de transmisión y resto de los equipos y accesorios.

14.8.5. Delimitación de Áreas de Trabajo

14.7.5.1. Desmantelamiento de Instalaciones al finalizar la fase de construcción

El abandono del lugar requiere que se tomen diversas acciones previas al retiro definitivo de las instalaciones. A continuación se indican los siguientes:

Las actividades en esta etapa se realizarán progresivamente, de acuerdo al cronograma establecido por ENATREL. Las áreas de trabajo (obras temporales) donde se implemente el Plan de Abandono serán señalizadas y delimitadas, prohibiéndose el paso de personal ajeno a estas actividades, como una medida de precaución para evitar accidentes.

Para realizar el desmantelamiento de las instalaciones, se procederá de la siguiente manera:

- Se hará un plan para el desmantelamiento, que incluya el almacenamiento temporal de los materiales, su descontaminación si se requiere, la segregación de los residuos, el transporte de los materiales y el destino final de los mismos.
- Luego se procederá a desarrollar la operación en los términos previstos.

- Concluido el desmantelamiento, se realizará una inspección detallada del área para evaluar las necesidades y el alcance de la limpieza y la restauración ambiental, labores que deberán comenzar en forma inmediata.
- Ejecutar las acciones de recuperación morfológica y paisajística, acorde con los lineamientos que al efecto establezca el contratista y ENATREL.

Caminos o senderos de acceso

- Los posibles caminos de acceso a los vértices de la línea de transmisión o a las áreas auxiliares deberán ser readecuados y reacondicionados, a fin de que las áreas intervenidas recuperen el estado en que se encontraban antes de la implementación del Proyecto.
- La restauración será desarrollada en conjunto con los dueños de propiedad.

Patio de máquinas

En el proceso de desmantelamiento del patio de máquinas, se deberá realizar la demolición total de alguna construcción

- El área utilizada debe quedar totalmente limpia de residuos sólidos, tanto peligrosos como no peligrosos, tales como trozos de madera, chatarra, residuos domésticos etc.

Abandono y entrega de sitios de obra en la fase de construcción

Con al menos veinte días de anticipación, el CONTRATISTA informará a ENATREL su intención de realizar la entrega de los sitios de trabajo donde las obras hayan sido finalizadas. Las acciones en detalle para el abandono en la fase de construcción se presentan en la tabla 14.2.

Limpieza final del área al finalizar la construcción

Consiste en retirar de las áreas ocupadas por el proyecto todos los materiales ajenos a las mismas, residuales o no. En consecuencia, la limpieza se extenderá a los sitios ocupados e intervenidos por el proyecto.

Una vez concluida las labores, habrá una inspección final por parte de la UGA de ENATREL para constatar el cumplimiento de esta obligación, la cual servirá para detectar efectos ambientales producidos por la operación de las instalaciones y para evaluar la efectividad de las medidas de restauración que se hayan aplicado durante el trabajo. En el evento en que se constate la ocurrencia de efectos adversos imputables al proyecto, se procederá a aplicar las medidas de mitigación que sean pertinentes al caso.

Previo a la recepción, **ENATREL, a través de su Unidad Ambiental** realizará un finiquito de las medidas ambientales desarrolladas.

ENATREL, se compromete a entregar al MARENA, SERENA RAAN y las Municipalidades respectivas un informe sobre el cierre.

14.8.6. Procedimiento de Abandono al término de la fase de Operación

Los procedimientos establecidos deberán ser considerados de carácter preliminar, por cuanto el plan de abandono final será definido luego de la evaluación de las condiciones en que se encuentren las estructuras de las obras, considerando los registros e información levantada a lo largo de la vida útil. A continuación se describen los procedimientos a aplicarse:

El Plan de Abandono se iniciará con la inspección de toda el área comprometida y la evaluación de las obras a ser abandonadas, a fin de preparar un programa de trabajo.

- ENATREL se compromete a presentar el plan de cierre definitivo a MARENA, INE, MEM, SERENA y las Municipalidades.
- Por medio de la recolección y análisis de información, se determinarán las tareas necesarias para retirar de servicio las instalaciones, protegiendo el ambiente, la salud y la seguridad humana durante los trabajos.
- Las estructuras serán retiradas totalmente. Para ello, se realizarán actividades de desconexión y desenergización, así como el retiro de los aisladores, pararrayos, sistema de servicios auxiliares, complementarios e iluminación y estructuras metálicas.
- Demolición de las cimentaciones de las obras complementarias, para esto se requerirá de taladros neumáticos y/o eléctricos.
- Los vacíos creados por el retiro de las estructuras demolidas, deberán ser rellenados con material de préstamo, de acuerdo a las características iniciales del área ocupada. En caso de necesitar material de préstamo se comprará a empresas que vendan este material
- El material de préstamo a utilizarse será seleccionado de zonas de aprovisionamiento, luego de un análisis de alternativas, realizándose un Plan de Explotación y Recuperación Morfológica que deberá ser aprobado por MARENA o SERENA RAAN.
- Bloqueo y anulación de las vías de acceso temporal, si no las usa la comunidad.
- Como se ha señalado, al cierre de las operaciones, las áreas ocupadas por las instalaciones del Proyecto tendrán que recuperarse, según sea el caso, como terrenos con las características que inicialmente poseían, para que vuelvan a ser usados por las comunidades y/o propietarios a los que pertenecían antes de la ejecución del Proyecto.
- En caso de que el ENATREL decida no continuar con la titularidad de las instalaciones del Proyecto, en propiedades privadas solicitará los permisos respectivos antes de proceder al desmontaje y retiro de los conductores, estructuras y en general de toda la infraestructura eléctrica. El compromiso en este caso será la restauración de las tierras afectadas, para dejarlas, en la medida de lo posible, en situación similar a la encontrada al inicio del Proyecto.
- Una vez terminados todos los trabajos de desmantelamiento y retiro de equipos, se verificará que todos los materiales de desecho hayan sido dispuestos en un sitio seguro autorizado por MARENA y las Municipalidades, evitando que la limpieza de la zona sea absoluta, obviando la acumulación de residuos o desechos.

- Una vez concluidas las obras, se entregará a las autoridades competentes un informe de evaluación ambiental detallando las actividades desarrolladas en el período de cierre
- Finalizados los trabajos, se presentará un informe a MARENA, MEM, INE, y la Municipalidad con las actividades desarrolladas, objetivos cumplidos y resultados obtenidos.

Procedimiento específico de desmantelamiento de las Subestaciones

Para el desmantelamiento de las subestaciones se procederá de la siguiente manera:

- Destensado y retiro de los conductores y desmontaje de los pórticos
- Vaciado de los transformadores de potencia
- Desmontaje y retiro de los transformadores
- Retiro de equipos eléctricos, de control y de protección de los edificios y otras Instalaciones
- Desmontaje y retirada de los interruptores y seccionadores
- Demolición de estructuras de concreto (edificio de control, caseta, etc.)
- Picado y retirada de los restos de las cimentaciones y los restos de la red de Tierras
- Relleno de huecos de las cimentaciones y canales de cables
- Acondicionamiento final y rehabilitación de las explanaciones.
- Retiro de todo tipo de restos

Procedimientos específicos para el desmantelamiento de la Línea de Transmisión Eléctrica

Se debe considerar los siguientes procedimientos:

- Desenergización de la Línea de Transmisión
- Desmontaje de los conductores y accesorios
- Desmontaje de cadenas de aisladores y accesorios
- Desmontaje de perfiles metálicos (torres)
- Excavación y demolición de obras de concreto
- Disposición de material de escombros.

Monitoreo y seguimiento de la estabilidad física

El área de depósito de material excedente será monitoreada mediante inspecciones visuales. El monitoreo de estabilidad física se realizará en forma trimestral y por un periodo de dos años.

Se realizará un seguimiento del proceso de revegetación según se indica en el programa de revegetación de las áreas ocupadas por las torres, servidumbre, áreas de la subestación, y demás áreas auxiliares.

