



**CAPÍTULO I.DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL** ..... 1

I.1.DATOS GENERALES DEL PROYECTO..... 1

I.1.1.Clave del proyecto..... 1

I.1.2.Nombre del proyecto ..... 1

I.1.3.Datos del sector y tipo de proyecto..... 1

I.1.4.Estudio de riesgo y su modalidad ..... 1

I.1.5.Ubicación del proyecto ..... 1

I.1.6.Dimensiones del proyecto ..... 4

I.2 .DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE ..... 5

I.2.1.Nombre o razón social..... 5

I.2.2.Registro Federal de Causantes (RFC)..... 5

I.2.3.Nombre del representante legal..... 5

I.2.4.Cargo del representante legal ..... 5

I.2.5.RFC del representante legal..... 5

I.2.6.CURP del representante legal ..... 5

I.2.7.Dirección del promovente para recibir u oír notificaciones ..... 5

I.3.DATOS GENERALES DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL 6

I.3.1.Nombre o razón social..... 6

I.3.2.Registro Federal de Contribuyentes ..... 6

I.3.3.Nombre del responsable técnico de la elaboración del estudio de impacto ambiental ... 6

Colaboradores..... 6

I.3.4.RFC del responsable técnico de la elaboración del estudio de impacto ambiental ..... 7

I.3.5.CURP del responsable técnico de la elaboración del estudio de impacto ambiental..... 7

I.3.6.Cédula profesional del responsable técnico de la elaboración del estudio de impacto ambiental..... 7

I.3.7.Dirección del responsable del estudio de impacto ambiental..... 7

**TABLAS**

Tabla I.1 Principales localidades próximas al Proyecto ..... 3

Tabla I.2 Coordenadas UTM del Proyecto LT. Xpujil-Xul Ha ..... 3

**FIGURAS**

Figura I.1 Ubicación del Área del Proyecto..... 1



# CAPÍTULO I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

## I.1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO

### I.1.1. Clave del proyecto

### I.1.2. Nombre del proyecto

Línea de Transmisión (LT.) Xpujil - Xul Ha

### I.1.3. Datos del sector y tipo de proyecto

Sector: Energético

Subsector: Eléctrico

Tipo de proyecto: Líneas de Transmisión (cableado aéreo).

### I.1.4. Estudio de riesgo y su modalidad

Este tipo de proyecto no requiere de un estudio de riesgo.

### I.1.5. Ubicación del proyecto

El presente estudio comprende la construcción, operación y mantenimiento de Línea de Transmisión (LT.) Xpujil - Xul Ha, la cual se ubicaría entre el sureste del Estado de Campeche y el suroeste del Estado de Quintana Roo, atravesando los municipios de Calakmul (Campeche) y Othón P. Blanco (Quintana Roo). En la siguiente figura se presenta su ubicación a nivel estatal y municipal.



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

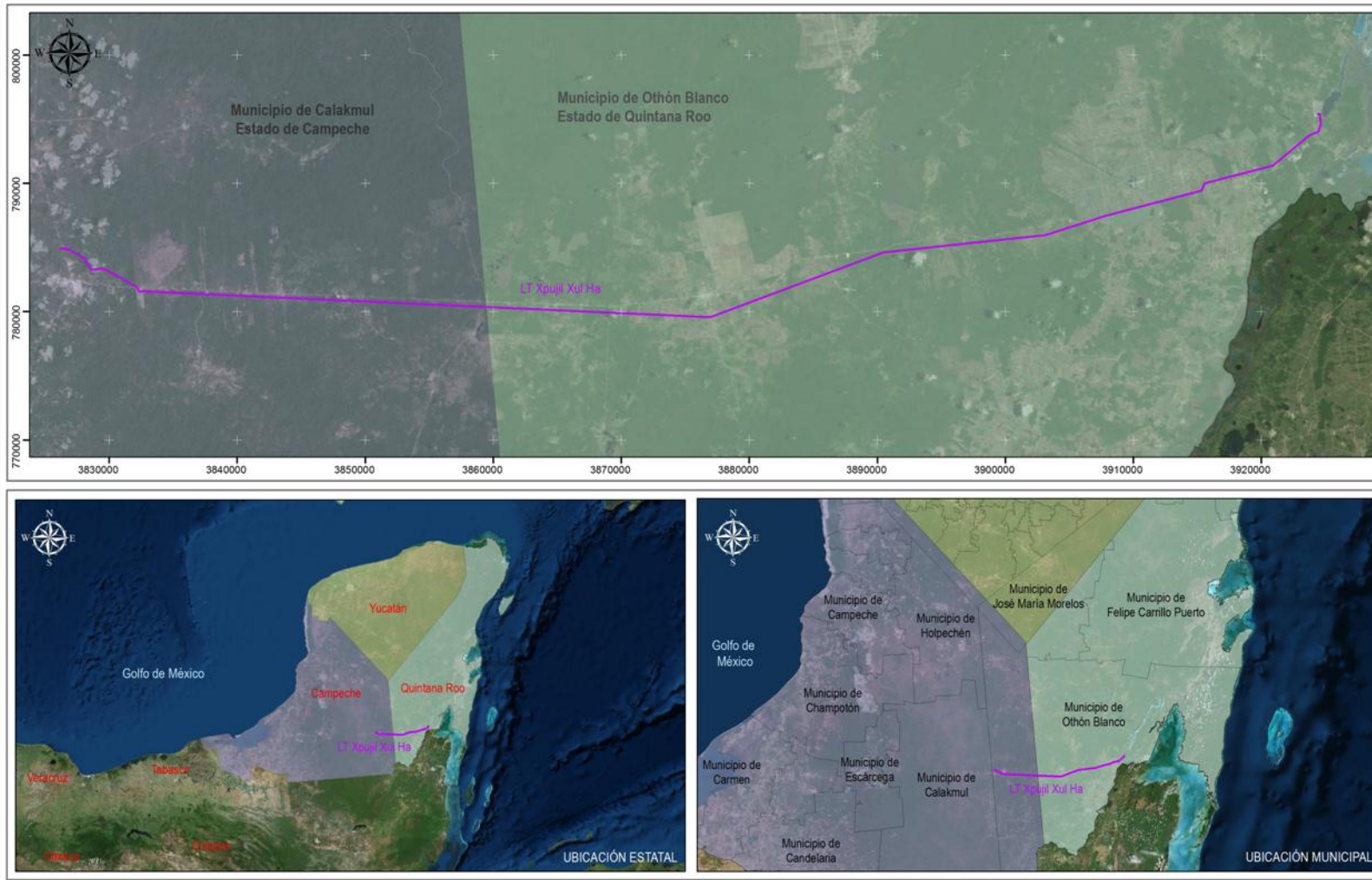


Figura I.1 Ubicación general del Proyecto



En la siguiente tabla se presentan las principales localidades que se encuentran próximas al sitio de construcción de la L.T. Xpujil - Xul Ha.

**Tabla I.1 Principales localidades próximas al Proyecto**

Municipio	Localidades	Población total	Localidades	Población total
Calakmul	Valentín Gómez Farías	336	Xpujil	3984
	Nuevo campanario	328	Veinte de Noviembre	418
Othón P. Blanco	Caobas	1412	Sergio Butrón Casas	2235
	Gustavo Díaz Ordaz	52	Carlos A. Madrazo	0
	Nicolás Bravo	4011	Juan Sarabia	41
	La Providencia	0	Sacxán	837
	Nachicom	833	Palmar	950
	Jesús González Ortega	620	XulHá	2037

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda, 2010

Coordenadas geográficas

Las coordenadas de ubicación del proyecto LT. Xpujil - Xul Ha se presentan en la siguiente tabla:

**Tabla I.2 Coordenadas UTM del Proyecto LT. Xpujil-Xul Ha**

P.I.	X	Y	P.I.	X	Y
TA-455	246461.68	2050817.91	7	328134.89	2045021.43
1	247122.79	2050613.54	8	335771.57	2046196.06
1A	248,152.75	2,049,904.14	9	336069.05	2046734.98
1B	248,737.24	2,048,871.97	10	341525.35	2047576.36
1C	249,647.50	2,048,874.61	11	344621.34	2049628.17
2	252063.67	2047210.43	12	345307.50	2049824.37
3	252244.87	2046840.00	13	345573.87	2050401.85
4	296492.14	2040296.41	14	345578.33	2051202.37
5	310511.31	2043951.64	MB1	345361.45	2051202.37
6	323271.84	2043994.26	--	--	--





### I.1.6. Dimensiones del proyecto

El proyecto consiste en la construcción de una línea de transmisión eléctrica con una longitud de 104,276 m y un ancho de derecho de vía de 26 m. La superficie total requerida para la realización de todas las obras que conforman el proyecto es de 271.11 ha.

El proyecto contará con una capacidad de operación a una tensión nominal instalada de 230 kilovoltios pero operará inicialmente en 115 kilovoltios, en dos circuitos, con cable conductor de aluminio con alma de acero galvanizado calibre 1113, longitud de 104.2 kilómetros y será instalada en 260 estructuras (torres) de acero estructural galvanizado autosoportadas con cimentaciones de concreto armado (ancladas en roca, zapatas aisladas, pilas o pilotes, según se requiera de acuerdo a las características del terreno) y postes troncocónicos de acero, en un derecho de vía de 26 metros de ancho.



## I.2 .DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE

### I.2.1.Nombre o razón social

Comisión Federal de Electricidad.

### I.2.2.Registro Federal de Causantes (RFC)

### I.2.3.Nombre del representante legal

M. en C. A. Francisco J. Hernández Álvarez

Ing. Javier Arcángel Sánchez Amaya

### I.2.4.Cargo del representante legal

### I.2.5.RFC del representante legal

### I.2.6.CURP del representante legal

### I.2.7.Dirección del promovente para recibir u oír notificaciones

**M. en C. A. Francisco J. Hernández Álvarez**



**Ing. Javier Arcángel Sánchez Amaya**

### **I.3.DATOS GENERALES DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

#### **I.3.1.Nombre o razón social**

Universidad Autónoma de Yucatán.

Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias.

Departamento de Ecología.

#### **I.3.2.Registro Federal de Contribuyentes**

#### **I.3.3.Nombre del responsable técnico de la elaboración del estudio de impacto ambiental**

Dr. José Alberto Ramos Zapata

#### **Colaboradores**

Dr. Víctor Parra Tabla - Coordinador del proyecto



Dr. Jorge Augusto Navarro Alberto - Modelación de estructura de sistemas (Stella) e impactos ambientales

Dr. Juan Tun Garrido - Descripción del medio biótico (Vegetación)

Biol. Luis Díaz Gamboa - Descripción del medio biótico (Fauna)

M. en C. Nancy MayEk -Descripción del medio biótico (Forestal)

**I.3.4.RFC del responsable técnico de la elaboración del estudio de impacto ambiental**

**I.3.5.CURP del responsable técnico de la elaboración del estudio de impacto ambiental**

**I.3.6.Cédula profesional del responsable técnico de la elaboración del estudio de impacto ambiental**

**I.3.7.Dirección del responsable del estudio de impacto ambiental.**



Declaro bajo protesta de decir verdad, que la información contenida en el presente estudio, relativa a las condiciones ambientales del sistema ambiental regional y la evaluación del impacto ambiental es verídica y se obtuvo a través de la aplicación de las mejores técnicas y metodologías comúnmente utilizadas por la comunidad científica del país y del uso de la mayor información disponible. Lo anterior con conocimiento de la responsabilidad con el promovente y las implicaciones inherentes.

Dr. José Ramos Zapata

Responsable de la información técnica relativa a la evaluación del impacto ambiental  
derivado de la construcción del proyecto





**CAPÍTULO II. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y EN SU CASO DE LOS PROGRAMAS O PLANES DE DESARROLLO ..... 1**

II.1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO..... 1

II.1.1 Naturaleza del proyecto ..... 2

II.1.2 Selección del sitio o trayectoria..... 3

II.1.2.1 Criterios técnicos, ecológicos y económicos utilizados para la selección de la trayectoria. .... 3

II.1.2.2. Alternativas de trayectorias ..... 8

II.1.3. Ubicación del proyecto ..... 21

II.1.4. Inversión requerida ..... 22

II.1.5. Dimensiones del proyecto ..... 22

II.1.5.1 Situación legal del o los sitios del proyecto y tipo de propiedad ..... 24

II.1.5.2 Uso actual del suelo en el sitio del proyecto y sus colindancias ..... 27

II.2. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO ..... 28

II.2.1 Descripción de las obras y actividades ..... 28

II.2.1.1 Programa general de trabajo ..... 32

II.2.2. Preparación del sitio..... 35

II.2.2.1 Desmontes y despalmes..... 35

II.2.2.2 Apertura de brecha de maniobra y patrullaje ..... 35

II.2.2.3 Habilitación de área para hincado y armado de estructuras ..... 35

II.2.2.4 Habilitación de área de tendido y tensado de cables de guarda y conductor 35

II.2.2.5 Desmonte en áreas de poda y tala selectiva ..... 36

II.2.2.6 Extracción de tierra para cimentación de torres. .... 36

II.2.2.7 Caminos de acceso..... 37

II.2.3. Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto ..... 37

II.2.3.1 Vías de acceso al área donde se desarrollarán las obras o actividades... 38

II.2.3.2 Descripción de servicios requeridos..... 39

II.2.4. Construcción ..... 42



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

II.2.4.1. Obra civil .....	42
II.2.4.2. Obra Electromecánica.....	49
II.2.5. Etapa de operación y mantenimiento.....	50
II.2.5.1 Programa de operación.....	50
II.2.5.2 Programa de mantenimiento predictivo y preventivo .....	51
II.2.6. Descripción de las obras asociadas al proyecto .....	57
II.2.6.1. Requerimiento de personal e insumos.....	57
II.2.7 Etapa de abandono el sitio.....	68
II.2.8. Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmosfera.....	68
II.2.8.1 Generación, manejo y disposición final de residuos sólidos .....	68
II.2.8.2 Generación, manejo y descarga de residuos líquidos, lodos y aguas residuales.....	72
II.2.8.3 Generación, manejo y control de emisiones a la atmósfera.....	73
II.2.8.4 Contaminación por ruido, vibraciones, radiactividad, térmica o luminosa. .	73

**TABLAS**

Tabla II.1 Presupuesto estimado por alternativas.....	14
Tabla II.2 Criterios técnicos considerados para el análisis y evaluación de alternativas de trayectoria realizados para la LT. Xpujil – Xul Ha. ....	15
Tabla II.3 Criterios ambientales considerados para el análisis y evaluación de alternativas de trayectoria realizados para la LT. Xpujil – Xul Ha.....	16
Tabla II.4 Criterios sociales considerados para el análisis y evaluación de alternativas de trayectoria realizados para la LT. Xpujil – Xul Ha. ....	17
Tabla II.5 Criterios económicos considerados para el análisis y evaluación de alternativas de trayectoria realizados para la LT. Xpujil – Xul Ha.....	18
Tabla II.6 Criterios económicos considerados para el análisis y evaluación de alternativas de trayectoria realizados para la LT. Xpujil – Xul Ha.....	19



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Tabla II.7 Coordenadas UTM del Proyecto LT. Xpujil-Xul Ha..... 21

Tabla II.8 Montos estimados para la construcción de la LT. Xpujil - Xul Ha ..... 22

Tabla II.9 Cálculo de superficie que requiere la construcción, operación y mantenimiento de la LT. Xpujil – Xul Ha. .... 23

Tabla II.10 Superficie que requiere la construcción, operación y mantenimiento de la LT. Xpujil – Xul Ha..... 24

Tabla II.11 Situación legal del o los sitios del proyecto y tipo de propiedad ..... 25

Tabla II.12 Superficies de usos del suelo y vegetación en el Área del Proyecto ..... 27

Tabla II.13 Características particulares de la LT. Xpujil – Xul Ha..... 29

Tabla II.14 Programa de trabajo para la construcción y puesta en servicio de la LT. Xpujil – Xul Ha. .... 33

Tabla II.15 Obras y actividades provisionales y asociadas al proyecto ..... 37

Tabla II.16 Principales caminos de acceso al área de estudio ..... 39

Tabla II.17 Periodicidad de las actividades de mantenimiento de una línea de transmisión ..... 55

Tabla II.18 Programa de actividades de mantenimiento de una línea de transmisión de energía eléctrica. .... 56

Tabla II.19 Resumen del requerimiento de personal por tipo y tiempo de empleo para la LT. Xpujil–Xul Ha..... 58

Tabla II.20 Recursos naturales renovables a utilizar en la construcción de la LT. Xpujil – Xul Ha..... 59

Tabla II.21 Volúmenes de consumo de agua para la construcción de LT. Xpujil – Xul Ha..... 60

Tabla II.22 Materiales y sustancias que se utilizarán para la ejecución de la LT. Xpujil – Xul Ha..... 62

Tabla II.23 Equipo y maquinaria utilizada durante cada una de las etapas de la LT. Xpujil – Xul Ha. .... 65



## FIGURAS

Figura II.1 Alternativas de trayectorias para la ubicación del sitio .....	10
Figura II.2 Perfil de manejo de vegetación en el derecho de vía de la LT. Xpujil – Xul Ha .....	31
Figura II.3 Manejo de la vegetación dentro del derecho de vía de la LT. Xpujil – Xul Ha .....	32
Figura II.4 Caminos y vías de acceso al proyecto LT. Xpujil - Xul Ha .....	41
Figura II. 5 Cepa para cimentación de torre estructural.....	42
Figura II.6 Excavación de cepa con retroexcavadora .....	42
Figura II.7 Acero de refuerzo de una cimentación .....	43
Figura II.8 Colado de cimentación en cimbras de madera .....	43
<b>Figura II.9 Cimentación de estructura por zapata aislada.....</b>	<b>44</b>
Figura II.10 Cimentación de estructura mediante anclaje a roca .....	44
Figura II.11 Excavaciones para hincado de pilotes. ....	45
Figura II.12 Colado de pilotes.....	46
Figura II.13 Colado de pilotes con tubería tremie.....	47
Figura II.14 Montaje de estructuras .....	49
Figura II.15. Esquema general de un sistema de tierra instalado en cada pata de la estructura.....	49
Figura II.16 Tendido y tensionado de cables en una línea de transmisión con postes tronconcónicos. ....	50
Figura II.17 Pruebas preoperativas en una estructura de línea de transmisión.....	50



## CAPÍTULO II. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y EN SU CASO DE LOS PROGRAMAS O PLANES DE DESARROLLO

### II.1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El presente estudio comprende la construcción, operación y mantenimiento de Línea de Transmisión Eléctrica (LT.) Xpujil - Xul Ha, la cual se ubicaría entre el sureste del Estado de Campeche y el suroeste del Estado de Quintana Roo, atravesando los municipios de Calakmul (Campeche) y Othón P. Blanco (Quintana Roo). En el **Anexo II.1** se muestra la localización general de la LT. Xpujil - Xul Ha y los poblados principales circundantes.

La realización del proyecto permitiría el "cierre" del anillo de transmisión Escárcega – XulHá – Ticul, lo cual servirá para garantizar vías de suministro alternas a las existentes para los estados de Campeche, Yucatán y Quintana Roo y garantizar la continuidad de la transmisión de energía eléctrica a nivel regional.

En el área de influencia en donde se ubica el proyecto (ver apartado II.1.2) se puede apreciar una intensa actividad agropecuaria, particularmente asociada a una franja de dos a cuatro kilómetros, aledaña a la carretera federal Xpujil- Chetumal. Es común observar grandes extensiones sembradas con zacate para alimento de ganado en cría intensiva, así como áreas de potrero dedicadas a la cría extensiva; también se identifican zonas donde se llevan a cabo diversos cultivos agrícolas. En general el estado de conservación y la continuidad de las áreas con vegetación natural los fragmentos son mayores en la primera mitad, en lo que corresponde al municipio de Calakmul, Campeche y decrece conforme avanza en el municipio de Othón P. Blanco en el estado de Quintana Roo. Sin embargo, se identifican algunas áreas con vegetación de selva mediana y baja subperennifolia.

Dada su naturaleza, el proyecto pretendido cae en lo señalado en la fracción II del artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), que menciona que quienes pretendan llevar a cabo obras relativas al sector eléctrico requerirán previamente la Autorización en Materia de Impacto





Ambiental (AMIA) otorgada por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), así como también en lo indicado en la fracción VII del mismo artículo del ordenamiento mencionado, que establece la misma condición cuando se pretenda realizar cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas, como en el caso del proyecto que nos atañe.

La fracción III del inciso K del artículo 5o del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental especifica claramente que las obras de transmisión y subtransmisión eléctrica, como lo es la LT. Xpujil - Xul Ha, requerirán AMIA de la SEMARNAT de manera previa a su realización.

### **II.1.1 Naturaleza del proyecto**

El proyecto, como se mencionó anteriormente, consiste en la construcción de la LT. Xpujil - Xul Ha, la cual tiene una longitud de 104.276 kilómetros, en dos circuitos, uno de los cuales operaría con una capacidad de 115 kV, mientras que el otro funcionaría con una capacidad e 230 kV; se instalarían aproximadamente 260 torres de acero estructural soportadas con cimentaciones de concreto armado, las cuales sostendrían el cableado aéreo. La línea contaría con un sistema de comunicación a través de la instalación de un cable de guarda de fibra óptica que será parte de su blindaje.

Debido a su naturaleza, el proyecto implica la remoción de vegetación a lo largo de su trayectoria. Si bien, parte del trazo pasa por terrenos agropecuarios, también se encuentran zonas con vegetación de selva mediana y baja subperennifolia lo cual se mencionó anteriormente.

Como se puede atisbar, la remoción de vegetación natural implica la ocurrencia de impactos asociados sobre la fauna, el suelo y sobre la misma vegetación; adicionalmente, la utilización de maquinaria y la presencia del personal que realizaría los trabajos inherentes a la construcción de un proyecto de este tipo implicarían impactos potenciales sobre el aire, el suelo, el agua, etc. Por otra parte, la instalación de un tendido eléctrico (cableado aéreo) constituiría un impacto



inevitable sobre el paisaje.

Sin embargo, cabe resaltar que los impactos de mayor magnitud debidos a la construcción de una línea de transmisión son los asociados a la remoción de la vegetación natural.

Para el proyecto de construcción de la LT. Xpujil – Xul Ha se proponen medidas encaminadas a evitar, mitigar, compensar e incluso remediar, si fuera el caso, los impactos que se espera genere su realización. Tales medidas se presentarán en el capítulo correspondiente del presente estudio.

### **Objetivos**

El proyecto denominado LT. Xpujil - Xul Ha tiene como objetivos:

- Completar el "anillo" de transmisión Escárcega – Ticul - XulHá con la finalidad de establecer vías de suministro alternas a las existentes para los estados de Campeche, Yucatán y Quintana Roo y garantizar la continuidad de la transmisión de energía eléctrica a nivel regional.
- Reforzar el enlace del sistema eléctrico peninsular con el sistema eléctrico nacional, incrementando la capacidad de transmisión para satisfacer la demanda de los Estados de Campeche y Quintana Roo en apoyo del desarrollo de los municipios que la integran.
- Aumentar la capacidad de la infraestructura de transmisión de energía eléctrica, de tal manera que permita atender a mediano y largo plazo la demanda del servicio de suministro de energía eléctrica a nivel regional.

## **II.1.2 Selección del sitio o trayectoria**

### **II.1.2.1 Criterios técnicos, ecológicos y económicos utilizados para la selección de la trayectoria.**

#### **Criterios generales**

En la selección de sitios para subestaciones eléctricas y trayectorias de líneas de transmisión, como la LT. Xpujil - Xul Ha, se consideran los siguientes criterios



generales:

- Centro de carga de la subestación (zona de mayor demanda).
- Tensión de la línea (un circuito en 230 kv y otro en 115 kV).
- Mecánica de suelos.
- Crecimiento de poblaciones cercanas.
- Topografía predominante, considerando el tipo de terreno, plano, lomerío o montañoso.
- Condiciones meteorológicas, precipitaciones, descargas atmosféricas, tormentas, tornados, masas de aire, ciclones.
- Uso del suelo: Agrícola, pecuario, forestal, equipamiento, etc.
- Vialidad de apoyo: Autopistas, carreteras pavimentadas, terracerías, brechas, etc.
- Tipo de asentamientos humanos y su probable expansión. Ciudades, poblados, rancherías, caserío aislado y asentamiento irregular.

### **Criterios técnicos**

El principal criterio para el establecimiento de la trayectoria de la LT. Xpujil – Xul Ha es la necesidad de realizar el “cierre” del anillo de transmisión Escárcega – Ticul – Xul Há con la finalidad de establecer vías de suministro alternas a las existentes para los estados de Campeche, Yucatán y Quintana Roo y garantizar la continuidad de la transmisión de energía eléctrica a nivel regional; actualmente la transmisión de energía eléctrica en el Estado de Campeche ocurre hasta la Subestación Eléctrica (SE.) Xpujil desde la S.E. Escárcega, llegando a esta última desde la red eléctrica regional peninsular, mientras que, por el otro lado, en el Estado de Quintana Roo la conducción del flujo eléctrico se da hasta la S.E. Xul Ha, sin que exista infraestructura que permita la conexión directa entre ambas subestaciones.

Actualmente, en caso de falla de los circuitos que llevan electricidad hacia cualquiera de las subestaciones mencionadas, no sería posible soportar el flujo ininterrumpido del fluido eléctrico hacia ambas, lo que redundaría en los inconvenientes inherentes.



Por lo tanto, además de completar el “anillo” mencionado, el proyecto permitiría reforzar el enlace del sistema eléctrico peninsular con el sistema eléctrico nacional, incrementando la capacidad de transmisión para satisfacer la demanda de los Estados de Campeche y Quintana Roo en apoyo del desarrollo de los municipios que la integran, así como aumentar la capacidad de la infraestructura de transmisión de energía eléctrica, de tal manera que permita atender a mediano y largo plazo la demanda del servicio de suministro de energía eléctrica a nivel regional.

El segundo criterio para la ubicación del proyecto fue la existencia de infraestructura de transformación; la trayectoria de la LT. Xpujil – Xul Ha iniciaría en la torre 455 de la LT. Escárcega Potencia - Xpujil, infraestructura existente actualmente en operación y terminaría su recorrido en la SE. Xul Ha, con capacidad para disminuir el voltaje de distribución a la zona de influencia del proyecto a un voltaje adecuado para uso urbano.

El último criterio de selección fue la mecánica de suelos (capacidad de carga) de los terrenos donde se instalarían las estructuras de soporte (torres) de la línea de transmisión, evitando en forma particular la mayor cantidad de cuerpos de agua y terrenos inundables.

### **Criterios ecológicos**

En la selección de la trayectoria del proyecto se priorizó que cualquier trayectoria que se eligiera (y en consecuencia, la superficie del derecho de vía) atravesara preferentemente por terrenos con uso de suelo agropecuario donde la vegetación natural ya ha sido removida.

También se consideró evitar al máximo la fragmentación de hábitat que ocasionaría la interrupción de la continuidad de la vegetación en buen estado de conservación o recuperación. La longitud de la línea de transmisión no es necesariamente un factor decisivo, ya que puede darse el caso en que una trayectoria de menor longitud repercuta en una mayor cantidad de impactos negativos al ambiente.

Para evitar la fragmentación de hábitat, el trazo de la trayectoria se planteó



preferentemente en zonas donde se desarrollan actividades agropecuarias, principalmente por su cercanía a las localidades de la zona y a otras infraestructuras existentes que tienen el mismo carácter lineal que el proyecto planteado en el presente estudio (carreteras federales y caminos de terracería), las cuales ya han ocasionado un primer y decisivo impacto en este aspecto.

A partir del Punto de Inflexión (P.I.)<sup>7</sup> el trazo del proyecto corre cercano, e incluso paralelo en varios tramos al de la Carretera Federal No. 186, Villahermosa – Chetumal, en su tramo que comunica las localidades de Xpujil y de Xul Ha, mientras que su salida de la SE. Xpujil y su llegada en la SE. Xul Ha se ubican, respectivamente, en áreas rurales y urbanas.

*Con las consideraciones anteriores se integra la variable ambiental como fundamento de la planeación del proyecto.*

### **Criterios normativos**

La localización de la línea de transmisión también considera el cumplimiento de la legislación ambiental y forestal vigente y aplicable, que ha expedido la SEMARNAT, así como de los demás organismos públicos federales, estatales o municipales. Lo anterior incluye la consideración de ordenamiento territoriales, áreas naturales protegidas y su zonificación, ubicándola en las zonas donde se permita la instalación de infraestructura, de acuerdo con sus respectivos decretos y programas de manejo vigentes, así como de cualquier otra regulación que incumba, ya sea por el tipo de proyecto o bien, por su ubicación.

### **Criterios económicos**

Este proyecto ampliará el Sistema Eléctrico Peninsular, permitiendo la concreción del “anillo” Escárcega-Xul Ha-Ticul, estableciendo vías alternas para la transmisión de energía en los Estados de Yucatán, Campeche y Quintana Roo, aumentando la cantidad de población que cuenta con la posibilidad de acceder al servicio público de energía eléctrica, al mismo tiempo que aumenta la cantidad y calidad de servicios que se pueden brindar a las poblaciones en el área de influencia del proyecto,





permitiendo mejorar el desarrollo turístico, industrial, agrícola y poblacional de la región, coadyuvando al fortalecimiento de la economía de los Estados de Campeche y Quintana Roo, a través del desarrollo de una zona con enorme potencial ecoturístico.

La principal consideración económica se basa en encontrar la opción técnica con un costo razonable para cumplir con el objetivo. Las consideraciones económicas involucran los costos constructivos, indemnizatorios (a los propietarios de predios afectados por el trazo del proyecto), así como los costos que se espera erogar por la implementación de medidas de prevención, mitigación y/o compensación que se propone ejecutar en vista de los impactos potenciales esperados, inherentes a cualquier proyecto de este tipo.

### **Estudios de campo**

Para definir la trayectoria se realizó un Estudio de Selección de Trayectoria, cuyo objetivo general fue establecer la naturaleza y dimensión de las afectaciones del proyecto, de tal manera que se generara anticipadamente un conocimiento, si bien somero, de la situación inmobiliaria, ambiental, arqueológica y la problemática social que tendría que abordarse en las diferentes etapas del proyecto.

En este estudio se incluyó un censo preliminar de los predios a afectar, la ubicación de áreas naturales protegidas y sitios arqueológicos, referidos a la ubicación de la trayectoria propuesta y un análisis de las características socioeconómicas de los municipios involucrados y de las localidades cercanas a la trayectoria de la línea de transmisión. El resultado fue una matriz de evaluación que sopesa la suma de problemáticas esperadas en estos aspectos, lo que se usó como base para los criterios de selección entre las alternativas de trayectoria contempladas inicialmente.

En la selección de trayectoria también se realizó un Estudio de Mecánica de Suelo, para definir si era un suelo apto para la instalación de una línea de transmisión, lo que implica que pudiese soportar las estructuras que serían instaladas.



### **II.1.2.2. Alternativas de trayectorias**

Para definir la ubicación de la trayectoria de la LT.Xpujil – Xul Ha, se consideró el análisis de alternativas de trayectorias que son coincidentes en varias secciones, por lo que se analizan las secciones en donde se han considerado variaciones de la misma.

Su ubicación está obligada por la instalación de la cual se realizará el suministro (SE. Xpujil) y la ubicación del centro de carga a donde se requiere llevar la energía para su distribución a la zona de influencia del proyecto (SE. Xul Ha).

A continuación se incluye el análisis realizado de las diferentes alternativas de trayectoria contempladas inicialmente para el proyecto LT. Xpujil – Xul Ha. Dicho análisis fue realizado a través de la evaluación de los aspectos técnicos, ambientales, indemnizatorios y económicos, mismos que fueron ponderados para determinar la trayectoria más factible .

En las Figuras II.1y II.2 se incluye las alternativas de trayectoria consideradas para ubicación de la misma.

#### **Descripción particular de las alternativas de trayectoria analizadas.**

##### **Aspecto técnico**

Las tres alternativas de trayectoria inician en la SE Xpujil, ubicada a 3 km al norte de la población de Xpujil, geográficamente se encuentra en las coordenadas 18°31'57.38" latitud norte y 89°24'4.89" longitud oeste y finalizan en la SE XulHá 18°32'41.93" latitud norte y 88°27'56.94"O longitud oeste, al sur de la población de XulHá, se desplazan en dirección este, atravesando los municipios de Calakmul y Othón P. Blanco, ubicados en los estados de Campeche y Quintana Roo respectivamente.

En todos los casos de salidas y llegadas se propone el uso de postes troncocónicos, debido al arreglo propuesto en la salida y la limitación de espacios disponibles en la llegada. Así también, cruzan por zonas de cultivo de caña de azúcar, situación que determina el tipo de estructuras a utilizar.



A continuación se enlistan las características propias de cada una:

- Alternativa 1: su recorrido es de aproximadamente de 99.80 km, a través de 9 puntos de inflexión (PI's), localizándose a 9 km al norte de la carretera Federal No. 186 tramo Xpujil – Chetumal; siendo la menos accesible debido a que existen pocos caminos de acceso.
- Alternativa 2: su recorrido es de aproximadamente de 104.276 km, a través de 19 puntos de inflexión (PI's) paralela a la carretera Federal No. 186 tramo Xpujil – Chetumal; siendo la más accesible.
- Alternativa 3: su recorrido es de aproximadamente de 106.50 km, a través de 13 puntos de inflexión (PI's), localizándose a 5 km al sur de la carretera Federal No. 186 tramo Xpujil – Chetumal; presentando un buen número de caminos de acceso.