Limpieza del lugar

Todos los desechos provenientes de las operaciones de desmontaje que no se utilizarán serán trasladados a sitios de disposición final municipal, coordinándose con las autoridades municipales para su disposición final. Los residuos valorizables serán trasladados a los almacenes de ENATREL para su recuperación, reutilización o venta como chatarra.

A fin de controlar el acceso de personas o animales a las estructuras remanentes en las subestaciones, se mantendrá una valla de alambre alrededor de las mismas.

Restauración del lugar

La última etapa de la fase de abandono o término de las actividades es la de reacondicionamiento, que consistirá en devolver las propiedades de los suelos a su condición natural original o a un nivel adecuado para el uso deseado y aprobado.

El trabajo puede incluir aspectos de descompactación, relleno, reconstrucción y devolución del entorno natural, reemplazo de suelos, rectificación de la calidad del suelo, descontaminación y protección contra la erosión, teniendo en cuenta las condiciones climáticas, topográficas y los pasivos ambientales remanentes.

El plan de restauración deberá analizar y considerar las condiciones originales del ecosistema previo al tendido de la línea.

Los aspectos que deben considerarse en la restauración serán:

- Descontaminación del suelo.
- Limpieza y arreglo de la superficie del terreno.

XV. CONCLUSIONES

- El accionar del proyecto se orienta a la expansión del sistema de transmisión que interconecten las zonas de generación hidroeléctrica, al Sistema de Transmisión Nacional y constar con un sistema con la suficiente capacidad para transferir de forma confiable y eficiente la producción de electricidad a partir de fuentes renovables desde las nuevas centrales hacia los centros de consumo, mejorando la calidad y confiabilidad del suministro eléctrico.
- El trazo de ruta de la Línea de Transmisión evitara al máximo zonas habitadas, por consiguiente el impacto ambiental que se derivara como resultado del accionar del proyecto es mínimo para la población humana y se circunscribe a terrenos agrícolas, ganaderos y en abandono, así como áreas vinculadas a los derechos de vías de la carretera Panamericana Norte en el trazo comprendido entre las comunidades de San Benito y Las Maderas.
- En cuanto a los daños sobre las propiedades cabe decir que con los estudios realizados se ha buscado el paso por las zonas menos productivas, en las que la creación e implantación de la faja de servidumbre suponga una afección menor a las poblaciones humanas sobre la infraestructura y los costos del proyecto.

- Las acciones a llevarse a cabo durante la construcción, operación y mantenimiento de la Línea originarán algunas alteraciones transitorias en el medio ambiente físico, específicamente en el área de servidumbre.
- En general, los impactos negativos causados por el proyecto pueden catalogarse de nivel Moderado a Severo y pueden ser contrarrestados o evitados, con la implementación de adecuadas medidas de prevención y/o control, como las diseñadas en el acápite de medidas ambientales y el Programa de Gestión Ambiental.
- El desarrollo del proyecto generara empleo temporal, requiriendo personal técnico altamente calificado y personal no calificado para las labores de apoyo, en las obras de la Línea de Transmisión en 230kV y Subestaciones asociadas.
- En la operación y mantenimiento de la Línea de Transmisión 230 Kv las acciones preventivas y de control en el suministro eléctrico, no producirán efluentes gaseosos ni se producirán ruidos significativos.
- El Estudio de Impacto Ambiental realizado por Multiconsult considera social y ambientalmente viable las actividades de Transmisión de energía eléctrica en la zona de su intervención y en el marco de las medidas de acción preventivas y/o correctivas que se tendrá que asumir para su normal marcha.
- Las medidas ambientales diseñadas se orientan en particular atención a enfrentar los impactos negativos sobre la biodiversidad, el suelo, agua (superficial y subterránea), la calidad del agua, los suelos del área, con énfasis en la seguridad laboral de los trabajadores. El desarrollo de las medidas ambientales se orienta a reducir los costos ambientales y sociales a un nivel aceptable.

El programa de gestión ambiental propuesto para el proyecto integra todos aquellos aspectos de sumo interés a proteger y vigilar, tanto durante la fase de construcción como durante las fases de operación y cierre. La ejecución del mismo es de estricto cumplimiento para ENATREL y Contratistas, procurando alcanzar la máxima compatibilidad posible entre el entorno ambiental y el proyecto. El PGA permitirá mantener bajo control las alteraciones en el entorno natural y social donde se desarrollarán las labores de tendido de la Línea de Transmisión y ampliación de las Subestaciones.. El PGA del estudio ambiental incluye también un plan de contingencias (prevención y respuesta frente a emergencias), así como un plan de seguimiento interno enmarcado dentro del proceso de autogestión de la actividad y su impacto ambiental.

- Como resultado del ambiental incluye también un plan de contingencias (prevención y respuesta frente a emergencias), así como un plan de seguimiento a las medidas preventivas y correctoras, la introducción de la Línea de Trasmisión de Energía y la ampliación de las Subestaciones..no va a provocar ningbiental incluye también un plan de contingencias (prevención y respuesta frente a emergencias), así como un pla
- Finalmente, el grupo consultor contratado para la realización del EIA, luego de la evaluación de los aspectos ambientales, y tomando en cuenta el diseño e implementación de las medidas ambientales, el monitoreo propuesto y el programa de gestión ambiental diseñado considera que el proyecto en estudio es viable ambiental y socialmente.

XVI RECOMENDACIONES

En las actividades de gestión de impactos probables a ser generados por el Proyecto, se recomienda tomar las siguientes medidas.

En el caso de las posibles afectaciones por derecho de servidumbre, a los propietarios de terrenos por donde pase la Línea de Transmisión.

1. ENATREL sigue un proceso de negociación que no genera situaciones adversas ni al Proyecto ni a las comunidades. Sin embargo, en todas estas áreas rurales no se han dado procesos de ordenamiento de la propiedad, por lo que el derecho de servidumbre es un tema que genera polémica entre los propietarios.; en la zona Río Blanco – Mulukukú, el hecho de ser parte de la frontera agrícola genera mayor incomodidad a los propietarios. Aunque ENATREL cuenta con un buen antecedente en la gestión de la línea de transmisión construida antes.

El valor catastral en estas zonas es muy bajo en comparación con los valores comerciales actuales, en el caso de Río Blanco, por ejemplo, el valor catastral de 1 manzana de terreno agropecuario es de C\$ 1,700 al que hay que sumar las mejoras realizadas por los propietarios; sin embargo el valor comercial llega hasta USD 30,000 en las áreas cercanas a la cabecera municipal, lo que indica algún nivel de especulación en el valor de las propiedades, ya que se considera sumamente exagerado.

En Paiwas, el valor comercial de una manzana de terreno agropecuario, cercana a la carretera se sitúa en un promedio de C\$ 40,000.

En Boaco, el valor catastral de una manzana de terreno agropecuario es de C\$ 1,500, al que hay que sumar las mejoras hechas por el propietario; pero el valor comercial mínimo de una manzana en el municipio es USD 1,000.

En Terrabona, el valor catastral promedio de una manzana es de C\$ 3,000, pero los valores comerciales son mucho más altos.