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

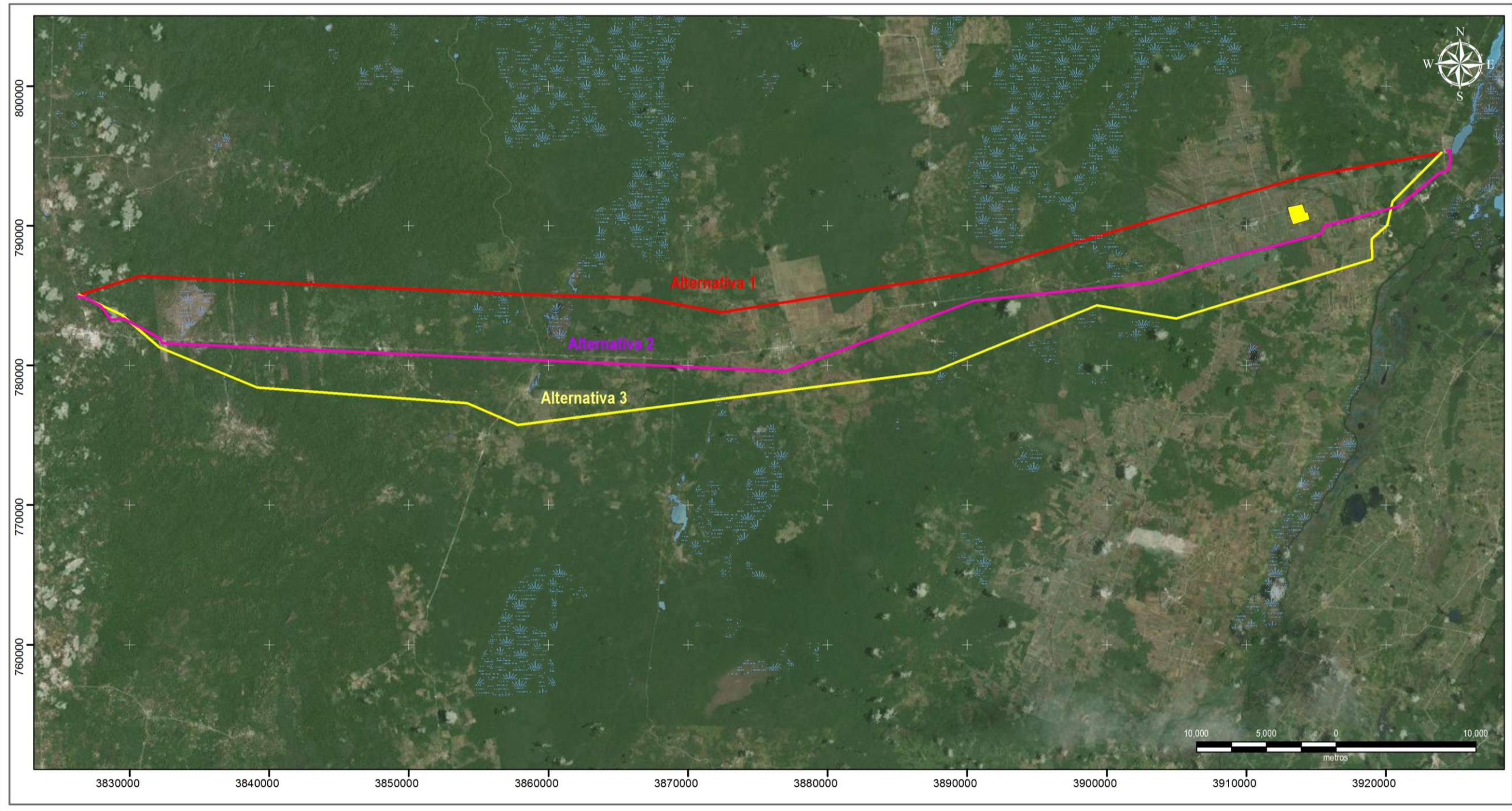


Figura II.1 Alternativas de trayectorias para la ubicación del sitio





## ***Aspecto ambiental***

Derivado a que el área de influencia del proyecto se ubica en una zona con vegetación en buen estado de conservación y que incluye diversas zonas prioritarias de acuerdo a la CONABIO, será necesario la solicitud de la autorización en materia de impacto ambiental independientemente de la trayectoria que resulte seleccionada. A continuación se enlistan las características propias de cada una.

- Alternativa 1: presenta la mayor complicación en cuanto a los aspectos ambientales debido a lo siguiente:
  - ✓ Cruza por macizos forestales de mayor continuidad (hasta 14 km), esto condiciona la presencia de especies de flora y fauna características de zonas preservadas que se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
  - ✓ Dada las características del ambiente en donde se ubica esta trayectoria, la gestión de la autorización ambiental puede prorrogarse como mínimo a 120 días hábiles.
  - ✓ Requiere de una mayor superficie de cambio de uso del suelo.
  - ✓ Cruza por una mayor superficie de zonas inundables, con vegetación conservada, por lo que la apertura de caminos de acceso en las mismas puede ser restringida por la autoridad.
  - ✓ Las medidas de prevención, mitigación y compensación serían de alto costo, similares a las solicitadas para la LT. Escárcega – Xpujil, obra que atraviesa parcialmente la Reserva de la Biósfera Calakmul y el Área Sujeta a conservación Ecológica Balam Kú, y que requerirían la participación de expertos en los diversos grupos de fauna silvestre.
  - ✓ Cruza en una zona donde se realizan estudios de comportamiento de jaguar, con apoyo de instituciones extranjeras, con factibilidad de problemática similar a la que originó la modificación de trayectoria de la LT. Escárcega – Xpujil.
- Alternativa 2: presenta menor afectación de vegetación conservada, por lo que obtener la autorización sería más factible; adicionalmente:



---

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

- ✓ La vegetación que afecta está fragmentada por lo que la cantidad de especies de flora y fauna que pueden estar presentes y estar consideradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 es menor debido a la cercanía con poblaciones.
- ✓ El tiempo de gestión de las autorizaciones sería menor al que requerirían las alternativas 1 y 3.
- Alternativa 3: presentará un nivel de complicación intermedio con relación a las alternativas 1 y 2; derivado a que:
  - ✓ Cruza por zonas de vegetación conservada, aunque de menor extensión a las que afecta la trayectoria 1.
  - ✓ Las medidas de prevención, mitigación y compensación serán de alto costo, similares a las solicitadas en la LT Escárcega – Xpujil y requerirían la participación de expertos en los diversos grupos de fauna silvestre.

### **Aspecto social**

Derivado del recorrido de campo, se obtuvo lo siguiente:

- Alternativa 1: en lo que respecta al estado de Campeche, no se detectó algún vestigio arqueológico al momento, esto debido en parte a los pequeños relictos de selva y la inexistencia de caminos.

En cuanto al tramo de la trayectoria que cruza el estado de Quintana Roo, en la parte norte de las poblaciones de Nicolás Bravo y La Providencia, se observan vestigios arqueológicos dentro de potreros, los cuales tienen un estado de conservación precario y no se encuentran registrados por el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH).

- Alternativa 2. se observa que cuenta con el mayor número de vestigios arqueológicos registrados por el Centro INAH Quintana Roo, debido a su cercanía con la carretera, potreros y zonas de cultivo. Encontrándose la más alta concentración de vestigios y sitios arqueológicos cerca de las poblaciones de Sergio Butrón Casas, Francisco Villa, Nicolás Bravo y Caobas.

Derivado de lo anterior, es menos probable que se modifique radicalmente la



trayectoria, ya que el INAH tiene conocimiento de la existencia de estos vestigios, por lo que se puede prevenir de antemano su afectación. Por recomendaciones del INAH se atribuye a esta opción la mayor factibilidad arqueológica.

- Alternativa 3. esta alternativa se localiza a menos de un kilómetro del polígono de seguridad de la Zona Arqueológica de Kohunlich, por lo que es posible que el INAH negara la factibilidad arqueológica del proyecto, considerando las condiciones actuales.

### ***Aspecto indemnizatorio***

Para el caso de las tres alternativas el 86% aproximadamente cruza por terrenos ejidales (tierras de uso común), cuyas superficies son muy grandes, lo que permitiría obtener los derechos inmobiliarios más rápidamente; el porcentaje restante cruza por terrenos nacionales en posesión y pequeñas propiedades que se encuentran entre la población de Xpujil y la Moza, de los cuales aún no se conoce su situación jurídica.

A continuación se enlistan las características propias de cada una:

- Alternativa 1: según las indagatorias en campo, las cuales incluyeron visitas a diversas dependencias, al menos dos ejidos por los que cruza esta alternativa son "conflictivos" (Laguna Om y Juan Sarabia). Esto hace suponer que se incrementarían los costos por el pago de Bienes Distintos de la Tierra (BDT's) debido que estos predios son áreas con vegetación natural conservada situados entre las poblaciones de Xpujil y Nicolás Bravo, por lo que habría que pagar el costo del arbolado consistente en especies comercialmente aprovechables (maderas preciosas o tropicales).
- Alternativa 2: esta opción afectaría más terrenos con actividad agropecuaria, lo que disminuiría el costo total de pagos por afectaciones a los BDT's. Las zonas





MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

de cultivo de caña de azúcar en terrenos de uso común que se afectarían están cerca de la orilla de la carretera, poblaciones y servicios (tramo Nicolás Bravo - Xul Ha), lo que podría ocasionar un conflicto con los ejidatarios al momento de conciliar los montos indemnizatorios respecto al precio por metro cuadrado por la pérdida de productividad en el derecho de vía.

- Alternativa 3: la trayectoria cruzaría por el ejido Caobas, con el cual se vislumbra podrían presentarse conflictivos. Esto incrementaría los costos por el pago de BDT's debido que se atravesaría por predios con vegetación natural conservada entre las poblaciones de Xpujil y Nicolás Bravo, por lo que habría que pagar el costo del arbolado consistente en especies comercialmente aprovechables (maderas preciosas o tropicales) comercialmente aprovechables.

**Aspecto económico**

Se determinó el presupuesto estimado de cada alternativa (**Tabla II.1.**) tomando en cuenta los aspectos antes mencionados así como la inversión física y se obtuvieron los siguientes resultados:

**Tabla II.1 Presupuesto estimado por alternativas**

Alternativa	Monto inversión física	Monto de actividades previas	Monto total evaluación
1	\$ 266'576,491.00	\$ 68'481,016.28	\$ 335,057,507.28
2	\$ 275'572,642.80	\$ 51'167,446.17	\$ 326,740,088.97
3	\$ 284'304,201.90	\$ 63'024,858.65	\$ 347,329,060.55

A continuación se incluye la evaluación cuantitativa para cada una de las alternativas contempladas inicialmente para el proyecto. La evaluación se realizó asignando valores ponderados y el resultado final se plasmó en una matriz de evaluación:



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

**Tabla II.2 Criterios técnicos considerados para el análisis y evaluación de alternativas de trayectoria realizados para la LT. Xpujil – Xul Ha.**

Concepto	Puntos	Alternativa de proyecto		
		1	2	3
<b>I. Longitud</b>	<b>25</b>	<b>15</b>	<b>7</b>	<b>3</b>
Longitud opción 1 (menor)	15	15		
Longitud opción 2 (intermedia)	7		7	
Longitud opción 3 (mayor)	3			3
<b>II. Tipo de estructuras por longitud</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	
Longitud torres de acero	5	5	5	5
Longitud postes de acero	3			
Longitud cable subterráneo	2			
<b>III. Número de puntos por inflexión</b>	<b>15</b>	<b>10</b>	<b>3</b>	<b>3</b>
Menor	10	10		
Intermedia	3		3	3
Mayor	2			
<b>IV. Topografía del terreno</b>	<b>10</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>
Plana	5			
Lomerío	3	3	3	3
Montañoso	2	2	2	2
<b>V. Cruzamiento con líneas de transmisión</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
Nulo (cero)	3			
Medio (1 a 3)	2	2	2	2
Alto (mayor de 3)	1			
<b>VI. Cruzamiento de ríos o cuerpos de agua relevantes</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>
Nulo (cero)	3	3	3	3
Medio (1 a 3)	2			
Alto (mayor de 3)	1			
<b>VII. Cruzamiento con carreteras estatales, federales, autopistas, ferrocarriles, canales y superficies de aproximación</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
Nulo (cero)	3			
Medio (1 a 5)	2	2	2	2
Alto (mayor de 5)	1			
<b>VIII. Cercanía caminos y carreteras</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>2</b>
A menos de 0.5 km	3		3	



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

**Tabla II.2 Criterios técnicos considerados para el análisis y evaluación de alternativas de trayectoria realizados para la LT. Xpujil – Xul Ha.**

Concepto	Puntos	Alternativa de proyecto		
		1	2	3
Entre 0.6 y 1.0 km	2			2
Entre 1.1 y 2.0 km	1	1		
<b>IX. Cercanía a zonas urbanas y poblados</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>5</b>
A menos de 0.5 km	2			
Entre 0.6 y 1.0 km	3		3	
Entre 1.1 y 2.0 km	5	5		5
<b>X. Cercanía a zonas turísticas o arqueológicas</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
A menos de 1.0 km	1		1	1
Entre 1.0 y 3.0 km	2			
Mayor de 3.0 km	3	3		
<b>Peso de evaluación de aspectos técnicos</b>	100	49	32	29
<b>Puntuación obtenida para evaluación</b>	10%	4.9	3.2	2.9

**Tabla II.3 Criterios ambientales considerados para el análisis y evaluación de alternativas de trayectoria realizados para la LT. Xpujil – Xul Ha.**

Concepto	Punto	Alternativa de proyecto		
		1	2	3
<b>I. Autorización en materia de impacto ambiental</b>	<b>25</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>
Se apega a lo establecido en el art. 6º del reglamento de la LGEEPA.	12			
Se apega a lo establecido en el art. 5º del reglamento de la LGEEPA.	10			
Se apega a lo establecido en el art. 28º del reglamento de la LGEEPA.	3	3	3	3
<b>II. Autorización en materia forestal</b>	<b>25</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>
No requiere de estudio técnico justificativo (no cruza áreas con vegetación forestal)	20			
Requiere de estudio técnico justificativo (cruza áreas con vegetación forestal)	5	5	5	5
<b>III. Cruce del trazo por áreas naturales protegidas (federales, estatales o municipales)</b>	<b>20</b>	<b>7</b>	<b>10</b>	<b>7</b>



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

No cruza por ANP's	10		10	
Cruza por áreas de conservación	7	7		7
Cruza por ANP's	3			
<b>IV. Estado de conservación de la vegetación</b>	<b>20</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>1</b>
Vegetación secundaria en proceso de degradación	10			
Vegetación secundaria en proceso de recuperación o en buen estado de conservación	6			
Vegetación primaria en proceso de degradación	3		3	
Vegetación primaria en proceso de recuperación o en buen estado de conservación	1	1		1
<b>V. Afectación paisajística (capacidad de absorción visual)</b>	<b>10</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>3</b>
Baja	6			
Moderada	3	3		3
Alta	1		1	
<b>Peso de evaluación de aspectos ambientales</b>	<b>100</b>	<b>19</b>	<b>22</b>	<b>19</b>
<b>Puntuación obtenida para evaluación</b>	<b>20%</b>	<b>3.8</b>	<b>4.4</b>	<b>3.8</b>

**Tabla II.4 Criterios sociales considerados para el análisis y evaluación de alternativas de trayectoria realizados para la LT. Xpujil – Xul Ha.**

Concepto	Punto	Alternativa de proyecto		
		1	2	3
<b>I. Cercanía con asentamientos irregulares y grupos con intereses</b>	<b>50</b>	<b>25</b>	<b>10</b>	<b>15</b>
A menos de 1 km	10		10	
Entre 1 y 3 km	15			15
Mayor de 3 km	25	25		
<b>II. Difusión</b>	<b>20</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>
Requiere campaña de difusión	5			
No requiere campaña de difusión	15	15	15	15
<b>III. Número de predios por alternativa</b>	<b>30</b>	<b>5</b>	<b>15</b>	<b>10</b>
Densidad de predios alta	5	5		
Densidad de predios media	10			10
Densidad de predios baja	15		15	



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

**Tabla II.4 Criterios sociales considerados para el análisis y evaluación de alternativas de trayectoria realizados para la LT. Xpujil – Xul Ha.**

Concepto	Punto	Alternativa de proyecto		
		1	2	3
Peso de evaluación de aspectos sociales	100	45	40	40
Puntuación obtenida para evaluación	20%	9	8	8

**Tabla II.5 Criterios económicos considerados para el análisis y evaluación de alternativas de trayectoria realizados para la LT. Xpujil – Xul Ha**

Concepto	Alternativa de proyecto		
	1	2	3
	Miles de pesos		
<b>I. Costo estimado inversión física</b>	<b>\$266,576.49</b>	<b>\$275,572.64</b>	<b>\$284,304.20</b>
Kilómetro-línea torres de acero	\$262,899.31	\$271,895.46	\$280,627.02
Kilómetro-línea postes de acero	\$3,677.18	\$3,677.18	\$3,677.18
Kilómetro-línea cable subterráneo (otros)	\$0.00	\$0.00	\$0.00
<b>II. Costo estimado actividades previas</b>	<b>\$68,481.02</b>	<b>\$51,167.45</b>	<b>\$63,024.86</b>
Monto adquisición de derechos inmobiliarios	\$43,940.58	\$29,429.84	\$37,584.09
Monto servidumbre de paso LT's operación	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Monto fondo forestal	\$2,652.85	\$1,802.47	\$2,639.49
Monto otros (gestión preliminar)	\$8,275.19	\$8,560.06	\$8,825.58
<b>Subtotal: Inversión física</b>	<b>\$266,576.49</b>	<b>\$275,572.64</b>	<b>\$284,304.20</b>
<b>Subtotal actividades previas</b>	<b>\$68,481.02</b>	<b>\$51,167.45</b>	<b>\$63,024.86</b>
<b>Monto de evaluación económica Total</b>	<b>\$335,057.51</b>	<b>\$326,749.09</b>	<b>\$347,329.06</b>
<b>Puntuación obtenida para evaluación</b>	<b>0.49</b>	<b>0.50</b>	<b>0.47</b>

**Nota:**

Asignación de puntaje económico de alternativas

Alternativa con menor costo 1 1/1 x 50%

Alternativa con segundo menor costo 2 1/2 x 50%

Alternativa con tercer menor costo 3 1/3 x 50%

*n* 1/*n* x 50

Puntaje máximo económica a asignar para evaluación 50%



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

**Tabla II.6 Criterios económicos considerados para el análisis y evaluación de alternativas de trayectoria realizados para la LT. Xpujil – Xul Ha**

Alternativa	Monto de inversión física	Monto actividades previas	Monto total de evaluación	Aspectos económicos	Aspectos técnicos	Aspectos ambientales	Aspectos sociales	Peso evaluación	Posición
1	\$266,576.49	\$68,481.02	\$335,057.51	0.49	4.9	3.8	9.0	18.2	1
2	\$275,572.64	\$51,167.45	\$326,740.09	0.50	3.2	4.4	8.0	16.1	2
3	\$284,304.20	\$63,024.86	\$347,329.06	0.47	2.9	3.8	8.0	15.2	3



## ***Conclusiones del análisis y evaluación de las diferentes alternativas de trayectoria***

De acuerdo con el resultado obtenido en la matriz de evaluación de las trayectorias, la alternativa número 1 sería la más factible; sin embargo, el formato presentado en la **Tabla II.2.** Criterios técnicos considerados para el análisis y evaluación de alternativas de trayectoria realizados para la LT. Xpujil – Xul Ha, sólo contempla someramente los aspectos arqueológicos como un factor determinante en la evaluación de la trayectoria, puesto que sólo se considera la cercanía de las alternativas con alguna zona arqueológica, sin considerar el número de zonas de este tipo cercanas al trazo ni su relevancia y/o tamaño.

En el caso del proyecto LT. Xpujil – Xul Ha, considerando la gran cantidad de vestigios arqueológicos registrados por el INAH dentro del área de influencia del proyecto, aunado a aquellos que se identifiquen durante la verificación física del trazo de la trayectoria (no registrados), se anticipa que la gestión de la factibilidad arqueológica sería de gran complejidad y costo.

Con base en lo anterior, y tomando en cuenta las recomendaciones del Centro INAH Quintana Roo derivadas de la inspección en campo respecto a las diferentes alternativas propuestas, la número 2 es la que presenta una mayor factibilidad arqueológica debido a que ya están identificados la mayoría de los sitios arqueológicos cercanos, mismos que se ubican en zonas afectadas por actividades antropogénicas, situación contraria a lo que sucede en las otras alternativas. Como puede apreciarse, si bien, la evaluación cuantitativa resulta una herramienta útil, sólo la evaluación cualitativa puede aportar datos determinantes que no resultan obvios al ojo inexperto.

Considerando lo anteriormente mencionado, se eligió la alternativa número 2 como la más viable para el desarrollo de las actividades previas y constructivas del proyecto, tomando en cuenta las descripciones y recomendaciones arqueológicas antes mencionadas. Dicha trayectoria es para la que se solicita la AMIA a la Dirección





General de Impacto y Riesgo Ambiental (DGIRA) de la SEMARNAT.

### II.1.3. Ubicación del proyecto

La trayectoria planteada para el proyecto comienza en la torre 455 de la LT. Escárcega Potencia - Xpujil, infraestructura existente actualmente en operación, corriendo hacia el este hasta llegar al P.I. 7, a partir del cual la línea gira hacia el este nuevamente y sigue una trayectoria cercana, paralela en varios tramos, a la Carretera Federal No. 186, Villahermosa - Chetumal en su tramo que corre desde la localidad de Xpujil en el Estado de Campeche hasta Xul Ha en el Estado de Quintana Roo hasta llegar a la SE. Xul Ha, instalación que se encuentra en funcionamiento.

Para mayor referencia, a continuación se presentan las coordenadas UTM del proyecto:

**Tabla II.7 Coordenadas UTM del Proyecto LT. Xpujil-Xul Ha**

P.I.	X	Y	P.I.	X	Y
TA-455	246461.68	2050817.91	7	328134.89	2045021.43
1	247122.79	2050613.54	8	335771.57	2046196.06
1A	248,152.75	2,049,904.14	9	336069.05	2046734.98
1B	248,737.24	2,048,871.97	10	341525.35	2047576.36
1C	249,647.50	2,048,874.61	11	344621.34	2049628.17
2	252063.67	2047210.43	12	345307.50	2049824.37
3	252244.87	2046840.00	13	345573.87	2050401.85
4	296492.14	2040296.41	14	345578.33	2051202.37
5	310511.31	2043951.64	MB1	345361.45	2051202.37
6	323271.84	2043994.26			

En el **Anexo II.1**, se incluye el **Plano de Localización General** de la Línea de Transmisión, donde se observan los puntos de inflexión de la Línea de Transmisión.



## II.1.4. Inversión requerida

El monto total estimado que se requeriría para la construcción del proyecto es del orden de:

**\$326,740,088.97**

*(Trescientos veintiséis millones setecientos cuarenta mil ochenta y ocho pesos 97/100 M.N.)*

En la siguiente tabla se presenta el desglose de los costos.

**Tabla II.8 Montos estimados para la construcción de la LT. Xpujil - Xul Ha**

Concepto	Pesos	Dólares
Construcción	275,572,642.80	21,026,192.64
Indemnizaciones	34,188,062.50	2,608,549.17
Medidas mitigación y compensación	16,979,383.67	1,295,527.97
<b>Total</b>	<b>326,740,088.97</b>	<b>24,930,268.78</b>

**Notas:** El costo del manejo, traslado y disposición de residuos no peligrosos; del manejo, el control de emisión de contaminantes a la atmósfera; la concientización del personal que labore en la obra; la tala y poda selectiva (manejo de vegetación) y todas las demás actividades de mitigación de impactos durante la construcción, se consideran dentro de los costos de construcción. El valor del dólar se cotizó en 13.11 (13.1061599) pesos de acuerdo al tipo de cambio vigente a abril de 2014.

## II.1.5. Dimensiones del proyecto

La superficie total requerida para la realización de todas las obras que conforman el proyecto es de 271.11 ha, considerando una longitud de 104,276 m y un ancho de derecho de vía de 26 m. Los detalles de cómo se utilizaría la superficie requerida se presenta en las **Tabla II.9 y II.10**.



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

**Tabla II.9 Cálculo de superficie que requiere la construcción, operación y mantenimiento de la LT. Xpujil – Xul Ha.**

Concepto		Cant	Cálculos				Total (m <sup>2</sup> )	
A	Derecho de vía	1	Longitud de D.V. (m)	x	Ancho del D.V. (m)		2,711,176	
			104,276.00 m		26.00 m			
			2,711,176m <sup>2</sup>					
B	Brecha de maniobra y patrullaje	1	Longitud de D.V. (m)	x	Ancho de camino (m)		417,104	
			104,276.00 m		4.00 m			
			417,104.00 m <sup>2</sup>					
C	Área de maniobras para hincado y armado de estructuras	260	Área de maniobras	-	Superficie de la base (con camino)	-	Parte de la brecha de maniobra y patrullaje	98,800
			(26.00 x 26.00 m) = 676.00 m <sup>2</sup>		(16.00 x 16.00 m) = 256.00 m <sup>2</sup>		(10.00 x 4.00 m) = 40.00 m <sup>2</sup>	
			676.00 m <sup>2</sup> - 256.00 m <sup>2</sup> - 40.00 m <sup>2</sup> = 380 m <sup>2</sup>					
D	Área de la base de la estructura	260	Superficie de la base	-	Parte de la brecha de maniobra y patrullaje		49,920	
			(16.00 m x 16.00 m)		(16.00 m x 4.00 m)			
			256.00 m <sup>2</sup> - 64.00 m <sup>2</sup> = 192 m <sup>2</sup>					
E	Plataforma de tendido y tensionado de cable de guarda y conductor (con brecha de maniobra y patrullaje)	21	Plataforma de Tendido		Parte de la brecha de maniobra y patrullaje		12,012	
			(26.00 m x 26.00 m)		(26.00 m x 4.00 m)			
			676.00 m <sup>2</sup> - 104.00 m <sup>2</sup> = 572.00 m <sup>2</sup>					
F	Área de tala manual selectiva y dejando tocón de 60 cm	1	Longitud de D.V.	x	Ancho de la franja	-	Parte de las áreas de maniobras de construcción y plataformas de tendido	2,133,340
			104,276.00		2 x 11 = 22		(22 x 26) x 281	
			(104,276 x 22.00) - (160,732.00) = 2,133,340					



**Tabla II.10 Superficie que requiere la construcción, operación y mantenimiento de la LT. Xpujil – Xul Ha**

Concepto de Afectación		Superficie requerida (m <sup>2</sup> ) por tipo de afectación	
		Temporal	Permanente
B	Brecha de maniobra y patrullaje	--	417,104
C	Área de maniobras hincado y armado de estructuras	98,800	--
D	Área de la base de la estructura	--	49,920
E	Plataforma de tendido y tensionado de cable de guarda y conductor (con brecha de maniobra y patrullaje)	12,012	--
F	Área de tala selectiva dejando tocones de 60 cm	--	2,133,340
<b>Subtotal</b>		<b>110,812</b>	<b>2,600,364</b>
<b>Derecho de Vía Total (A)</b>		<b>2,711,176</b>	

### II.1.5.1 Situación legal del o los sitios del proyecto y tipo de propiedad

La trayectoria de la LT. Xpujil – Xul Ha afecta terrenos particulares, pero la mayor superficie del derecho de vía se ubicaría en los ejidos que se señalan en la Tabla II.11. Para la realización del proyecto, se gestionarán de manera previa a su construcción las anuencias para la construcción de la obra. Para obtener la ocupación legal de la franja inmobiliaria de los predios que se utilizarán para la instalación del derecho de vía del proyecto, se aplicará el instrumento jurídico que corresponda.



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

**Tabla II.11 Situación legal del o los sitios del proyecto y tipo de propiedad**

Cadenamiento		DISTANCIA (m)	SUPERFICIE (ha)	Geopolítica			
DE	A			Estado	Municipio	Localidad	Régimen de Propiedad
0 + 000	6 + 895	6,894.7	17.925	Campeche	Calakmul	Xpujil	Privado
6 + 895	7 + 016	120.8	0.314	Campeche	Calakmul	Xpujil	Privado
7 + 016	9 + 778	2,762.4	7.182	Campeche	Calakmul	Xpujil	Privado
9 + 778	12 + 787	3,008.8	7.823	Campeche	Calakmul	Xpujil	Privado
12 + 787	12 + 799	12.1	0.031	Campeche	Calakmul	Xpujil	Privado
12 + 799	13 + 303	504.0	1.310	Campeche	Calakmul	Xpujil	Privado
13 + 303	14 + 136	833.1	2.166	Campeche	Calakmul	Xpujil	Privado
14 + 136	14 + 235	99.1	0.258	Campeche	Calakmul	Xpujil	Privado
14 + 235	14 + 737	502.3	1.306	Campeche	Calakmul	Xpujil	Privado
14 + 737	16 + 229	1,491.1	3.877	Campeche	Calakmul	Xpujil	Privado
16 + 229	16 + 756	527.9	1.373	Campeche	Calakmul	Xpujil	Privado
16 + 756	17 + 257	500.2	1.301	Campeche	Calakmul	Xpujil	Privado
17 + 257	17 + 740	483.7	1.258	Campeche	Calakmul	Xpujil	Privado
17 + 740	18 + 241	501.0	1.303	Campeche	Calakmul	Xpujil	Privado
18 + 241	20 + 305	2,063.5	5.365	Campeche	Calakmul	Tomás Aznar	Privado
20 + 305	28 + 298	7,992.9	20.782	Campeche	Calakmul	Tomás Aznar	Ejido Tomas Aznar
28 + 298	28 + 321	22.7	0.059	Campeche	Calakmul	Tomás Aznar	Privado



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Cadenamiento		DISTANCIA (m)	SUPERFICIE (ha)	Geopolítica			
DE	A			Estado	Municipio	Localidad	Régimen de Propiedad
28 + 321	58 + 772	30,451.2	79.173	Quintana Roo	Othón P. Blanco	Nicolás Bravo	Ejido Laguna Om
58 + 772	61 + 177	2,405.2	6.253	Quintana Roo	Othón P. Blanco	Francisco Villa	Ejido Allende
61 + 177	75 + 592	14,415.1	37.479	Quintana Roo	Othón P. Blanco	Francisco Villa	Ejido Ramonal
75 + 592	77 + 090	1,497.8	3.894	Quintana Roo	Othón P. Blanco	Nachi Cocom	Privado
77 + 090	82 + 566	5,476.2	14.238	Quintana Roo	Othón P. Blanco	Nachi Cocom	Ejido Palmar
82 + 566	83 + 667	1,100.9	2.862	Quintana Roo	Othón P. Blanco	Nachi Cocom	Privado
83 + 667	88 + 368	4,701.2	12.223	Quintana Roo	Othón P. Blanco	Jesús González Ortega	Ejido Sac Xan
88 + 368	93 + 695	5,327.4	13.850	Quintana Roo	Othón P. Blanco	Sergio Butrón Casas	Ejido Sergio Casa
93 + 695	96 + 060	2,364.3	6.147	Quintana Roo	Othón P. Blanco	Carlos Madrazo	Ejido Sac Xan
96 + 060	96 + 094	34.1	0.089	Quintana Roo	Othón P. Blanco	Ucum	Servidumbre
99 + 094	101 + 006	4,912.1	12.771	Quintana Roo	Othón P. Blanco	Ucum	Ejido Juan Sarabia
101 + 006	104 + 277	3,270.7	8.499	Quintana Roo	Othón P. Blanco	Xul Ha	Ejido Juan Sarabia



### II.1.5.2 Uso actual del suelo en el sitio del proyecto y sus colindancias

El uso de suelo en la franja denominada Derecho de Vía (D.V.) donde se llevarán a cabo el proyecto, fue identificado con base en la cartografía de INEGI Serie V y los trabajos de campo realizados a lo largo de la trayectoria. De igual forma incluye el uso que se le da a los diferentes tipos de suelo como son: los asentamientos humanos, agricultura, pastizales y acahuales siendo estos últimos resultados de las actividades antropogénicas.

De acuerdo con el análisis realizado se observa que la línea de transmisión atravesará principalmente zonas agropecuarias, aproximadamente 147.02 has que representan el 54.23% del Área del Proyecto.

**Tabla II.12 Superficies de usos del suelo y vegetación en el Área del Proyecto**

Usos del suelo	Superficie	
	Has	(%)
Natural (selva baja, mediana subperennifolia y sabana)	114.60	42.27
Modificado (agropecuario)	147.02	54.23
Artificial (infraestructura)	9.49	3.50
Total	271.11	100

La superficie de cobertura vegetal corresponde a un 42.27%, considerando dentro de esta categoría 2 tipos de vegetación en diferentes estados de conservación. (selva baja y selva mediana subperennifolia) y una asociación vegetal (sabana) La cobertura de las actividades antropogénicas, incluyendo áreas agrícolas, pastizales, es del 54.23% del total de superficie del D.V más 3.50% de áreas con infraestructura. En el Capítulo IV se presenta la figura con la distribución de los usos del suelo y vegetación.

#### **Agropecuaria**

El Proyecto LT. Xpujil-Xul Ha atraviesa predominantemente zonas de agricultura de temporal constituidas principalmente por cultivos de caña de azúcar y algunos frutales.





Existe una superficie muy amplia de pastizales cultivados ubicados principalmente en el municipio de Othón Blanco en las inmediaciones de Nicolás Bravo aunque, en general, a lo largo de toda la línea de transmisión existen áreas con pastizales

### ***Cuerpos de agua***

El proyecto LT Xpujil-Xul Ha atravesará dos arroyos: Sorpresa y el Ucum., existen en las inmediaciones del Área del Proyecto cuatro cuerpos de agua: Lagunas: Xul Ha', Om y Chakam bacab y la Aguada La Perla ubicadas a una distancia entre 0.15 y 2.1 km del Área del Proyecto.

### ***Urbanización del área***

En las inmediaciones del Área del Proyecto existen 97 localidades con una población total de 18,702 personas. El área está muy poco urbanizada, predominan las localidades rurales, el 96% de la población se concentra en diez localidades. (INEGI, 2010).

### ***Áreas naturales protegidas***

La LT. Xpujil – Xul Ha no atravesará ningún área natural protegida; sin embargo cruzaría parcialmente por tres Regiones Terrestres prioritarias: 121 Silvituc-Calakmul, 149 Zonas forestales de Quintana Roo, 148 Río Hondo; dos regiones hidrológicas prioritarias: 96 Calakmul y 110 Río Hondo y un Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) No. 197 Corredor Calakmul-Sian Ka'an No. 197. En el Capítulo III se presenta la vinculación del proyecto con estas áreas prioritarias y los planos correspondientes.