XVI. BIBLIOGRAFIA

1. **Castillo, E; Flores, Y; Peña, E; Dávila, R; Castro, M; Ruiz, J; Castaño, R.** Estudio de Mapificación Hidrogeológica e Hidrogeoquímica de la Región Central de Nicaragua. Managua, Nicaragua. INETER – COSUDE.2004.
2. **Ehremborg, Jan.** (1996) A new stratigraphy of the Tertiary volcanic rocks of the Nicaraguan Highland. En Geoscientific Research in Nicaragua, editado por Elming, Sten-Åke; Widenfalk, Lennart & Rodríguez Dionisio. Luleå University, Suecia, 1998.
3. **Fenzl, Norbert.** Nicaragua: Geografía, Clima, Geología e Hidrogeología. UFPa. Brasil.1989.
4. **Hodgson, Glen.** (1984) Summary of the geology within the Nicaraguan Geotraverse state of art 1984. En Geoscientific Research in Nicaragua, editado por Elming, Sten-Åke; Widenfalk, Lennart & Rodríguez Dionisio. Luleå University, Suecia, 1998.
5. **Krázný, J. & Hecht, G.** Estudio Hidrogeológico e Hidrogeoquímico de la Región del Pacífico de Nicaragua. Managua, Nicaragua. INETER – COSUDE – GTZ.1998
6. **Multiconsult y Cía. Ltda.** (2009). Estudio de Impacto Ambiental Central Hidroeléctrica Tumarín 220 MW. Managua, Nicaragua. CENTRALES HIDROELÉCTRICAS DE NICARAGUA (CHN). Tomado de *Estudio de Factibilidad Proyecto Hidroeléctrico Tumarín 220 MW. CHN 2009*
7. **Valerio, L.** Informe Nacional de Corredores Biológicos en Nicaragua. Programa para la Consolidación del Corredor Biológico Mesoamericano MARENA-SICA/CCAD-PNUD/GEF-GTZ-PNUMA, Banco Mundial.2002
8. **Medina, A.; Harvey, C.; Sánchez, D.; Vilchez, S.; Hernández, B.** Bat Diversity and Movement in an Agricultural Landscape in Matiguás, Nicaragua. *Biotropica* **39**(1): 120–128.2007
9. **Pérez, A. M., M. Sotelo, F. Ramírez, I. Ramírez, A. López, & I. Siria.** Conservación de la biodiversidad en sistemas silvopastoriles de Matiguás y Río Blanco (Matagalpa, Nicaragua). *Ecosistemas*. (<http://www.revistaecosistemas.net/>).2006.
10. **Geilfus F.** El árbol al servicio del agricultor. Manual de agroforestería para el desarrollo rural. vol. 1. Principios y Técnicas. 657 pp. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). PROSEFOR, 7170-137, CATIE, Turrialba, Costa Rica.1994
11. **Aranda, M..** Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México. 1ª ed. Instituto de Ecología, A. C., Xalapa, p.p. Iván Lozano-Ortega. El rescate y la reinserción de fauna en el Neotrópico, el nuevo milenio.México.2000
12. **EPRI EA 1080.** Asplundh Environmental Services. Right of Way Ecological Effects Bibliography. Report No.. Willow Grove, Pennsylvania. 1979

13. **Bianchi, Luiz.** Manual de Procedimientos Ambientales Líneas de Transmisión de Energía Eléctrica. Banco Interamericano de Desarrollo. 1996.
14. **Chacón, M. and C.A. Harvey.** Live fences and landscape connectivity in a neotropical agricultural landscape. *Agroforestry Systems*, 68:15-26.2006
15. **De La Zerda, S y L.Rosselli.** . Mitigación de colisión de aves contra línea de transmisión eléctrica con marcaje del cable de guarda. *Ornitología Colombiana* No 1: 42-62.2003
16. **DG de Calidad Ambiental, Vice Ministerio de Gestión Ambiental, Ministerio del Ambiente de Perú, MINASM.**Guía de Evaluación de Riesgos Ambientales.Perú, 2009.
17. **Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales – INETER y Cooperación Suiza para el Desarrollo – COSUDE.** Estudio de Mapificación Hidrogeológica e Hidrogeoquímico de la región central de Nicaragua. Managua 2004
18. **Goodland, R., Editor.** Power Lines and the Environment. Millbrook, New York: Cary Ecosystem Center. 1973
19. **Ministerio del Ambiente Colombia.**Guía Ambiental para Proyectos de Transmisión de energía Eléctrica. Septiembre de 1999
20. **Ministerio del Ambiente Colombia y Centro de Producción Más Limpia.**Guía de Buenas Prácticas en uso Racional de la Energía.Septiembre de 1999.
21. **Vicente CONESA FDEZ –VITORA.**Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental.- Colegio Oficial de Ingenieros Agrónomos MADRID, 1993.
22. **Harvey, C.A., A. Medina, D. Merlo Sánchez, S. Vílchez, B. Hernández, J.C. Sáenz, J.M.Hodgson Glen.** Columna Estratigrafía Regional de Nicaragua.2001.
23. **Howell y Web..** A guide to the birds of Mexico and Northern Central America. Oxford, New Cork,<http://www.xeno-canto.org/america/>. 1995.
24. **Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER),** Clasificación Climática según Köppen, Dirección general de Meteorología. 2005.
25. **IUCN.** The IUCN Red List of Threatened Species 2011. (<http://www.iucnredlist.org/>).2011.
26. **L. Davis..** A Field Guide to the Birds of Mexico and Central America. International Standard Book Number. USA. 1972.
27. **Leigh, E.G.** Tropical Forest Ecology: a view from Barro Colorado Island. New York/Oxford, Oxford University Press. 245 P.1999.

28. La Gaceta, Diario Oficial N° 155, del 17 de agosto de 1988. Ley de Municipios (Ley N°. 40). 1988.
29. **Maes, F. Casanoves and F. L. Sinclair.** Patterns of animal diversity associated with different forms of tree cover retained in agricultural landscapes. *Ecological Applications* 16(5): 1986-1999. 2006.
30. **Larry W. Canter.** Manual de Evaluación de Impacto Ambiental (Técnicas para la elaboración de Impactos ambientales, España. 1997.
31. **MARENA.** Resolución Ministerial NO. 000 – 2008. Actualización del Sistema de vedas. 2008.
32. **MARENA.** Resolución Ministerial. Sistema de Vedas. R:M: No. 02, 18, 2011.
33. **MARENA-Resolución ministerial No 46-2003.** Actualización del Sistema de Vedas período 2004-2006 y reformas al artículo 13 de la resolución ministerial No 007-999 y sus reformas contenidas en la resolución No 023-99.
34. **Martínez-Sánchez, J. C.** Lista Patrón de las Aves de Nicaragua. Fundación Cocibolca. 60 p. 2000.
35. **Martínez-Sánchez, J. C.** Lista Patrón de los Mamíferos de Nicaragua. Fundación Cocibolca. 35 p. 2002.
36. **Meyrat A.** Estado de Conservación de los Ecosistemas de Nicaragua. Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales. Impresiones Helios. S.A. 189 páginas. 2001.
37. EPA-USEPA, Principios de Evaluación del Impacto Ambiental. 1977
38. **R. Garrigues, y R. Dean.** The Birds of Costa Rica. Zona Tropical, San José, Costa Rica. 2007.
39. **Ralph, J., R. Geupel, P. Pyle, E. Martin, F. Desante, Y B. Milá,** Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. USDA, Forest Service, General Technical. Report 159. 44 pp. 1996.
40. **Reid, F.** A field guide to the mammals of Central America and Southeast México. New York Oxford, Oxford University Press. 1997.
41. **Reid, Fiona,** A Field Guide to the Mammals of Central America and Southeast México, Oxford University, 334 PP. 1997.
42. **S. Fogden, M y P Fogden.** Guía figuragráfica de Aves de Costa Rica. JADINE, San José, Costa Rica. 2005.
43. **Salas, J. B.** Biogeografía de Nicaragua. 1ed. Managua: INAFOR. 548 p. 2002.

44. **Stiles, G. Y A. Skutch**, Guía de aves de Costa Rica. Inhibo, Heredia, Costa Rica. 580 pp. 1995.
45. **Styles. G y Skutch A.** Guía de aves de Costa Rica. INBio, Heredia, Costa Rica. 2003.
46. **UICN**. Listas de fauna de importancia para la conservación en Centroamérica y México. Sistema de integración centroamericana. Dirección Ambiental, con el apoyo de UICN-ORMA y WWF Centroamérica. San José, C. R.: WWF: UICN: SICA, 2008.
47. **United States Department of the Interior**. Environmental Criteria for Electric Transmission Systems. Document No. 001 010 00074 3. Washington D.C.: General Printing Office. 1979.
48. **United States Environmental Protection Agency**. Electric Fields Under Power Lines. Supplement to an Examination of Electric Fields Under EHV Overhead Power Transmission Lines. Silver Spring, Maryland. 1980.
49. **United States Fish and Wildlife Service**. Management of Transmission Line Rights of Way for Fish and Wildlife. Volume I Background Information. Report No, FWS/OBS 79/22 1. 1979.