## **II.2. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO**

### **II.2.1 Descripción de las obras y actividades**

El proyecto LT. Xpujil - Xul Ha posee las siguientes características: dos circuitos, uno de los cuales operaría a una tensión nominal de 230 kilovoltios, mientras que el otro funcionaría en 115 kV, cable conductor de aluminio con alma de acero galvanizado calibre 1113, longitud aproximada de 104.276 kilómetros, en su trayectoria, la línea



de transmisión estaría soportada por torres de acero estructural galvanizado con cimentaciones de concreto armado (ancladas en roca, zapatas aisladas, pilas o pilotes) siendo que los dos circuitos mencionados correrán en la misma trayectoria y compartirán estructuras.

**Tabla II.13 Características particulares de la LT. Xpujil – Xul Ha**

Tipo de Infraestructura	Característica Técnica
Capacidad de transmisión de la línea (voltaje)	Un circuito en 230 kV y un circuito en 115 kV
Número de circuitos	Dos circuitos (comparten trayectoria y estructuras de soporte).
Longitud de la línea	Longitud total de 104.276 kilómetros.
Ancho del derecho de vía	26 metros
Cable conductor (tipo)	1113 ACSR de aluminio con cableado concéntrico y núcleo de acero con recubrimiento de aluminio soldado
Cable de guarda (tipo)	Cable 7 # 8, CGFO (cable de guarda con fibra óptica)
Aislador (tipo)	Cadenas de aislador de vidrio normal con manguito de Zinc, de 16 aisladores en torres de tensión y 14 en torres de suspensión.
Estructuras de soporte (tipos)	Torres de acero autosoportadas con capacidad de instalación de dos circuitos
Número aproximado de estructuras	260
Tipo de cimentación	Las cimentaciones de las torres de acero estructural que se consideran para esta línea serán de concreto armado y podrán ser de los siguientes tipos: ancladas a roca, zapata aislada, pilotes y/o pilas; el uso de cada uno de ellas estará en función de las condiciones particulares del sitio donde se instale la estructura, pudiendo usarse más de un tipo en una sola estructura.
Sistema de Tierra	Antenas de cable tipo copperweld, con contra-antenas hincadas a 3 metros de profundidad en el suelo y separadas entre sí por un mínimo de 6 metros de distancia, la longitud de la antena será de 15 metros y no saldrá del derecho de vía de la línea.



Tipo de Infraestructura	Característica Técnica
Manejo de la vegetación dentro del derecho de vía	<p>El manejo de la vegetación se determinará de acuerdo a las actividades de construcción que se realizan dentro de la longitud y ancho del derecho de vía, pero de manera genérica se consideran las siguientes:</p> <p><b>Brecha de maniobra y patrullaje:</b> en una franja de 4 m de ancho a lo largo de la trayectoria de la línea de transmisión se realizará el desmonte a matarrasa y despalme con maquinaria pesada, preferentemente al centro del derecho de vía, esta brecha será utilizada como camino de acceso para el transporte de vehículos, personal y maquinaria pesada, para llegar a las áreas de hincado y de tensado de cable de guarda y conductor, dentro de esta franja se eliminará la vegetación de manera permanente.</p> <p><b>Área para hincado y armado de estructuras:</b> para el hincado y armado de las estructuras, se requiere de áreas de 26 x 26 m para cada estructura (300 torres), estas áreas se habilitan mediante desmonte-despalme a matarrasa. En cada una de estas superficies está incluida el área de 16 m x 16 m que ocupará permanentemente la base de cada una de las estructuras (cimentaciones). El área restante será de uso temporal para las maniobras del armado de torres.</p> <p><b>Plataforma de tendido y tensado de cables conductores y de guarda:</b> son áreas de 26 x 26 m que se habilitan mediante desmonte-despalme a matarrasa, en estas plataformas se ubicarán los equipos para la colocación de los cables (devanadora y tensionadora), así como los carretes de dichos cables. Las plataformas estarán ubicadas a una distancia aproximada de 5 kilómetros una de otra, por lo que en el caso de este proyecto, dada su longitud se requiere habilitar aproximadamente 21 áreas de tendido.</p> <p><b>Área de tala selectiva:</b> con el objeto de minimizar daños a la vegetación en el resto del área que comprende el derecho de vía, se realizará desmonte selectivo, mediante uso de equipo manual-mecánico, derribando únicamente la vegetación que por su altura mayor de 3 metros pudiera interferir con la construcción y operación de la obra y dejando tocones de 60 cm de altura.</p> <p><b>Sistemas de tierra:</b> Se considera el desmonte temporal de 15 m x 2m en cada pata de la torre, para la colocación de varillas que servirá como sistema de tierra: este proceso se hará en cada torre colocada y el desmonte no rebasará el derecho de vía.</p>
Caminos de acceso	<p>Se considera camino de acceso a aquellos que se construyen fuera del derecho de vía de la línea de transmisión. Para este proyecto serán utilizados las carreteras, caminos y brechas existentes a lo largo de los 104.276 km que tendría la línea de transmisión, y que se encuentren conectados a la carretera federal 186 en su tramo que une las localidades de Xpujil y Xul Ha.</p> <p>Esto con la finalidad de no abrir más espacios en la vegetación existente.</p> <p>En el plano incluido en el <b>Anexo II.1</b>, se ubican todas las vías de comunicación que confluyen en la línea del proyecto. El presente</p>

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Tipo de Infraestructura	Característica Técnica
	estudio no incluye ningún tipo de apertura de camino o brecha.

En la **Tabla II.13** se describen las obras y actividades a realizar por la puesta en marcha del proyecto LT. Xpujil - Xul Ha.

Con base en las actividades mencionadas en la **Tabla II.13**, sobre el manejo de la vegetación en el derecho de vía, se muestran las superficies totales requeridas para la construcción, operación y mantenimiento de la LT. Xpujil - Xul Ha en las **Tablas II.9** y **II.10**. El manejo de la vegetación dentro del derecho de vía se esquematiza en las Figuras **II.3** y **II.4**.

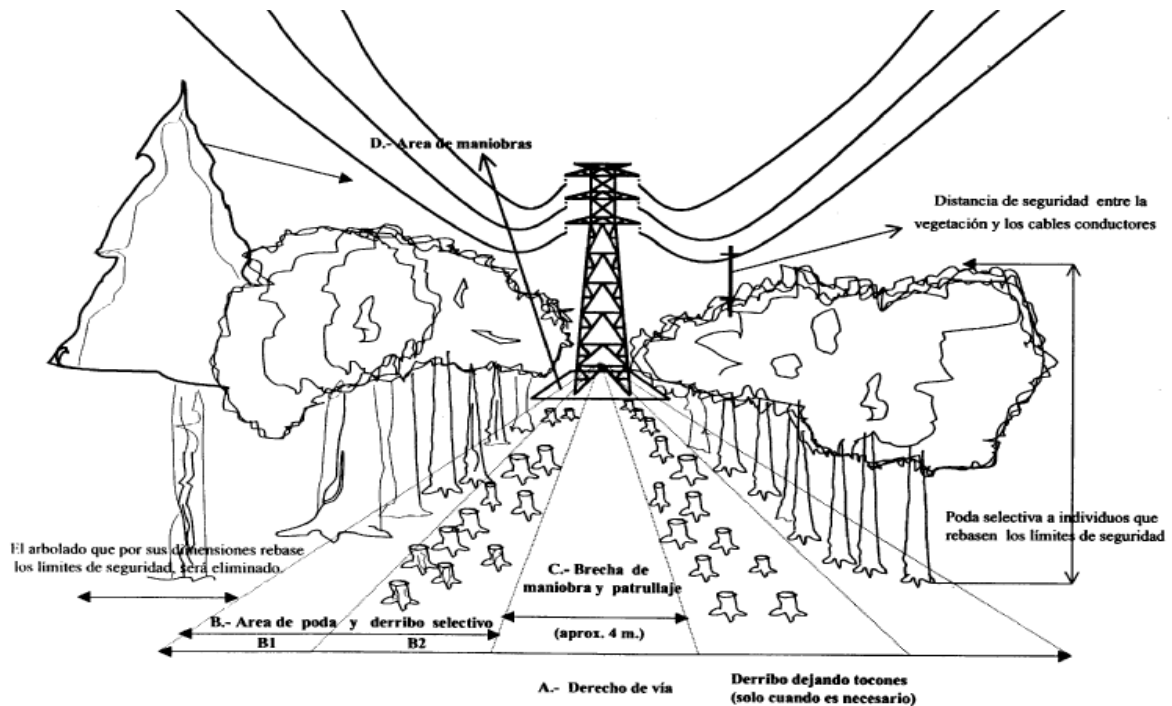
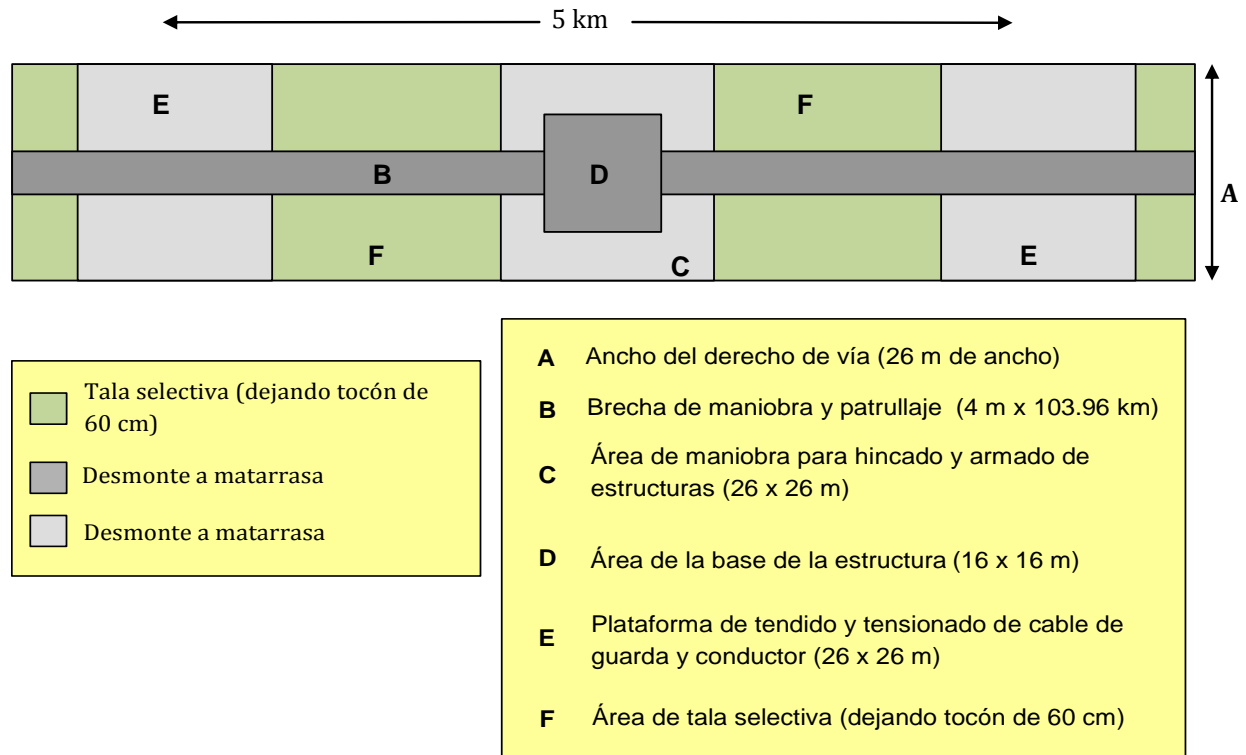


Figura II.2 Perfil de manejo de vegetación en el derecho de vía de la LT. Xpujil – Xul Ha



**Figura II.3 Manejo de la vegetación dentro del derecho de vía de la LT. Xpujil – Xul Ha**

### II.2.1.1 Programa general de trabajo

El programa de trabajo tiene por objeto precisar las actividades a realizar y los períodos de tiempo en que se llevarían a cabo cada una de éstas, con lo cual se pretende optimizar recursos, mejorando rendimientos que permitan medir el avance y valorizar actividades, previendo de esta manera, necesidades de materiales, equipos y recursos económicos.

El programa de construcción proyecto, se plantea en la **Tabla II.14**.





MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Actividades		Mes																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Colado de concreto en cimentaciones	P																		
Relleno y compactado de cimentaciones	P																		
	R																		
<b>Construcción –Obra Electromecánica</b>																			
Armado, nivelado y montaje de estructuras	P																		
	R																		
Vestido de estructuras	P																		
	R																		
Tendido de cable de guarda y conductor	P																		
	R																		
Colocación de sistemas de tierra	P																		
	R																		
Pruebas y puesta en servicio	P																		
	R																		
Operación y mantenimiento	P	Programada partir del término de la construcción																	
	R																		





## **II.2.2. Preparación del sitio**

A continuación se describen las principales actividades que comprenden la preparación del sitio para el desarrollo del proyecto.

### **II.2.2.1 Desmontes y despalmes**

Dentro de la franja de terreno que comprenderá el derecho de vía de la LT. Xpujil – Xul Ha se realizará el desmonte de vegetación.

### **II.2.2.2 Apertura de brecha de maniobra y patrullaje**

Esta actividad involucra el desmonte-despalme a matarrasa, el cual se realizará con maquinaria pesada en una franja de 4 m de ancho a lo largo de las trayectorias de las líneas de transmisión, preferentemente al centro del derecho de vía, la cual será utilizada como camino de acceso para el transporte de vehículos, personal y maquinaria pesada, para llegar a las áreas de hincado y de tensado de cable guarda y conductor, dentro de esta franja se eliminará la vegetación de manera permanente.

### **II.2.2.3Habilitación de área para hincado y armado de estructuras**

Para la cimentación y el armado de cada una de las estructuras de la LT. Xpujil – Xul Ha, se requiere habilitar a matarrasa un área de 26 x 26 metros, las cuales se ubicarían a una distancia promedio de 350 metros entre ellas. Considerando que la longitud de esta línea es de 104.276 kilómetros, y puede haber variaciones en el terreno para la instalación de las torres, se estima que se colocaran 260 estructuras.

### **II.2.2.4Habilitación de área de tendido y tensado de cables de guarda y conductor**

La instalación de la LT. Xpujil – Xul Ha requiere de plataformas de tendido y tensado de los cables de guarda y conductor, con un perímetro de 26 x 26 metros y colocadas a una distancia de 5 km, una de otra. Por lo que se habilitarían un total de 21 plataformas para este fin. Estas áreas se habilitarán mediante desmonte-despalme a matarrasa temporal y son necesarias para colocar los equipos que se utilizan en el tendido de los cables conductores y de guarda (devanadora y



tensionadora), así como los carretes de dichos cables.

### **II.2.2.5 Desmonte en áreas de poda y tala selectiva**

Con el objeto de minimizar los daños sobre la vegetación, en el resto del derecho de vía de estas líneas, el desmonte se realizará manualmente mediante el uso de herramientas tales como hachas, machetes y motosierras, el derribo del arbolado se realizará en forma direccional, sobre el derecho de vía y hacia el sentido de la trayectoria, dejando tocones (60 cm). El desmonte obedecerá a la altura de la vegetación, realizándolo en forma selectiva, es decir, se derribará únicamente la vegetación que por su altura mayor de 3 metros pudiera interferir con el límite de seguridad de la línea (una distancia mínima de cinco metros entre el cable conductor más bajo y el dosel de la vegetación). De igual manera, se realizaría la poda en árboles que estén fuera del derecho de vía, pero solo en aquellos casos extraordinarios en los que por su altura pudieran poner en riesgo la operación de la línea si cayeran hacia los cables conductores. El producto del desmonte quedará a disposición de los dueños de los predios, los cuales deberán de realizar los trámites necesarios para el aprovechamiento de los mismos. El material como follajes y ramas con diámetros menores a 15 cm se picarán con maquinaria especial y se esparcirán sobre el mismo derecho de vía a fin de que pueda reincorporarse al suelo a través del proceso natural de descomposición.

### **II.2.2.6 Extracción de tierra para cimentación de torres.**

Dentro de las actividades a desarrollar, como parte de la colocación de línea de transmisión, se encuentra la excavación para la cimentación de las torres, por la que se extraerá cierto volumen de tierra. Cabe mencionar que todo el material de excavación que pueda ser usado (se excluyen las rocas mayores a 10 centímetros) se utilizará para el relleno de la misma excavación de donde sea extraído, posteriormente a la construcción de la cimentación.



### II.2.2.7 Caminos de acceso

Se considera camino de acceso a los que se construyen fuera del derecho de vía de la línea de transmisión.

Para el caso del proyecto que nos atañe, se utilizarían solamente los caminos que se encuentran presentes en la zona y que conecten con la Carretera Federal No.186 Villahermosa – Chetumal, en su tramo Xpujil – Xul Ha. En todo caso, sólo se realizaría la rehabilitación de caminos como en el caso de vías rurales.

### II.2.3. Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto

A continuación se describen el desarrollo de las obras provisionales y asociadas al proyecto.