Documentos y Estadísticas Consultadas

1. **INETER** (1995). Mapa Geológico Minero de Nicaragua.
2. **INETER** (2004). Mapas Sinópticos.
3. **INETER** (2013). Boletines meteorológicos mensuales.
4. VIII Censo de población y IV de Vivienda. INIDE, 2005 (Resultados generales).
5. IV Censo Nacional Agropecuario, CENAGRO. INIDE, 2005.
6. Anuario Estadístico 2009. INIDE, s/f.
7. Matrícula Inicial por escuela 2007. MINED, s/f.
8. Censo escolar 2007. Informe de los Departamentos y Regiones Autónomas. MINED, 2008.
9. Informe Final. Encuesta de Medición de Nivel de Vida, EMNV, 2009. INIDE, 2009
10. Ficha municipal Tipitapa. INIFOM, s/f.
11. Tipitapa en cifras. INIDE, Marzo 2008.
12. Plan de gestión del riesgo. SINAPRED, 2005.
13. Plan de ordenamiento territorial. SINAPRED, 2005.

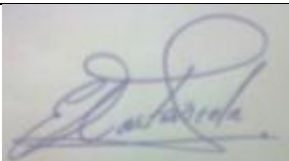
14. Plan de zonificación urbana. SINAPRED, 2005.
15. Plan de respuesta municipal. SINAPRED, 2009.
16. Plan maestro de desarrollo urbano. Alcaldía Municipal, 2005.
17. Ficha municipal Ciudad Darío. INIFOM, s/f.
18. Ciudad Darío en cifras. INIDE, Marzo 2008.
19. Plan ambiental del municipio de Ciudad Darío. Alcaldía Municipal, s/f.
20. Diagnóstico territorial integral del municipio de Ciudad Darío, Laurent Dietsch y Edwin
21. Novoa, Universidad Centroamericana, 2009 – 2010.
22. Plan de Desarrollo Urbano (de Ciudad Darío). Sin autor ni fecha.
23. Tablas Plan Urbano (de Ciudad Darío). Sin autor ni fecha.
24. Plan de gestión desarrollo y gestión integral en la subcuenca Las Playitas, Moyúa,
25. Tecomapa, de la cuenca del río Grande de Matagalpa, Municipio de Ciudad Darío. Lic. Thelma Salvatierra. UNAN, Managua, Nicaragua, s/f.
26. Ficha municipal Terrabona. INIFOM, s/f.
27. Terrabona en cifras. INIDE, Marzo, 2008.
28. Plan de Respuesta Municipal. SINAPRED, 2004.
29. Plan Ambiental del Municipio de Terrabona. Sin autor ni fecha.
30. Caracterización Terrabona 2007 – 2008. Alcaldía Municipal, s/f.
31. Ficha municipal Terrabona. INIFOM, s/f.
32. Teustepe en cifras. INIDE, Marzo 2008.
33. Plan Ambiental Municipio de Teustepe, 2006 – 2016. Alcaldía Municipal s/f.
34. Caracterización del Municipio de Teustepe (Actualización 2012). Alcaldía Municipal, s/f.
35. Plan de Ordenamiento del Municipio de Teustepe. Documento síntesis. PRONOT – INYPSA, s/f.
36. Ficha municipal Boaco. INIFOM, s/f.
37. Boaco en cifras. INIDE, Marzo 2008.

38. Plan de Respuesta Municipal. SINAPRED, 2004.
39. Análisis de riesgos naturales y Plan municipal de reducción de desastres. Alcaldía
40. Municipal, AMUNIC, Octubre 2001.
41. Plan de Ordenamiento del Municipio de Teustepe. Documento síntesis. PRONOT –
INYPSA, s/f.
42. Ficha municipal Muy Muy. INIFOM, s/f.
43. Muy Muy en cifras. INIDE, Marzo 2008.
44. Plan Municipal de Ordenamiento y Desarrollo Territorial Muy Muy. Asociación de
Municipios productivos del Norte, AMUPNOR, 2011.
45. Ficha Municipal Matiguás. INIFOM, s/f.
46. Matiguás en cifras. INIDE, Marzo 2008.
47. Plan de Respuesta Municipal Matiguás. SINAPRED, 2004.
48. Ficha Municipal Río Blanco. INIFOM, s/f.
49. Río Blanco en cifras. INIDE, Marzo 2008.
50. Plan de Respuesta Municipal Río Blanco. SINAPRED, 2004.
51. Ficha Municipal Matiguás. INIFOM, s/f.
52. Paiwas en cifras. INIDE, Marzo 2008.
53. Plan de Respuesta Municipal Matiguás. SINAPRED, 2009.
54. Caracterización municipal Paiwas. Alcaldía Municipal, 2012.
55. Mapa municipal Paiwas, Alcaldía Municipal, s/f.
56. Caracterización municipal Mulukukú (Resumen ejecutivo). Alcaldía Municipal, 2012.
Mulukukú en cifras. INIDE, Marzo 2008.

XVII. GRUPO CONSULTOR

Nombre	ERICK MAURICIO LACAYO ESCOBAR
Profesión	Licenciado en Biología con Maestría en Ecología Marina
Mauricio Lacayo ha trabajado como Coordinador y/o miembro del grupo consultor en los siguientes Estudios de Impacto Ambiental: Estudio de Impacto Ambiental Refuerzos para la Conexión del Proyecto Hidroeléctrico TUMARI, I ETAPA. MULTICONSULT para ENATREL. 2013-en curso Proyecto línea de Transmisión El Crucero, para R.E Wind Nicaragua, Noviembre, 2013. Ampliación Cogeneración con Biomasa a 38 MW. MULTICONSULT para Ingenio Montelimar. Agosto - Noviembre 2013. Subestación El Sauce y Obras Conexas. MULTICONSULT para ENATREL. Agosto 2011-Noviembre 2011. Central de Cogeneración Eléctrica con Biomasa de 35 MW del ingenio CASUR. MULTICONSULT. Abril – Agosto 2011 Línea de Transmisión San Ramón-Matiguás de 138 KV. MULTICONSULT para ENATREL. Nicaragua. Noviembre 2010 – Marzo 2011 Proyecto Eólico Obrajuelo, Municipio de San Jorge, Rivas, Enero 2006 Textilera de zona franca “Complejo Industrial Jorge Bolaños”, Municipio Ciudad Sandino. Julio 2006. Proyecto Hidroeléctrico “Larreynaga”, ENTRESA. Diciembre 2006. Línea de Transmisión de Energía Orosi, Reconversión del Sistema de procesamiento mineral y reproceso de mineral lixiviado, Determinación de áreas para exploración minera en los municipios de la Libertad y Santo Domingo, Desarrollo Minero de Nicaragua (DESMINIC, S.A.) Municipio de la Libertad Julio,2008 Línea de transmisión de energía 138 KW Ticuantepe – Managua Anillo Managua ENATREL, Octubre 2008. Línea de transmisión de energía 138 KW Los Brasiles San Rafael y Línea de transmisión de energía 230 KW – Los Brasiles- San Benito- Masaya ENATREL, Abril Agosto 2009. Central Hidroeléctrica Tumarín y Línea de transmisión de energía 253 KW Tumarín– S/E Mulukukù. MULTICONSULT para CHN. 2009. Proyecto hidroeléctrico El Barro, Geoingeniería- SOCOIN- ENEL, Nov. 2009 Auditoría Ambiental del Proyecto Geotérmico San Jacinto- Tizate POLARIS ENERGY NICARAGUA SOCIEDAD ANONIMA (PENSA) Marzo,2007 Estudio de Valoración Ambiental Proyecto Eólico La Fe, Blue Power Energy S.A. 2008	
No. de Cédula	001-080155-0038J.
Firma	

EIA REFUERZOS PARA LA CONEXIÓN DEL PROYECTO HIDROELECTRICO TUMARIN –
I ETAPA

Nombre	EDGAR CASTAÑEDA MENDOZA	
Profesión	Licenciado en Ecología y Recursos Naturales de la UCA, Postgrado en Diseño y Análisis para el Manejo de la Diversidad Biológica, Universidad de la Concepción de Chile. Maestría en Gestión de Biodiversidad en los Trópicos, Centro de Estudios Universitarios, San Pablo, España.	
Edgar Castañeda ha trabajado como Consultor y miembro del grupo consultor en los siguientes Estudios de Impacto Ambiental: Estudio de Impacto Ambiental Refuerzos para la Conexión del Proyecto Hidroeléctrico TUMARI, I ETAPA. MULTICONSLUT para ENATREL. 2013-en curso Remoción y Aprovechamiento de la Vegetación, Rescate y Traslocación de Fauna Territorial Proyecto Expansión Central Hidroeléctrica 5 de Noviembre. El Salvador. MULTICONSLUT. 2013 para Queiroz Galvao International. Estudio de Impacto Ambiental Ampliación Cogeneración con Biomasa a 38 MW, a partir de Bagazo de Caña. MULTICONSLUT para Ingenio Montelimar. 2013. Identificación de sitios de prioridad de Conservación. The Nature Conservancy. 2007-2008. Elaboración del plan de manejo de la Reserva Natural complejo volcánico Momotombo. MARENA/FUNDAR 2007. Conservación de la Biodiversidad del Bosque Tropical Seco y Marino Costera del Pacífico Sur de Nicaragua: Construyendo Asociaciones Público-Privadas. 2005-2007. Biodiversidad y Producción en Sistemas Silvopastoriles de América Central. Nicaragua / Honduras / Costa Rica. Universidad Centroamericana. 2003. Evaluación Ecológica en el complejo de haciendas Casa Blanca, San Pedro y San Pablo, Ticuantepe, Managua. 2001. Estudio de la Tenencia de la Tierra y Estado Actual de la Vegetación en la Reserva Natural Volcán Mombacho. PROARCA/CAPAS-Fundación Cocibolca. 2000. Estructura y Composición del Bosque Nuboso en la Reserva Natural Volcán Mombacho. Fundación Cocibolca. 1998		
No. de Cédula	001-290677-0053J	
Firma		

EIA REFUERZOS PARA LA CONEXIÓN DEL PROYECTO HIDROELECTRICO TUMARIN –
I ETAPA

Nombre	URIEL ANDRÉS CENTENO ZELAYA
Profesión	Licenciado en Ciencias Sociales, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN), Master en Economía Agrícola especialidad en Desarrollo Rural de la UNAN. Especialidad en Ciencias Sociales y Económica de la Universidad Karl Marx de Berlín, Alemania.
Uriel Centeno Zelaya ha trabajado como Consultor y miembro del grupo consultor en los siguientes Estudios de Impacto Ambiental: Estudio de Impacto Ambiental Refuerzos para la Conexión del Proyecto Hidroeléctrico TUMARI, I ETAPA. MULTICONSULT para ENATREL. 2013-en curso Ampliación Cogeneración con Biomasa a 38 MW, a partir de Bagazo de Caña. MULTICONSULT para Ingenio Montelimar. 2013. Estudio de Impacto Ambiental subestación El Sauce y Obras Conexas. MULTICONSULT para ENATREL. 2011. Microcuenca del río San Miguel, afluente del río Mico; en la Libertad. Departamento de Chontales.2010 Formación de la Red nacional de interesados en el reconocimiento al bosque por la producción de agua. Trabajo realizado para INAFOR, que incluye visitas a proyectos de pago por servicios ambientales hídricos en Dipilto, Macuelizo, Estelí, Río Blanco, Nueva Guinea, San Pedro del Norte y Belén.2010-2011 Facilitación de Talleres para la formulación del Plan de Manejo de la Reserva Natural Volcán Yalí. FUNDAR – LLAMASANA, para MARENA – PIMCHAS Plan de Manejo de la Reserva Natural Cerro Cumaica – Cerro Alegre. Financiado con fondos de la UE. MARENA – ASPRODIC. 2009 Plan de Manejo de la Reserva Natural “Complejo Volcánico Telica – Rota”. Financiado con fondos de la Cuenta Reto del Milenio, CRM. MARENA – PRODEP. 2008 Elaboración de Diagnóstico socioeconómico para el diseño del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario de 13 barrios del Distrito VI de Managua. CARVAJAL & VADO – ENACAL. 2008. Facilitador de proceso de Consulta Nacional de la Política Nacional de Diversidad Biológica; realizado en todas las Regiones del país y contratado por FAO – FNPP. MARENA – FAO. 2008. Proyecto de instalación y operación de planta para la producción de 35,000 litros por día de alcohol anhidrido – carburante, para el Ingenio Monte Rosa por parte de la empresa ENTECH. ENTECH. 2008 Elaboración del Plan de Manejo del Área Protegida “Complejo volcánico Las Pilas – El Hoyo”, en los municipios León, Larreynaga – Malpaisillo y La Paz Centro. Financiado con fondos de la Cuenta Reto del Milenio, CRM. MARENA – PRODEP. 2007. Plan Estratégico para el manejo de los Recursos Hídricos de la cuenca transfronteriza del Río Negro. MARENA – OEA. 2007. Elaboración del Plan de Manejo del Área Protegida: “Reserva de Recursos Genéticos Yúcul”. San Ramón. Matagalpa. MARENA – POSAF. 2007. Diseño de la Estrategia de Comunicación y Capacitación para el Proyecto MST en 7 municipios de la zona seca de Nicaragua. MARENA – MST – PNUD. 2006. Sistema de Monitoreo y Evaluación Participativa (SMEP) para el Programa FOMEVIDAS (IDR). Laboró además como responsable del Diseño Conceptual del Sistema (Variables, Línea de Base, Indicadores, Metas, Tipo de Capital, Componentes, etc.) Ejecutado en los departamentos de Chontales y Boaco. IDR – FOMEVIDAS. 2006 Reducción de la pobreza en 15 comunidades del municipio de Larreynaga mediante la promoción de Sistemas de Explotación Sostenible de los Recursos. Se realizó el análisis sobre la base del enfoque de cuencas, aplicado a las comunidades del municipio ubicadas en la cuenca del Río Sinecapa. Malpaisillo – Larreynaga. VISIÓN MUNDIAL. 2006. Facilitador de Talleres Participativos para la elaboración del Tercer Informe Nacional ante la “Convención de Diversidad Biológica”. Los talleres se realizaron en Managua, León y Matagalpa. MARENA – PNUD. 2006.	