**Tabla II.15 Obras y actividades provisionales y asociadas al proyecto**

Tipo de obra	Observaciones
Caminos de acceso	Se ha considerado el uso de caminos, brechas y carreteras existentes para el acceso a los sitios de construcción de las torres de la LT. Xpujil – Xul Ha o bien, en todo caso, se rehabilitaran caminos existentes (V.g. caminos rurales). No se realizará la apertura de caminos de acceso nuevos.
Almacenes, bodegas, talleres y campamentos	<p>No se instalarán almacenes, bodegas y/o talleres dentro del derecho de vía de la línea de transmisión. Para el desarrollo de este tipo de obras se utilizará la infraestructura existe que se ubique las localidades cercanas al sitio de construcción del proyecto, de donde serían responsable transportarlos hasta donde serían instalados.</p> <p>Los almacenes cumplirán con la función del movimiento y almacenamiento del material, maquinaria y equipo de obra, además se contemplan actividades dentro de estos, tales como el armado de manera parcial de la cimbra para cimentación y estructuras de las torres. Por otra parte, la mayoría de los trabajadores (ayudantes generales, chóferes, cabos, carpinteros y albañiles) serán contratados preferentemente en poblaciones cercanas al sitio de construcción, por lo que para estos trabajadores no se requerirá campamentos.</p> <p>Sólo para los trabajos que requieran personal calificado (topógrafos, residentes, montadores de estructuras, operadores de maquinaria pesada), se contrata personal que no originario de la zona requeriría rentar viviendas en las poblaciones que se encuentren cerca de los frentes de trabajo, es decir, pueden cambiar de lugar de vivienda en más de una ocasión durante la construcción del proyecto.</p>



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

**Tabla II.15 Obras y actividades provisionales y asociadas al proyecto**

Tipo de obra	Observaciones
Instalaciones sanitarias	Durante la construcción del conjunto de obras objeto del presente estudio, se instalarán letrinas provisionales (portátiles) en los frentes de trabajo, las cuales recibirán mantenimiento periódico. Para tal servicio se contratará a una empresa debidamente autorizada para ello, incluyendo la disposición de las aguas residuales que se generen.
Bancos de material	No se considera necesaria la apertura de nuevos bancos de material pétreo para obtener el material de préstamo que pueda requerirse para la construcción de los proyectos, por lo que se vigilará que la compañía adjudicataria del contrato para la ejecución de las obras sea responsable de seleccionar el banco o bancos de material existentes, en los que se adquiera este tipo de material.  Para dar cumplimiento a esta consideración, se establecerá en el contenido del contrato que la compañía adjudicataria del proyecto deberá presentar copia de los comprobantes de adquisición de este tipo de materiales, los cuales deberán de obtenerse de casas comerciales debidamente establecidas y con las autorizaciones correspondientes (permisos para materiales en bancos con permisos de explotación expedidos por la autoridad competente).
Sitios para la disposición de residuos	Los residuos que se generen durante la construcción de las obras serán colectados en forma periódica, y almacenados temporalmente en el área del proyecto, para posteriormente ser trasladados a los sitios que las autoridades municipales designen. Igual disposición tendrán los residuos generados en las instalaciones administrativas, campamentos y almacenes.

### II.2.3.1 Vías de acceso al área donde se desarrollarán las obras o actividades

En la etapa de selección del sitio para el proyecto, las vías de acceso son de gran importancia pues además de facilitar la construcción de la obra y la supervisión, facilitará su operación y mantenimiento. Las principales vías identificadas en planos y en recorridos en campo que servirán de acceso al área del proyecto. En la **Tabla II.17** se hace una descripción de estos caminos, por otro lado, la **Figura II.4** muestra los caminos, carreteras, brechas y terracerías que se encuentran circundantes a la trayectoria de la línea de transmisión.



**Tabla II.16 Principales caminos de acceso al área de estudio**

Tipo	Nombre
Carretera pavimentada	Carretera Federal No. 186 Villahermosa – Chetumal, la cual corre más o menos paralela a la trayectoria propuesta para el proyecto. Esta vía sería utilizada en su tramo que va de Xpujil a Xul Ha.
Caminos rurales	Intersección de caminos de terracería existentes, con la trayectoria de la línea de transmisión. Este tipo de caminos son comunes y son usados en su mayoría para acceso a pequeños ranchos, así como rodadas de camión usadas para extracción materiales.

No se abrirán caminos adicionales a los existentes a lo largo de la trayectoria del proyecto. En todo caso, sólo se rehabilitarían caminos existentes.

### II.2.3.2 Descripción de servicios requeridos

#### ***Agua potable***

Para la etapa de preparación del sitio de la línea de transmisión, se utilizará agua purificada de garrafón para el consumo del personal, la cual se adquirirá en establecimientos comerciales. El consumo se estima de 3 lt por individuo en una jornada de ocho horas, por lo que la cantidad total requerida estará en función del número de trabajadores.

Para la adquisición de agua cruda para la construcción del proyecto se realizará la contratación del servicio de provisión y transportación de este insumo. El agua sería transportada al área de construcción en camiones pipa y se obtendría de los sitios que cuenten con la concesión de aprovechamiento correspondiente, o bien, de lugares que las autoridades municipales indicasen, previa consulta.

Sin embargo, cabe mencionar que la cantidad requerida de este sería mínima, ya que se utilizaría cemento premezclado, el cual no requiere del recurso para su preparación, lo cual disminuiría significativamente la necesidad del insumo.



### ***Hospedaje***

En la construcción de la obra, la mayor parte del personal que se contrate será preferentemente de las localidades más cercanas, cuando por las necesidades del tipo de actividad se requiera de personal calificado (topógrafos, ingenieros, etc.) en la región existen los servicios de hospedaje.

### ***Alimentación***

Para el personal que no sea de la región, en las poblaciones cercanas existen establecimientos que prestan el servicio de alimentación.

### ***Combustible***

El combustible (gasolina y diésel) para consumo de los vehículos y maquinaria que se utilicen durante las actividades de preparación del sitio y construcción del proyecto, se adquirirá de las gasolineras más cercanas a las áreas de trabajo, realizando la carga directa de los vehículos, evitando así almacenarlo en algún área.





MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

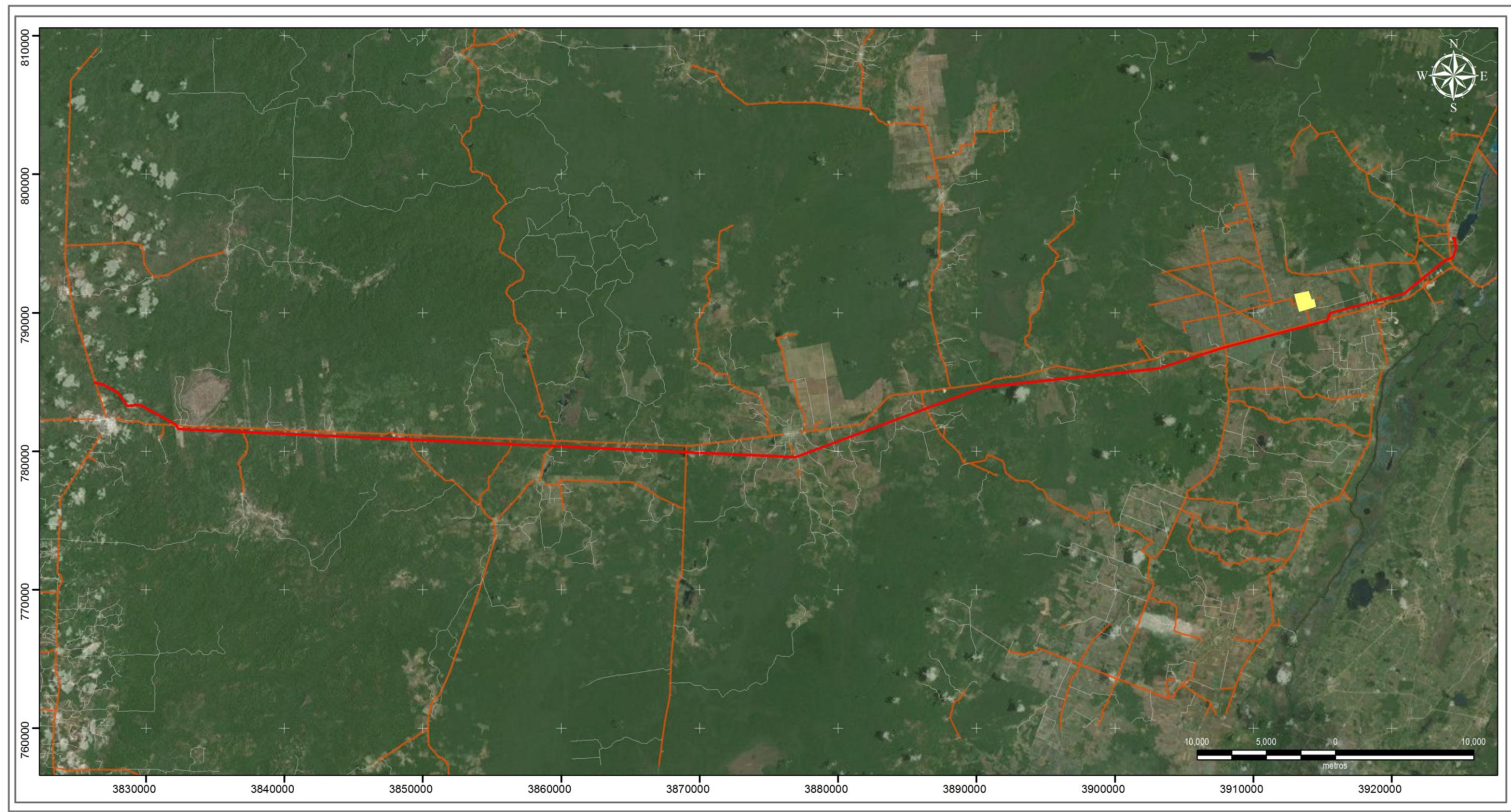


Figura II.4 Caminos y vías de acceso al proyecto LT. Xpujil - Xul Ha





## II.2.4. Construcción

### II.2.4.1. Obra civil

#### *Excavaciones*

En las áreas de maniobras de hincado y armado de estructuras se realizarán cuatro excavaciones (cepas) por cada una de las torres; estas excavaciones servirán para alojar las cimentaciones de cada una de las patas de las estructuras de la línea de transmisión. Cada cepa será de 2.5 m x 2.5 m x 3.0 m o de profundidad variable hasta encontrar el estrato resistente. La excavación se realiza usando retroexcavadoras (comúnmente conocidas como mano de chango) (Véase figura II.5 y II.6).



Figura II.5 Cepa para cimentación de torre estructural



Figura II.6 Excavación de cepa con retroexcavadora

#### *Barrenación y anclaje a roca*

En los casos donde la excavación de las cepas encuentre roca sana antes de los 3 metros de profundidad, se realizarán barrenaciones de 2 pulgadas de diámetro y 3 metros de profundidad, en las cuales se introducirán varillas de acero, conocidas como anclas, de una pulgada de diámetro; posteriormente se rellenará la cimentación colando mortero con aditivo expansor. (Véase figura II.7).

## **Colocación de acero de refuerzo**

Es el armado y colocación de varillas de acero que quedarán embebidas en el concreto de la cimentación y tienen como función principal soportar a las estructuras (Véase figura II.8).



Figura II.7 Barrenaciones para anclaje en roca



Figura II.7 Acero de refuerzo de una cimentación

## **Colado de concreto en cimentaciones**

Es el colado de concreto en los moldes de las cimentaciones (cimbras), con las proporciones adecuadas de materiales, que al endurecerse adquiere la resistencia mecánica y durabilidad para soportar el peso de las torres.

Las cimentaciones pueden ser de dos tipos, las directas, en donde la excavación de 2.5 x 2.5 x 3 m puede realizarse sin problemas y en la cual se construye una cimentación por zapata aislada como la que se muestra en la figura II.9.



Figura II.8 Colado de cimentación en cimbras de madera

En caso de encontrarse roca sana antes de alcanzar los tres metros de profundidad, se procede a construir una cimentación anclada en roca, la cual se ilustra en la figura II.12. Dado que la zona donde se ubica el proyecto es geológicamente reciente, y una de las características de la zona es el afloramiento de roca madre a nivel del suelo, las cimentaciones ancladas en roca son muy usadas.

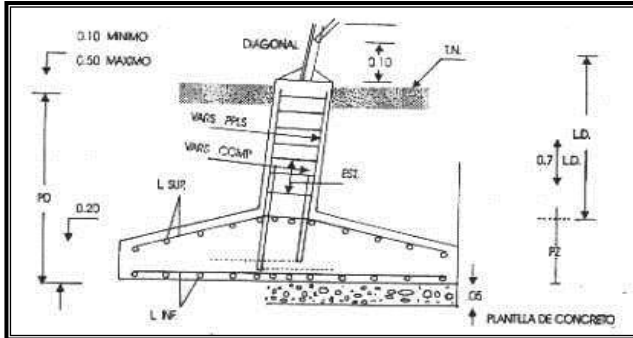


Figura II.9 Cimentación de estructura por zapata aislada

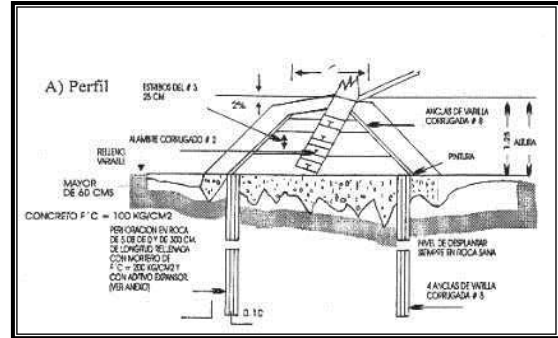


Figura II.10 Cimentación de estructura mediante anclaje a roca

### ***Relleno y compactado de cimentaciones:***

Una vez terminada la construcción de las cimentaciones, las cepas serán nuevamente rellenas, para lo cual preferentemente se utilizará el material extraído durante la excavación; en caso de que éste no sea adecuado para el relleno, se utilizará material de banco, adquirido en bancos o casas comerciales autorizados para su explotación comercial.

Se estima que para la ejecución de la obra se ocupará, en promedio, un 50% de la cantidad máxima requerida para el relleno de las cimentaciones; considerando que todas las excavaciones sean de 2.5 m x 2.5 m x 3.0 m, para las 300 torres el volumen máximo estimado que se requiere es de 8,137.5 m<sup>3</sup>. El material de banco que se utilizará para el proyecto es material calcáreo, predominantemente de origen sedimentario, de color blancuzco, llamado regionalmente sascab. Este tipo de material es común en la región donde se desarrolla el proyecto y se transportará hasta el sitio de construcción en camiones de volteo cubiertos con lona.

El material utilizado se coloca en las cepas en capas sucesivas de 20 centímetros de espesor, las cuales se humedecen y se compactan con herramientas de compactación manuales (pisón) o mecánicas (bailarinas), hasta llegar al nivel de compactación deseado, comúnmente hasta el 90% de la prueba de Proctor Standar, lo cual se realiza para evitar hundimientos y acumulación de agua.



### ***Perforación y cimentación de Pilas. (Zona inundable)***

Para el caso de las torres que se ubiquen en zona inundable, la cimentación será a base de pilotes colados en el sitio de construcción.

Las pilas consisten en elementos de concreto reforzado que se construyen dentro de una perforación cilíndrica previamente realizada en el terreno. El diámetro típicamente usado está comprendido entre 60 cm y 3 m. En general, estos elementos pueden clasificarse en dos categorías: 1) los que se construyen en un forro metálico (previamente hincado en el terreno) que sirve de molde y que puede ser o no recuperable, y 2) los que se construyen por vertido directo del concreto en la perforación previamente ejecutada, que sirve de cimbra (en estos elementos el concreto queda finalmente en contacto con el suelo)



Figura II.11 Excavaciones para hincado de pilotes.

La construcción de los pilotes se realiza mediante perforadoras que permiten excavar, en forma de barreno cilíndrico del subsuelo hasta la profundidad requerida (Fig. II.12); en caso necesario, el barreno se estabiliza con un ademe fluido o con un ademe metálico y se introduce hasta el nivel de desplante requerido. En algunos casos el ademe metálico es recuperable. Terminada la excavación, se limpia el fondo y se introduce el acero de refuerzo previamente armado (jaulas), centrándolo y dejando el recubrimiento especificado mediante aditamentos especiales; de inmediato se vierte el concreto (utilizando un tubo tremie cuando así se requiere), ya que si se espera demasiado tiempo el terreno puede expandirse por relajamiento hacia la perforación, provocándole a ésta una disminución de su área y de la resistencia del material con probables consecuencias de un deficiente funcionamiento del pilote. El diámetro de la perforación será de acuerdo al diseño de las cimentaciones de las torres.





Las perforaciones se deben realizar hasta llegar a la capa firme de apoyo, penetrando en ella un metro como mínimo o la longitud necesaria para empotrar estructuralmente la pila. Para la realización de la perforación se colocará un ademe metálico hasta la profundidad de desplante de la pila, capaz de soportar el empuje del material exterior y los esfuerzos producidos durante su manejo. El diámetro e inclinación de la perforación obedecerá a las tolerancias específicas al tipo de diseño y estructura que se use en la construcción.