EIA REFUERZOS PARA LA CONEXIÓN DEL PROYECTO HIDROELECTRICO TUMARIN –
I ETAPA

Responsable del Diagnóstico socioeconómico y productivo, y facilitador de Talleres Participativos en la elaboración del Plan de Manejo de las Áreas Protegidas: Reservas Naturales Cerro Quiabuc – Las Brisas y Cerro Tomabú. Estelí. MARENA – PRODEP. 2005. Facilitador de Talleres Participativos para elaborar la Política Nacional de Manejo y Conservación de Suelos. Para el Proyecto de Manejo Sostenible de Tierras Secas del PNUD. Los Talleres se realizaron en Managua, León y Matagalpa. MARENA – PNUD. 2005. Facilitador de Talleres de Consulta para la Formulación del Programa de Acciones Estratégicas para el Ordenamiento Productivo y Ambiental de la Frontera Agrícola en las Regiones Autónomas del Atlántico Norte y Sur. Talleres realizados en: Bluefields, Siuna, Nueva Guinea y Bilwi. (RAAN – RAAS). MARENA – CBA. 2005 Facilitador de Taller de Marco Lógico en la microcuenca del río Telica, para el estudio “Programa de Cogestión para el manejo integrado de Cuencas” del PDA Tlilicán. Como parte del taller se identificó de forma participativa la problemática de la microcuenca y se plantearon acciones para su solución. Telica. 2005 VISIÓN MUNDIAL. Facilitador de Talleres de Capacitación a Brigadas Ecológicas, ejecutado por el Instituto de Investigación y Gestión Social para el POSAF. San Francisco Libre. INGES – POSAF. 2005 Responsable del Diagnóstico socioeconómico y productivo, caracterización de los sistemas de producción de camarón de cultivo y facilitador de Talleres Participativos en la elaboración del Plan de Manejo del Área Protegida: Refugio de Vida Silvestre Delta del Estero Real. Chinandega. MARENA – PRODEP. 2004. Formulación del Proyecto “Procesamiento semi tecnificado de la semilla y pulpa de Jícara para reducir la contaminación ambiental del Río Villanueva”. Proyecto formulado para competir por fondos del Programa de Fondo de Pequeños Proyectos del MARENA. Villanueva. 2004UACH. Especialista socioeconómico para la elaboración y aplicación de metodología para la medición de la vulnerabilidad. Estudio ejecutado por la Asociación para la Supervivencia y el Desarrollo Local con fondos JICA. Nombre del estudio: “Diagnóstico Rural Participativo en 8 comunidades del municipio de Villanueva para la reducción de la vulnerabilidad ante desastres naturales”. Villanueva.2003 ASODEL – JICA. Ejecución y facilitación del Taller “El Enfoque del Marco Lógico en la Formulación y Evaluación de Proyectos” para la Universidad Campesina del Trópico Seco, ejecutado con fondos del programa SETAC de INATEC. Villa El Carmen, Managua. 2003 UNICATS – INATEC. Formulación – junto a especialistas de la UNI – del Proyecto “Validación Tecnológica de aplicación de la Energía Eólica para fines de riego”; elaboración de Diseño Definitivo de la Primera Etapa, y diseño de términos de referencia para la contratación de personal del Proyecto. 2003 IDR – UNI.	
No. de Cédula	084-030661-0002C
Firma	

EIA REFUERZOS PARA LA CONEXIÓN DEL PROYECTO HIDROELECTRICO TUMARIN –
I ETAPA

Nombre	GERARDO ALFONSO SILVA VELÁSQUEZ
Profesión	Maestría en Geoquímica y Petrología Universidade Federal do Pará (Brasil). 1994 Ingeniero Geólogo Instituto Superior Minero Metalúrgico (Moa, Holguín. Cuba). 1987
Gerardo Silva ha trabajado como Consultor y miembro del grupo consultor en los siguientes Estudios de Impacto Ambiental: Estudio de Impacto Ambiental Refuerzos para la Conexión del Proyecto Hidroeléctrico TUMARI, I ETAPA. MULTICONSULT para ENATREL. 2013-en curso Ampliación Cogeneración con Biomasa a 38 MW, a partir de Bagazo de Caña. MULTICONSULT para Ingenio Montelimar. 2013. 2010 • Estudio Hidrogeológico y Geofísico en el área del Proyecto Rancho Santa Ana, Tola, Rivas. Nicaragua. • Estudio Hidrogeológico en el área del Proyecto Marina de Guacalito, Tola, Rivas. Nicaragua. • Estudio Geológico de Peligro Sísmico y Estudio Geotécnico del Proyecto Urbanístico San Isidro, Managua. (Ing. Félix Hernández). • Estudio Geológico de Peligro Sísmico y Estudio Geotécnico del Proyecto Urbanístico Las Cumbres, Managua. (Ing. Félix Hernández). 2009 • Valoración Ambiental Proyecto Roo Hsing, Managua. (Roo Hsing Co. S.A.) • Valoración Ambiental Proyecto Draexlmaier, Nindirí, Masaya. (Draexlmaier Nicaragua). • Estudio Geológico de Peligro Sísmico y Estudio Geotécnico del Proyecto Mayales, Managua. (INDHERSA) • Valoración Ambiental Proyecto Reemplazo de Estación de Bomberos de Bilwi, Puerto Cabezas, RAAN. (MIGOB) • Estudio Hidrogeológico y Geofísico en el área del Proyecto de Explotación Geotérmica San Jacinto – Tizate. (PENSA) • Estudio Geológico de Peligro Sísmico y Estudio Geotécnico del Proyecto Lote Ing. Francisco Reyes, Managua. (Ing. Francisco Reyes) • Estudio Geológico de Peligro Sísmico del Proyecto Marina de Guacalito, Tola, Rivas. (Pellas Development Group) • Estudio Hidrogeológico y Geofísico en el área del Proyecto de Exploración Geotérmica Concesión San Cristóbal – Casitas. (Cerro Colorado Power) • Estudio de Impacto Ambiental para el Proyecto de Exploración Geotérmica Concesión San Cristóbal – Casitas. (Cerro Colorado Power). • Estudio Hidrogeológico e Hidrológico en el área del proyecto de construcción del Centro Penitenciario de Bluefields (RAAS). (MIGOB). • Estudio Peligro Sísmico del Proyecto “Condominio de 16 Habitaciones”, localizado en el Km 7+250 Carretera Managua – Masaya. (NICASOLUM) • Estudios Ambientales para cinco Proyectos Hidroeléctricos en el Río Mico, Muelle de los Bueyes (RAAS). (SARET-Nicaragua) 2008 • Estudios Ambientales para cinco proyectos de Minicentrales Hidroeléctricas en Bonanza y Rosita (RAAN). • Estudio Ambiental para desarrollo del Proyecto Producción de Carbón Vegetal – Chontales. • Valoración Ambiental Proyecto Condominio Hacienda Los Altos – Masaya. • Valoración de prospectos mineros auríferos en Chontales y Matagalpa para el Lic. Leonel Rodríguez. • Estudio Ambiental Proyecto “Área Protegida Telica – Rota, León. Nicaragua. • Estudio de Impacto Ambiental para el Proyecto de Exploración Geotérmica Concesión El Hoyo – Monte Galán, León. Nicaragua. • Estudio de Impacto Ambiental para el Proyecto de Exploración Geotérmica Concesión Chiltepe”, Managua. Nicaragua. • Actualización de Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Hidroeléctrico HIDROPANTASMA, Jinotega. SARET – MECO SANTA FE. • Estudio Geotécnico Rancho Santana, Rivas. • Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Línea de Transmisión Eléctrica Santa Martha (Juigalpa) – El Mojón (La Libertad), Chontales. • Estudio Peligro Sísmico donde se proyecta la instalación de antenas de telefonía celular, km 22+800 Carretera Ticuantepe – La Concha. • Estudios Geotécnicos para 16 sitios donde se proyecta la instalación de antenas de telefonía celular. REDSA.	

- Estudio de Peligro Sísmico Laboratorio de Radio Terapia del MINSA.
- Estudio de Peligro Sísmico Plaza Las Mercedes. Managua.

2007

- Estudios Geotécnicos para 8 sitios donde se proyecta la instalación de antenas de telefonía celular. REDSA.
- Estudio de Peligro Sísmico Laboratorio Central del MAGFOR. DEPSA.
- Estudio de Peligro Sísmico ZOFITEC, Ciudad Sandino. NICASOLUM.
- Estudio de Peligro Sísmico Proyecto MIRAMAR, San Juan del Sur. Rivas.
- Estudio de Peligro Sísmico Proyecto CANTAMAR, San Juan del Sur. Rivas.
- Estudio de Peligro Sísmico Proyecto Proyecto Residencial Valle Verde. Managua. DEPSA.
- Estudio Hidrogeológico Proyecto Residencial Valle Verde. Managua. DEPSA
- Estudio Hidrológico Cuenca del Río San Juan del Sur, San Juan del Sur. Rivas. WALMART – Supermercados Unidos de Nicaragua.

2006

- Actualización de Estudio de Impacto Ambiental Hidroeléctrica HIDROPANTASMA, Jinotega. SARET – MECO SANTA FE.
- Estudio de Peligro Sísmico Hospital de 250 camas – MINSA (Frente al Centro Comercial Nejapa), Managua. MINSA
- Estudio de Impacto Ambiental Hidroeléctrica Larreynaga, Jinotega. ENEL.
- Plan de Gestión Ambiental Mina “Rosales – Valle”. Tipitapa, Managua.
- Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Urbano Villa El Paraíso, Diriamba, Carazo.
- Estudio de Peligro Sísmico Zona Franca Ciudad Sandino (Jorge Bolaños A). Managua. NICASOLUM
- Estudio de Peligro Sísmico Instituto de Excelencia Académica (IDEA), Diriamba, Carazo.
- Estudio de Peligro Sísmico de Condominio La Talanguera, San Juan del Sur, Rivas. INNICSA
- Estudio de Peligro Sísmico Instituto Nuevo Colegio Latinoamericano, Managua. INNICSA
- Estudio de Peligro Sísmico Sede Central de Cruz Roja Nicaragüense, Managua. NICASOLUM
- Estudio de Peligro Sísmico Residencias Universitarias (antiguo local de La Piñata), Managua. INNICSA
- Estudio de Peligro Sísmico 3 Institutos de Educación Media en Managua. MECD
- Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Mina San Pancho. GRUPO COEN

2005

- Geólogo principal nicaSolum
- Estudio de Peligro Sísmico Hospital Vélez Páiz.
- Estudio de Impacto Ambiental del proyecto Hidroeléctrico Larreynaga, Jinotega.

2004

- Geólogo Consultor de Estudios de Peligros Geológicos.
- Estudio de Impacto Ambiental del proyecto Turístico Sacuanjoche Adventure Lodge, El Castillo – Río San Juan.
- Estudio de Impacto Ambiental del proyecto Sistema de Interconexión Eléctrica Centro América – Panamá (SIEPAC).

2004 – 2001: Geólogo Especialista Estructuras Neotectónicas. DGG-INETER (Resp. de Aval Técnico de Estudios Geológicos).

2004:

- Estudio de Impacto Ambiental del proyecto de extracción de piedra pómez en Mateare (no presentado)
- Estudio para el sistema de abastecimiento de agua potable de cuatro comunidades rurales en el municipio de Jinotepe. SUBCONTRATO - FISE

2004 – 2003:

- Evaluación de multiamenazas geológicas y vulnerabilidad en el Municipio de San Juan de Río Coco, Madriz. SUBCONTRATO - POSAF
- Estudio Sísmico Local del sitio del Proyecto de Construcción del Sistema Nacional de Prevención, Mitigación y Atención a Desastres (SINAPRED).

2003:

- Estudio Hidrogeológico para la ubicación de un campo de pozos para abastecimiento de agua potable para el Complejo Turístico Escameca. Rivas
- Estudio de Impacto Ambiental “Planta de Tratamiento de Aguas Residuales” Nien Hsing Internacional (Managua) S.A.
- Estudio de Impacto Ambiental “Planta de Tratamiento de Aguas Residuales” Chentex Garment S.A.
- Estudio de Impacto Ambiental Presa Hidroeléctrica Tapalwás. El Ayote, Zelaya Central.
- Microlocalización de un pozo de abastecimiento de agua potable Urbanización Sierras Doradas. DEPSA

EIA REFUERZOS PARA LA CONEXIÓN DEL PROYECTO HIDROELECTRICO TUMARIN –
I ETAPA

2002: Estudio de peligro geológico “Cerro Los Martínez”, Managua. INETER	
2001:	
• Estudio de peligro geológico “El Terrero N° 1, municipio de Larreynaga, León. INETER • Estudio de peligro sísmico “Hogar del anciano”. Managua. • Estudio de Impacto Ambiental “Urbanización Santa Ana”. Managua	
2000: Docente Programa Maestría Gestión Ambiental UNAN	
2000-1999:	
• Evaluación de riesgos geológicos en varios municipios del norte y centro de Nicaragua. INETER – PNUD. • Revisión y corrección del Estudio: Respuesta Dinámica de Sitio. Fallas de Managua. INETER • Consultor geólogo para INETER en evaluación de riesgos geológicos en varios municipios del norte y occidente de Nicaragua. • Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Hotel Desy Residence, Corn Island. • Estudio de Impacto Ambiental Proyecto de Energía Eólica en Hato Grande. Juigalpa. VENTUS DE NICARAGUA • Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Minero Cerro Ochoa, San José de Bocay. Jinotega. • Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Minero Cerro La Tronca, San José de Bocay. Jinotega • Estudio de Impacto Ambiental Proyecto de Mejoramiento Tecnológico Cooperativa Las Palomas. Villanueva, Chinandega. MARENA-PANIF • Auditoría Ambiental en IBEROAMERICANA de MINAS. Villanueva, Chinandega. • Evaluación de los riesgos geológicos en el área de El Volcán, Dipilto. Nueva Segovia. PNUD • Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. Docente Química Ambiental (Facultad de Ciencias e Ingeniería). • Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Hidroeléctrico Pantasma, Jinotega. SARET – MECO SANTA FE. • Diagnóstico Ambiental de la Pequeña Minería. Villanueva, Chinandega. Programa Ambiental Nicaragua – Finlandia (PANIF) • Geólogo de exploración Proyecto IBEROMINAS • Microlocalización de pozos para abastecimiento de agua potable de Mulukukú (RAAN) • Estudio Hidrogeológico para abastecimiento de agua potable de la Ciudad de Santo Tomás, Chontales. • Geólogo de exploración (Focal Resources Ltd) • Evaluación geológica detallada del Distrito Minero de Santo Domingo (Chontales), prospección geológica regional del área del río Siquia. Prospección semi – detallada en el área de San Ramón (Matagalpa).	
1995-96: Especialista Ambiental (MARENA), entre otras actividades: Evaluación de Estudios de Impacto Ambiental de los Proyectos Cerro Mojón; Pequeña Minería en Santo Domingo; Hidroeléctrico La Sirena; Sub-Estación Catarina – San Rafael del Sur; Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Panamericana (tramo Nandaime – Peñas Blancas; Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera La Gateada – Nueva Guinea.	
1987-90: Geólogo de Exploración (INMINE), entre otras actividades: Exploración detallada en el área de La Libertad – Santo Domingo, elaboración y ejecución de proyecto de exploración regional en el distrito minero de Siuna - Bonanza - Rosita y exploración detallada en Bonanza. Participación en elaboración del Proyecto Cosmofigurgeológico de Nicaragua	
No. de Cédula	001-270662-0002F
Firma	