Los ademes podrán ser recuperables o no, e introducirse antes o simultáneamente con la excavación del pilote. Una vez terminada la perforación deberá limpiarse su fondo, procurando retirar todo el material que se encuentre en él. Se usará la herramienta apropiada para ese fin en función del tipo de suelo. Las pilas con forro se prefieren a veces por permitir una inspección detallada del espacio interior antes del colado del concreto, así como un control más cuidadoso del colado mismo. Las pilas coladas suelen ser más baratas, pero su construcción está limitada a formaciones de suelo en que las paredes de la excavación se mantengan estables en toda la profundidad de colado. En algunos casos, cuando el terreno lo permite, se les forma una ampliación de base (denominada campana) que puede llegar a medir hasta tres veces la sección transversal y con altura igual a un diámetro. Las profundidades máximas que pueden alcanzarse con estas pilas son del orden de 40 m.



Figura II.12 Colado de pilotes.

Las perforadoras excavan por medio de una barra, en cuyo extremo inferior se coloca una herramienta de ataque (que puede ser una broca o un bote cortador accionados mediante rotación o también un trépano accionado por percusión). Las brocas espirales, formadas por una hélice de acero alrededor de la barra, pueden



ser cilíndricas o cónicas, están provistas en su parte inferior de dientes de acero de alta resistencia o bien de carburo de tungsteno, para cortar el terreno. Las brocas cilíndricas se utilizan en suelos cohesivos sin agua y las brocas cónicas en suelo con boleos o como guías en terrenos duros. Los botes cortadores (constituidos por cilindros de acero con tapa articulada en la base –donde se encuentran las cuchillas y trampas que permiten la entrada de material e impiden su salida-), se utilizan en suelos cohesivos (aún bajo tirantes de agua). Los botes corona son cilindros abiertos con dientes en el borde inferior (del mismo material ya indicado), propios para excavación en suelos duros y en rocas relativamente suaves; estos botes permiten extraer el material con un aditamento cónico en su interior, mientras que los botes ampliadores lo permiten con un dispositivo formado por uno o dos alerones que se abren y sobresalen del cuerpo a medida que se corta el material (con objeto de ampliar la base para formar la campana en la parte inferior, lo que a su vez reduce los esfuerzos sobre el material de apoyo en el extremo).

### Colocación de concreto para cimentación de las pilas.

Antes de proceder al colado del concreto de los pilotes, se efectuará una limpia cuidadosa del fondo del pozo, eliminando los azolves o recortes sedimentados por la perforación, utilizando las herramientas apropiadas (Véase figuras II.13y II.14).

En general, la mezcla, transporte y colocación del concreto deberá cumplir con lo estipulado en las especificaciones del ACI, señalándose a continuación algunas observaciones importantes.

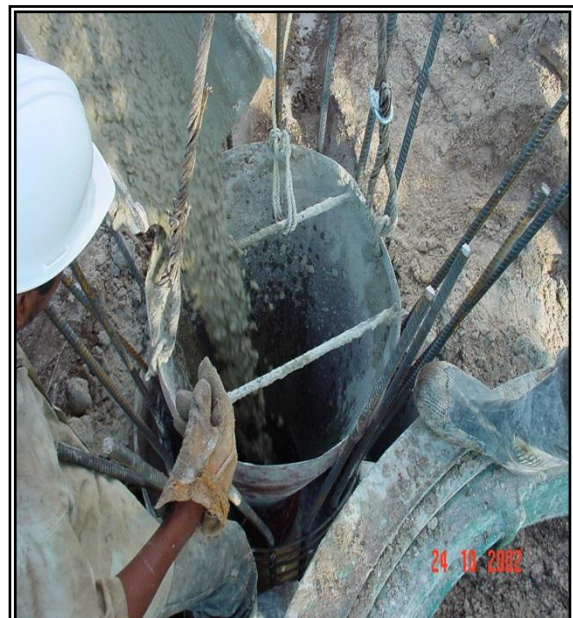


Figura II.13 Colado de pilotes con tubería tremie.



- El colado de las pilas se hará con tubería tremie, cuando se realice bajo agua o lodo. Será imprescindible que los tubos tremie sean perfectamente lisos por dentro y de preferencia también por fuera.
- Una vez instalada la tubería dentro de la perforación y antes de empezar el colado, se colocará en su extremo superior un tapón deslizante (diablo) para evitar la segregación del concreto al inicio del colado.
- El colado se hará continuo, en una sola operación, iniciándose a partir del fondo de la perforación y dejando permanentemente embebido el extremo inferior de la tubería de tal forma que siempre se tenga sumergida un metro como mínimo en el concreto.
- Conforme progrese el colado hacia la superficie, se extraerá la tubería, pero siempre manteniéndola sumergida en el concreto un metro como mínimo.
- La tubería se retirará de la perforación hasta que el concreto salga completamente limpio; es decir, cuando el concreto contaminado haya sido totalmente desplazado hacia la superficie.
- Si el concreto no ha sido colocado dentro de los 45 minutos posteriores al mezclado, se desechará. No deberá colocarse concreto en proceso de fraguado inicial.
- Al terminarse el colado, deberá marcarse en cada pilote una cifra de identificación y la fecha del colado, en un lugar visible.
- Si se decide retirar el ademe que se utilice, deberá tenerse cuidado en no romper la columna de concreto por adherencia de aquel con el ademe, además de cuidar que el extremo inferior del ademe esté siempre más abajo que el extremo del tubo de colado para evitar contaminación del concreto por estrangulamiento de la pila de concreto “fresco”.



## II.2.4.2. Obra Electromecánica

### **Montaje de estructuras:**

Esta actividad se refiere al armado de las torres de acero estructural galvanizado que servirán como soporte de la línea de transmisión. El montaje de las estructuras puede realizarse manualmente (pieza por pieza) colocando cada pieza en su posición final, o partes de la torre pueden armarse a nivel del suelo, para después ser colocadas en su posición mediante el uso de una grúa (Véase figura II.14).



Figura II.14 Montaje de estructuras

### **Colocación de sistemas de tierra**

Consiste en el hincado de varillas metálicas a 2 metros de profundidad y a una distancia aproximada de 30 m de la torre, éstas se conectan a cada pata con un cable de acero o cobre; el cual se entierra en zanjas de 30 cm de profundidad. La longitud de hincado de las varillas puede variar de acuerdo a las lecturas del estudio de resistividad, así como su disposición y sentido (Véase figura II.15).

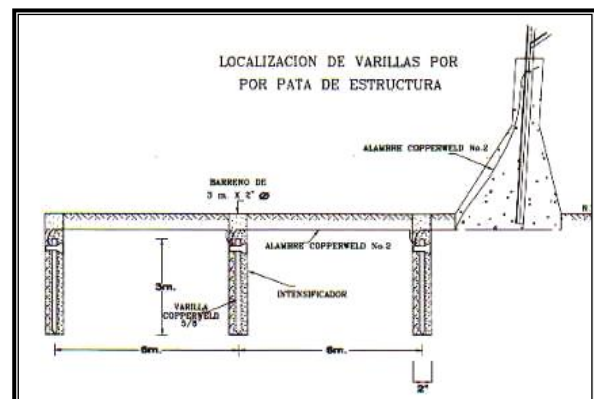


Figura II.15. Esquema general de un sistema de tierra instalado en cada pata de la estructura.

En donde la medida de la resistividad del suelo sea menor de 10,000 Ohms-cm se dará protección anticorrosiva mediante el uso de recubrimientos orgánicos (hule) en las partes enterradas de las estructuras y en las zonas en donde la resistividad sea menor de 5,000 Ohms-cm, además de la protección anticorrosiva se instalarán ánodos de sacrificio.



### ***Vestido de estructuras***

Consiste de la colocación de los herrajes, aisladores, placas de aviso de peligro, numeración de las estructuras y accesorios en general de las torres que se preparan para el tendido de cables.

### ***Tendido y tensado de cable de guarda y conductor***

Consiste de la colocación y tensado del cable de guarda y conductor en los brazos correspondientes de la estructura hasta dejarlo a la altura requerida, lo anterior usando el método de tensión mecánica controlada (Véase Figura II.16).

### ***Pruebas y puesta en servicio***

Consiste en verificar la correcta operación de los equipos para proceder a energizar la línea de transmisión (Véase Figura II.17).



Figura II.16 Tendido y tensado de cables en una línea de transmisión con postes tronconcónicos.



Figura II.17 Pruebas preoperativas en una estructura de línea de transmisión.

## **II.2.5. Etapa de operación y mantenimiento**

### **II.2.5.1 Programa de operación**

La operación del proyecto se realizaría a partir de que finalizaran las actividades de construcción de todas las etapas que lo comprenden. La operación sería en forma continua durante toda la vida útil del proyecto, la cual se considera permanente,



recibiendo el mantenimiento adecuado.

Para verificar el adecuado funcionamiento de la línea de, se efectuarían recorridos durante los cuales se constataría que las instalaciones se encuentren en buen estado y, en caso de detectarse material deteriorado, se procederá a dar el mantenimiento respectivo.

### **II.2.5.2 Programa de mantenimiento predictivo y preventivo**

Para el mantenimiento de una línea de transmisión se aplican los siguientes tipos de mantenimiento:

#### ***Mantenimiento preventivo***

Tiene como objetivo evitar las interrupciones de las líneas, mejorando la calidad y continuidad en su operación, y es consecuencia de las inspecciones programadas.

#### ***Mantenimiento correctivo***

Es el que se realiza en condiciones de emergencia e incluye aquellas actividades que quedan fuera del control del mantenimiento preventivo, buscando tener recursos a fin de lograr el menor tiempo de interrupción. Este tipo de mantenimiento no es deseable, ya que afecta los índices de disponibilidad de la línea.

#### ***Mantenimiento predictivo***

Tiene la finalidad de combinar las ventajas de los dos tipos de mantenimiento anteriores, para lograr el mismo tiempo de operación y eliminar el trabajo innecesario, lo cual exige mejores técnicas de inspección y medición para determinar las condiciones de la línea de transmisión, con un control más riguroso que permita la planeación correcta y efectuar las inspecciones y pruebas verdaderamente necesarias.

Este mantenimiento tiene por objeto garantizar la continuidad en el suministro de energía eléctrica a través del buen funcionamiento de los elementos que conforman la línea de transmisión. Básicamente consiste en la sustitución y limpieza de los aisladores y/o herrajes, sustitución o reposición de piezas de las torres que se vayan



deteriorando con el tiempo o a causa de intemperismo (por acción de huracanes, descargas atmosféricas sobre las estructuras y/o cables de guarda, etc.), así como el control de la vegetación para que esta no sobrepase los límites de seguridad de funcionamiento de la línea de transmisión.

A continuación se describen las principales actividades de mantenimiento que deben realizarse en una línea de transmisión:

- Inspección mayor. Deberá realizarse cuando menos 1 vez por año a lo largo de toda la línea de transmisión. Esta revisión deberá hacerse a detalle en cada componente de la estructura, cables conductores, hilos de guardas y factores externos a la línea de transmisión susceptibles de ocasionar fallas en la misma como brecha, contraperfiles, libramientos, cruzamientos con ríos, zonas de contaminación, vandalismo y áreas de incendio.
- Inspección menor. Podrán realizarse hasta 2 inspecciones menores en una línea por año, en el entendido de que en esta actividad no se requiere estrictamente subir a las estructuras por parte del liniero.
- Patrullaje o inspección aérea. Es una actividad que se realiza en helicóptero o avioneta, en la cual se pueden detectar fallas notorias en hilo de guarda, cable conductor, estructuras, brecha, aisladores, colas de rata, elementos estructurales, cimentaciones e invasión a derechos de vía.
- Inspección de brechas a terceros. Comprende las actividades de supervisión y recepción de brecha por parte de C.F.E. cuando se maneje algún contrato de servicios por terceros.
- Control de quema de maleza. En aquellas líneas de transmisión en zonas de riesgo de incendio por quema de maleza cercanos a su trayectoria, se debe vigilar la realización de quemas programadas (de acuerdo a calendarios autorizados por los Estados), ya que si se salen de control éstas podrían provocar la salida de servicio de la línea.
- Medición de resistencia a tierra. Debe realizarse cada 4 años, se estima conveniente hacer programas de medición de resistencia de tierras al 100%.



Tratándose de líneas nuevas se deberán medir todas las estructuras antes de su puesta en servicio. El equipo más recomendable para medir resistencia de tierras en líneas de transmisión energizadas es el de alta frecuencia, el cual no requiere de desconexión. La medición de tierra deberá ejecutarse en la época del año en el que el terreno permanece seco.

- Medición de corrosión. Esta actividad deberá evaluarse y programarse en aquellas líneas que presenten corrosión conforme al manual CFE MMAOO-01 “Evaluación de la corrosión para mantenimiento de estructuras metálicas de líneas de transmisión”, debiéndose considerar de acuerdo al procedimiento, la medición de la corrosión en cimentaciones mediante la obtención de la resistividad del terreno y potencial a piso, principalmente en las torres ubicadas en las zonas inundadas.
- Cambio de aislamiento con línea energizada. Cambio de aislamiento con el uso de equipo de línea viva, pudiendo ser con el método a potencial o con pértiga.
- Cambio de aislamiento con línea desenergizada. Actividad programada con línea desenergizada que no impliquen afectación de servicio o reste confiabilidad a la red o en su defecto que implique un alto riesgo para el personal que realiza dicha actividad.
- Sustitución de empalme de conductor o guarda. En aquellas líneas donde por termografía o inspección se detecten empalmes dañados o defectuosos (mecánicos o compresión), se deberá programar su reemplazo, considerando para ello el método que ofrezca mayor seguridad para el personal (uso de canastillas, bajar cable al piso, etc.).
- Reapriete de herrajes. Incluye la corrección de conexiones deficientes por tornillería floja en clemas de suspensión, clemas de remate, puente de cables de guarda y estructura en general.
- Sustitución de conectores de guarda. Esta actividad se programará cuando se requiera cambiar los conectores de la cola de rata en el sistema de suspensión o tensión de los hilos de guarda en una estructura.
- Sustitución de cable de guarda. En zonas de alta contaminación, donde los





cables de guarda son severamente atacados por corrosión, se programará la sustitución de los mismos, incluyendo los casos donde eventualmente se llega a tener ruptura de uno o más hilos del cable de guarda.

- Sustitución de cola de rata. Esta actividad se realizará cuando se encuentre dañado el cable de la cola de rata.
- Mantenimiento a conexiones o cambio de puente. Incluye sustitución de tornillería en zapatas o conectores mecánicos de estructuras de tensión—remate, remate—deflexión y/o transposición, así como cambio de puentes y conectores.
- Reparación de conductor o hilo de guarda. Estos trabajos tienen como propósito efectuar reparaciones en cables con hilos rotos, golpeados o dañados por corrosión, descargas atmosféricas o vandalismo.
- Corrección al sistema de tierras. Como resultado de un programa de medición en algunas líneas, resultarán valores de resistencia altos. Los valores mayores a 10 Ohms deberán corregirse, utilizando preferentemente el método de contra antenas y electrodos y/o mejorando las propiedades del terreno artificialmente.
- Corrección de corrosión. Se aplicará el criterio del manual CFE MMAOO-01. Para efectos de esta actividad únicamente se está considerando la aplicación de recubrimiento anticorrosivo, previa preparación de superficies, tanto para la parte aérea, interfase y enterrada.
- Corrección de brecha. Se considera como el mantenimiento de brecha o poda de árboles que se realiza con personal de CFE, en zonas donde se llega a detectar crecimiento exagerado de árboles, maleza o pastizales que ponen en riesgo la confiabilidad de operación de la línea de transmisión.
- Limpieza de brecha por terceros. Se refiere a la contratación de servicio de brecheo en líneas de transmisión en operación.



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

### ***Mantenimiento de equipo y herramientas.***

Esta actividad se programará para efectuarse dos veces al año, debiéndose incluir equipo personal, de maniobra y de seguridad.

De manera adicional, las estructuras de las líneas de transmisión se protegerán de la corrosión mediante la aplicación de capas de pintura, que servirá como capa protectora del acero estructural; la aplicación de capas de pintura estará en función del deterioro de la misma como resultado de su exposición al intemperismo.

En la Tabla II.17, se presenta la periodicidad con la cual se deben realizar cada una de las actividades de mantenimiento descritas anteriormente para una línea de transmisión.

**Tabla II.17 Periodicidad de las actividades de mantenimiento de una línea de transmisión**

<b>Actividad</b>	<b>Periodicidad</b>
Inspección Mayor	Anual
Inspección Menor	Anual
Patrullaje o Inspección Aérea	Anual
Inspección de Brechas a Terceros	Cada 2 años
Control de Quema de Caña y Maleza	Anual
Medición de Resistencia a Tierra	Cada 4 años
Medición de Corrosión	Cada 6 años
Cambio de Aislamiento con Línea Energizada	Anual
Cambio de Aislamiento con Línea No Energizada	Anual
Sustitución de Empalmes de Conducción o Guarda	C/5 años
Reapriete de Herrajes	C/3 años
Sustitución de Conector de Guarda	
Sustitución Cable de Guarda	---
Sustitución de Cola de Rata	---
Mantenimiento a Conexiones o Cambio de Puente	---
Reparación de Conductor o Hilo de Guarda	---
Corrección al Sistema de Tierras	Cada 4 años





MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Actividad	Periodicidad
Corrección de Corrosión	Cada 6 años
Corrección de Brecha	Anual
Limpieza de Brecha por Terceros	Cada 2 años
Mantenimiento de Equipo y Herramientas	Cada 2 años

En la Tabla II.18 se muestra el programa de mantenimiento para una línea de transmisión.