EIA REFUERZOS PARA LA CONEXIÓN DEL PROYECTO HIDROELECTRICO TUMARIN –
I ETAPA

Nombre	FRANCISCO JAVIER MORENO ARANDA
Profesión	Licenciado en Derecho
Francisco Javier Moreno Aranda, ha trabajado como Consultor y miembro del grupo consultor en los siguientes Estudios de Impacto Ambiental: Estudio de Impacto Ambiental Refuerzos para la Conexión del Proyecto Hidroeléctrico TUMARI, I ETAPA. MULTICONSULT para ENATREL. 2013-en curso Asesoría y gestor ambiental del proyecto de exploración minera Topacio, en Muelle de los Bueyes, RAAS.FDG Mining S.A. 2010 Elaboración del Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto de Exploración Minera Topacio, de la empresa FDG Mining S.A., en Muelle de los Bueyes, RAAS. 2010 Consultor. Miembro del equipo consultor para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto de Exploración Minera El Rodeo, de la empresa CONDOR S.A. Santa Rosa del Peñón, León. Asesoría a los proyectos que ejecuta la empresa en el territorio nacional (Construcción Puente Paso Caballos, Construcción Carretera San Carlos Río San Juan (Empalme Lóvago-Empalme Pájaro Negro). Astaldi S.p.A. Nicaragua. 2010 Asesoría a los proyectos que ejecuta la empresa en el territorio nacional (Construcción Puente Paso Caballos, Construcción Carretera San Carlos Río San Juan (Empalme Lóvago-Empalme Pájaro Negro). Astaldi S.p.A. Nicaragua. 2009. Elaboración del Anteproyecto de Acuerdo Voluntario Sector Lácteo y Anteproyecto de Ley de Eficiencia Energética. Centro de Producción Más Limpia (CPmL-UNI-MARENA-CCAD). 2009 Elaboración del Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto de Exploración Minera “Limón” y “Santa Pancha” de la empresa B2GOLD. Malpaisillo-La Reynaga, León. 2009 Elaboración del instrumento que regula las Aguas Residuales en Nicaragua. (Decreto que Reforma el Decreto 33-95). MARENA-CCAD-EPA. 2008 Docente, para la capacitación en Diplomado Municipal a los candidatos a Alcaldes, Vice alcaldes y Concejales para las lecciones 2008. Modulo Gestión Ambiental Municipal y Gestión de Riesgo en nivel Local. FAREM UNAN Estelí.2008 Elaboración del Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto de Exploración Minera Potrerillos de la empresa Cóndor Resources en Jícaro, Nueva Segovia. 2008 Elaboración del Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto de Minería: Explotación Rincón García en Mina Limón y Proyecto Orosí Línea de transmisión de Energía Juigalpa-El Mojón en La Libertad, Chontales.2008 Elaboración de los Estudios de Impacto Ambiental de los Proyectos de Minería: Presa de Colas. Mina El Limón. Exploración Minera Qüiquinita. Elaboración de los Estudios de Impacto Ambiental de los Proyectos de Minería de: Amerrisque, La Mojarra, San Pedro y Río Boca. 2007 Elaboración de la Norma Técnica para el Manejo de las Actividades de Minería Artesanal y Plantas de Beneficio de Minerales Metálicos. 2007 Elaboración de la Norma Técnica para el Manejo de las Actividades de Fertilización en el Sector de la Industria Azucarera. Asesoraría a los Concejos Municipales de las Regiones Autónomas RAAN y RAAS. Elaboración de Ordenanzas Municipales. Programa RAAN Asdi RAAS 2006 Desarrollo de la consulta territorial del Proyecto de Ley General de Aguas Nacionales.Asamblea Nacional, Comisión de Población y Desarrollo Comunal 2005. Miembro del equipo que desarrolló el Análisis del marco Legal e Institucional Vinculado al manejo Sostenible de la Tierra. PNUD-MARENA. 2005	

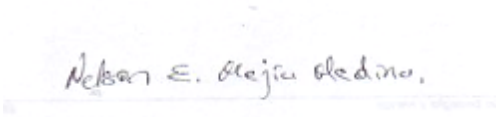
EIA REFUERZOS PARA LA CONEXIÓN DEL PROYECTO HIDROELECTRICO TUMARIN –
I ETAPA

Diagnóstico Jurídico Institucional de las Competencias de las Autoridades Regionales de la Costa Caribe de Nicaragua en el marco del régimen de Autonomía. Programa RAAN Asdi RAAS. 2004	
Formulación de la Política Nacional sobre la Gestión Integral de Residuos Sólidos. MARENA. 2004	
No. de Cédula	001-021060-0060B
Firma	

EIA REFUERZOS PARA LA CONEXIÓN DEL PROYECTO HIDROELECTRICO TUMARIN –
I ETAPA

Nombre	NELSON ENRIQUE MEJÍA MEDINA
Profesión	Ingeniero Electricista
Nelson Enrique Mejía Medina ha trabajado como Consultor y miembro del grupo consultor en los siguientes Estudios de Impacto Ambiental: Estudio de Impacto Ambiental Refuerzos para la Conexión del Proyecto Hidroeléctrico TUMARI, I ETAPA. MULTICONSLUT para ENATREL. 2013-en curso Ampliación Cogeneración con Biomasa a 38 MW. MULTICONSLUT para Ingenio Montelimar. 2013. Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Línea de Transmisión de 138 KV y Subestación Yalagüina - Subestación Ocotal y Subestación Santa Clara. 2011- 2012, MULTICONSLUT para ENATREL Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Subestación El Sauce y Obras Conexas. 2011 –2012, MULTICONSLUT para ENATREL. Estudio de Impacto Ambiental (EIA) del Proyecto del Ingenio CASUR, Central de Generación Eléctrica con Biomasa de 35 MW. 2011, MULTICONSLUT para CASUR. Estudio de Impacto Ambiental de la Línea de Transmisión San Ramón-Matiguás de 138 Kv. 2010 –2011, MULTICONSLUT para ENATREL. Monitoreo de emisiones atmosféricas Agropecuaria San Pedro, SA. Junio 2009, MULTICONSLUT Evaluación Ambiental y Energética Municipal, en los municipios de San Marcos y San Pedro Sacatepéquez, Guatemala. 2008-2009, MULTICONSLUT Estudio de Impacto Ambiental Planta Generadora CANAL. 2000. MULTICONSLUT para CEMENTERA CANAL Estudio de Potencial de Generación Hidroeléctrica en 20 sitios de la Región Central y Atlántica de Nicaragua, para la implantación de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas, el cual incluye componente ambiental. 2011 –2012, MULTICONSLUT para el MEM. Formulación de dos estudios de Factibilidad y diseños finales para la ejecución de dos PCH en las comunidades de El Corozo y el Diamante, ambos del departamento de Matagalpa para el Estudio de EL COROZO, el cual incluye componente ambiental. 2011 –2012, MULTICONSLUT para el MEM Estudio para el Acceso al Sistema Regional y Nacional de Transmisión de la central hidroeléctrica TUMARÍN. 2010, MULTICONSLUT para CHN. Estudio de Caracterización de la Curva de Demanda y Uso Final de la Energía para ser Aplicados al Desarrollo de Proyectos de Eficiencia Energética. 2010-2011. República de El Salvador, contratado por MULTICONSLUT. Caracterización de la carga eléctrica por usos finales de la ciudad de Managua. Octubre 2009-mayo 2010, MULTICONSLUT/CH CONSULTORÍA/MEM. Plan de Expansión de la Generación Eléctrica en el Sistema Interconectado Nacional (SIN) 2009-2024. 2011, MULTICONSLUT para el MEM. Revisión y Propuesta de Cumplimiento Gradual de Requisitos del Sistema de Medición Comercial Regional (SIMECR). Istmo Centroamericano. El Salvador. 2009-2010, MULTICONSLUT/EOR Estudio de Pérdidas a nivel nacional en Nicaragua. Julio 2008- Marzo 2009, MULTICONSLUT Estudio de Pérdidas de Energía Eléctrica en el Sistema de Distribución del Subproyecto Wiwilí. 2008- 2009. MEM. Identificación de medidas y prácticas para reducir pérdidas de energía área de concesión de El Bote. Septiembre 2007 – Febrero	

EIA REFUERZOS PARA LA CONEXIÓN DEL PROYECTO HIDROELECTRICO TUMARIN –
I ETAPA

2008. MEM/ATDER.	
No. de Cédula	201-270572-0007D
Firma	 Nelson E. Mejía Gledino.

XVIII ANEXOS

- Anexo 1: Mapa de Ubicación del Proyecto
- Anexo 2: Mapa de Análisis de Alternativas
- Anexo 3: Mapa Geológico Regional
- Anexo 4: Mapa Geomorfológico Regional
- Anexo 5: Mapa de Ecosistemas
- Anexo 6: Entrevistas y Consulta de Campo
- Anexo 7: Mapas de Análisis de Riesgos
- Anexo 8: Mapas de Zonificación Ambiental
- Anexo 9: Mapa de Areas de Reforestación
- Anexo 10: Planos de Distribución de Subestaciones
- Anexo 11: Cronograma de Ejecución del Proyecto