**Tabla II.18 Programa de actividades de mantenimiento de una línea de transmisión de energía eléctrica.**

Actividad	Meses												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Inspección Mayor													
Inspección Menor													
Patrullaje o Inspección Aérea													
Inspección de Brechas a Terceros	Cada 2 años												
Control de Quema de Caña y Maleza													
Medición de Resistencia a Tierra	Cada 4 años												
Medición de Corrosión	Cada 6 años												
Cambio de Aislamiento con Línea Energizada													
Cambio de Aislamiento con Línea Desenergizada													
Reapriete de Herrajes													
Sustitución de Conector de Guarda	Cuando sea necesario												
Sustitución Cable de Guarda	Cuando sea necesario												
Sustitución de Cola de Rata	Cuando sea necesario												
Mantenimiento a Conexiones o Cambio de Puente	Cuando sea necesario												



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Actividad	Meses											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Reparación de Conductor o Hilo de Guarda	Cuando sea necesario											
Corrección al Sistema de Tierras	Cada 4 años											
Corrección de Corrosión	Cada 6 años											
Corrección de Brecha												
Limpieza de Brecha por Terceros	Cada 2 años											
Mantenimiento de Equipo y Herramientas	Cada 2 años											

Nota. La programación se presenta, considerando 12 meses a partir del inicio de la operación de la línea de transmisión.

### **Disposición de residuos**

Las reparaciones o sustituciones de equipo no generan ningún tipo de residuos peligrosos. Los residuos sólidos no peligrosos reaprovechables (tambos, pedacería de cable de aluminio y de cable de acero) que pudieran generarse serán enviados a los almacenes de C.F.E. para su posterior utilización o enajenación. En el mantenimiento de la brecha forestal de las líneas no se utilizan químicos ni quemados, realizándose manualmente con la ayuda de machetes y esporádicamente motosierras. Los residuos vegetales podrán ser aprovechados por los dueños de los predios, o bien permanecerán en el área para su reincorporación al suelo.

## **II.2.6. Descripción de las obras asociadas al proyecto**

### **II.2.6.1. Requerimiento de personal e insumos**

#### **Personal**

El personal de supervisión y administración para el proyecto será el mismo desde el su inicio hasta su conclusión. Durante la preparación del sitio y la construcción de la línea de transmisión el personal de obra civil y electromecánica variaría de acuerdo a las necesidades y avance de la misma. En general, todo el personal laborará en un turno de 8 horas diarias.



En la Tabla II.19 se presenta en resumen la cantidad de mano de obra que se requeriría para la construcción de la LT.Xpujil – Xul Ha, el tipo y tiempo de empleo, así como la disponibilidad de la misma en la zona.

La cantidad de personal presentada está calculada para una brigada de trabajo en cada actividad. El número de brigadas que se utilicen varía en función de la longitud del proyecto y que en el caso particular de la LT.Xpujil – Xul Ha se puede esperar la existencia de hasta tres brigadas por cada una de las actividades de las etapas de preparación del sitio y construcción, con el consecuente aumento proporcional de personal.

**Tabla II.19 Resumen del requerimiento de personal por tipo y tiempo de empleo para la LT. Xpujil–Xul Ha**

Etapas	Tipo de Mano de Obra		Disponibilidad Regional	Tipo de empleo			Tiempo de empleo (Meses)
	Calificada	No Calificada		Permanente	Temp.	Extra ordinario	
Preparación del Sitio	3	26	Si	---	30	---	5
Construcción Obra civil y electromecánica	20	69	Si	---	89	---	6
Operación y Mantenimiento (*)	2	3	Si	---	---	4	-----

\*Este personal es el considerado en las actividades de verificación de funcionamiento de la línea.

La mano de obra calificada que se requiera para las actividades de construcción del proyecto (montadores y linieros) por regla general es foránea.

### **Insumos**

Únicamente se considera la utilización de recursos naturales como madera y agua. La madera es utilizada para la localización de estructuras y la colocación de cimbras (moldes) para las cimentaciones, siendo en esta última en la que se requiere la mayor cantidad, cada cimbra puede ser usada de una a siete veces.



Las necesidades de madera a utilizar en la LT. Xpujil – Xul Ha se incluyen en la Tabla II.20.

Para la construcción del proyecto no se considera la apertura de pozos para la extracción de agua del subsuelo. En caso de requerir agua para la construcción del proyecto ésta se adquirirá en las redes de abastecimiento de acuerdo a lo que indiquen las autoridades municipales y sólo de pozos que cuenten con la correspondiente concesión para su aprovechamiento otorgada por la CONAGUA.

**Tabla II.20 Recursos naturales renovables a utilizar en la construcción de la LT. Xpujil – Xul Ha.**

Recurso empleado	Etapas	Volumen, peso o cantidad	Forma de obtención	Lugar de obtención	Modo de empleo
Madera labrada: Duela 3/4"x4"x8"	Preparación del sitio Verificación topográfica	53 Metro lineal	Compra	Comercios establecidos en Xpujil, y Xul Ha..	Para marcaje de los sitios de torres y de cepas de cimentación
Madera labrada: Barrote 2"x4"x8 1/4"	Preparación del sitio Verificación topográfica	109 metro lineal	Compra	Comercios establecidos en Xpujil, y Xul Ha..	Para marcaje de los sitios de torres y de cepas de cimentación
	Construcción Colado de cimentaciones	790 Metro lineal	Compra	Comercios establecidos en Xpujil, y Xul Ha..	Habilitación de cimbras para cimentaciones
Polin 4"x4"x8 1/4'	Preparación del sitio Verificación topográfica	90 metro lineal	Compra	Comercios establecidos en Xpujil, y Xul Ha..	Marcaje de sitios de torres y de cepas de cimentación
Triplay de 1/2"	Construcción Colado de cimentaciones	191 piezas	Compra	Comercios establecidos en Xpujil, y Xul Ha..	Habilitación de cimbras para cimentaciones



El agua para la construcción será transportada hasta el sitio de la obra mediante el uso de camiones-pipa de 10 mil o 15 mil litros de capacidad y almacenada en contenedores provisionales (depósitos prefabricados) en el sitio de construcción. El agua para consumo humano se transportará al sitio de construcción usando garrafones de 20 litros de capacidad y será adquirida en las poblaciones cercanas. En la Tablas II.21 se indican los volúmenes estimados de utilización de agua cruda para la construcción de las obras y potable para el consumo humano; no se requiere del uso de aguas tratadas con procesos especiales o productos químicos.

**Tabla II.21 Volúmenes de consumo de agua para la construcción de LT. Xpujil – Xul Ha.**

Etapa	Agua	Consumo ordinario		Observaciones
		Volumen	Origen	
Preparación del sitio	Cruda	N/A	-----	No se requiere
	Potable	23,029 l	Comercios poblados cercanos	Estimando 2 litros por trabajador aprox. en el periodo que dura esta etapa
Construcción	Cruda	362 m <sup>3</sup>	Sitio autorizado	Compra a municipios
	Potable	23,029 l	Comercios poblados cercanos	Agua en garrafones
Mantenimiento	Cruda	N/A	-----	No se requiere
	Potable	-----	-----	Indefinido

No se incluye la etapa de operación en virtud de que para la operación de la línea de transmisión no se requiere de abastecimientos de agua, así mismo, tampoco se considera la etapa de abandono debido a que la vida útil del proyecto es permanente.

En la Tabla II.22 se presentan los materiales que serán utilizados en las diferentes etapas del proyecto y se describen sus principales características.



Es importante señalar que en ninguna de las etapas del proyecto se requiere utilizar materiales que sean explosivos y/o tóxicos

### ***Energía y combustibles***

Para llevar a cabo las actividades de construcción no se requiere del suministro de energía eléctrica en el sitio del proyecto. Solamente se utilizarán combustibles fósiles, como gasolina y diesel, para el funcionamiento de vehículos automotores, equipo y maquinaria.

En el sitio del proyecto no se almacenará combustible; sin embargo, será necesario transportar combustible para el abasto de la maquinaria y equipo que se use en el sitio del proyecto durante la construcción. La cantidad transportada será equivalente al consumo diario de los equipos y maquinaria (aproximadamente de 400 a 600 litros). El transporte del combustible se realizará en los mismos vehículos que se utilicen en la construcción y se acatarán las indicaciones en materia de transporte de materiales peligrosos que apliquen al particular.

### ***Maquinaria y equipo***

En la Tabla II.23 se presenta la maquinaria y el equipo que puede ser utilizado en cada una de las etapas y actividades de la LT. Xpujil – Xul Ha.



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

**Tabla II.22 Materiales y sustancias que se utilizarán para la ejecución de la LT. Xpujil –Xul Ha**

No	Nombre comercial	Nombre técnico	CAS1	Estado físico	Tipo de envase	Etapas o procesos en que se emplea	Cantidad de uso mensual	Cantidad de reporte
1	Aceite quemado	-----	NO	Líquido	Bote de plástico o Aluminio	Construcción obra civil (colado de cimentaciones)	132 l	NO
2	Gasolina	GAS	NO	Líquido	Contenedores de plástico	Construcción obra civil, electromecánica y puesta en servicio	3,290 l	25 barriles
3	Diésel	DL	NO	Líquido	Contenedores de plástico o Bote de Aluminio	Todo el proceso de construcción	3,290 l	NO
4	Aceite	-----	NO	Líquido	Contenedores de plástico	Todo el proceso de construcción	20 l	NO
5	Pintura	-----	NO	Sólido	Botes de Aluminio o Latón	Preparación del sitio y Vestido de estructuras	3 l	NO
6	Cemento	-----	NO	Sólido	Bolsas de papel	Construcción obra civil	4 Ton	NO
7	Grava	-----	NO	Sólido	Camiones de volteo	Construcción obra civil	7 Ton	NO
8	Polvo	-----	NO	Sólido	Camiones de volteo	Construcción obra civil	7 Ton	NO
9	Curacreto rojo	MEMBRANA DE CURADO	NO	Líquido	Plástico	Construcción obra civil	13 l	NO
10	Acelerante para concreto	-----	NO	Líquido	Contenedores de plástico	Construcción obra civil	3,290 ml	NO
11	Varilla de acero	-----	NO	Sólido	Sin Envase	Construcción obra civil	112 Ton	NO





MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

No	Nombre comercial	Nombre técnico	CAS1	Estado físico	Tipo de envase	Etapas o procesos en que se emplea	Cantidad de uso mensual	Cantidad de reporte
12	Clavos	-----	NO	Sólido	Bolsas de plástico o caja de madera	Construcción obra civil	13 kg	NO
13	Alambre recocido	-----	NO	Sólido	Sin Envase	Construcción obra civil	1 Ton	NO
14	Material de banco (sascab)	-----	NO	Sólido	Camiones de volteo	Construcción obra civil	658 m3	NO
15	Varilla de cobre	-----	NO	Sólido	Sin Envase	Colocación sistema de tierras	658 pza	NO
16	Alambre coperweld no. 2	-----	NO	Sólido	Paquetes de cartón	Colocación sistema de tierras	2,425 m *	NO
17	Conectores coperweld	-----	NO	Sólido	Paquetes de cartón o caja de madera	Colocación sistema de tierras	2,303 pza*	NO
18	Acero estructural	-----	NO	Sólido	Sin Envase	Montaje de torres	138 pza	NO
19	Aisladores de vidrio o porcelana	-----	NO	Sólido	Cajas de madera flejadas	Vestido de torres	23,687 pza *	NO
20	Herrajes para cables de guarda y conductor	-----	NO	Sólido	Cajas de madera flejadas	Vestido de torres	790 pza*	NO
21	Amortiguadores para cables de guarda y conductor	-----	NO	Sólido	Cajas de madera flejadas	Vestido de torres	263 pza	NO
22	Placas indicadoras de peligro y numeración	-----	NO	Sólido	Cajas de madera flejadas	Vestido de torres	395 pza*	NO



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

No	Nombre comercial	Nombre técnico	CAS1	Estado físico	Tipo de envase	Etapas o procesos en que se emplea	Cantidad de uso mensual	Cantidad de reporte
23	Cable guarda 7 #8 (aas)	-----	NO	Sólido	Carretes de madera	Tendido y Tensionado de cables	41 km l	NO
24	Cable conductor 1113 acsr/as de aluminio con núcleo de acero	-----	NO	Sólido	Carretes de madera	Tendido y Tensionado de cables	41 km /l	NO

CAS1: ChemicalAbstractService.



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

**Tabla II.23 Equipo y maquinaria utilizada durante cada una de las etapas de la LT. Xpujil –Xul Ha.**

Etapa	Equipo	Cant	Tiempo (días)	Hrs/día	Db emitidos <sup>2</sup>	Tipo de combustible
Apertura de brecha de maniobra y patrullaje	Camioneta ½ ton	1	90	8	85-90	Gasolina
	Motosierras <sup>(2)</sup>	1	90	8	110	Gasolina/ aceite
	Tractor de cadena 105 HP <sup>(1) (**)</sup>	1	90	8	84-107	Diésel
	Camión de volteo 7 m <sup>3</sup>	1	90	8	90-95	Diésel
Habilitación de áreas para la cimentación y armado de estructuras	Camioneta 3/4Ton <sup>(2)</sup>	1	90	8	85-90	Gasolina
	Camión de 1.5 ton <sup>(1)</sup>	1	90	8	85-90	Diésel
	Tractor sobre cadenas D7 <sup>(1) (**)</sup>	2	90	8	84-107	Diésel
Habilitación de área de tendido y tensionado de cables de guarda y conductor	Camioneta 1.5 ton <sup>(1)</sup>	1	150	8	85-90	Gasolina
	Camión de 1.5 ton <sup>(1)</sup>	1	150	8	85-90	Diésel
	Tractor de cadena <sup>(1)</sup>	1	150	8	84-107	Diésel
Desmonte en áreas de poda y tala selectiva	Motosierras <sup>(2)</sup>	5	210	8	110	Gasolina/ aceite
	Camioneta 3 ton <sup>(1)</sup>	2	210	8	85-90	Gasolina/ aceite
Excavaciones	Camioneta 1 ½ Ton <sup>(2)</sup>	1	150	8	85-90	Gasolina/ aceite
	Teodolito <sup>(**)</sup>	1	150	8	-----	
	Retroexcavadora	1	150	8	90-95	Diésel
	Tractor sobre llantas (de un metro cúbico) <sup>(1)</sup>	1	150	8	84-107	Diésel
Barrenación y anclaje	Compresor de aire 250 psi <sup>(1)</sup>	2	150	8	110	



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Etapa	Equipo	Cant	Tiempo (días)	Hrs/día	Db emitidos <sup>2</sup>	Tipo de combustible
	Rompedoras <sup>(2)</sup>	2	150	8	110	
	Camioneta 3 ton <sup>(1)</sup>	2	150	8	85-90	
	Track – dell <sup>(1)</sup>	2	150	6	84-107	
Colocación de acero de refuerzo	Cortador manual <sup>(2)</sup>	2	150	4	80-90	
	Camioneta ½ ton <sup>(2)</sup>	2	150	4	85-90	
Colado de concreto en cimentaciones	Revolvedora 1 saco <sup>(2)</sup>	2	180	6	85-90	Gasolina
	Vibrador <sup>(2)</sup>	2	180	4	110	
	Camioneta 3 ton <sup>(1)</sup>	2	180	8	85-95	Gasolina
Relleno y compactado de cimentaciones	Placa vibradora <sup>(2)</sup>	3	180	4	-----	
	Vibro compactador (bailarina) <sup>(2)</sup>	6	180	6	110	
	Camión de volteo 7 m <sup>3</sup>	2	180	8	90-95	Diésel
	Camioneta 3 ton <sup>(1)</sup>	1	180	8	85-95	Gasolina
Armado nivelado y Montaje de estructuras	Grúa 30 ton <sup>(1)</sup>	1	180	6	90-95	
	Camión grúa 8 ton <sup>(1)</sup>	2	180	8	90-95	Gasolina
	Planta soldadora <sup>(2)</sup>	2	180	4	-----	
	Camión plataforma 8 ton <sup>(1)</sup>	1	180	8	90-95	Diésel
	Camioneta ½ ton <sup>(2)</sup>	2	180	8	85-95	
	Teodolito	1	180	8	-----	
Vestido de estructuras	Camión c/grúa 8 ton <sup>(1)</sup>	2	150	8	90-95	Diésel



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Etapa	Equipo	Cant	Tiempo (días)	Hrs/día	Db emitidos <sup>2</sup>	Tipo de combustible
	Camión plataforma 8 ton <sup>(1)</sup>	1	150	8	90-95	Diésel
	Camioneta ½ ton	2	150	8	85-95	Gasolina
Tendido de cable de guarda y conductor	Teodolito	4	150	6	-----	
	Camioneta 3 ton <sup>(1)</sup>	3	150	4	85-95	Gasolina
	Camión 8 ton <sup>(1)</sup>	1	150	6	90-95	Diésel
	Traccionadora <sup>(1)</sup>	2	150	8	-----	Diésel
	Devanadora <sup>(1)</sup>	2	150	8	-----	
	Motoempalmadora <sup>(2)</sup>	2	150	4	84-107	
	Tractor	2	150	6	84-107	Diésel
	Camión todo terreno <sup>(1)</sup>	1	150	6	90-95	

(1) Maquinaria Mayor; (2) Maquinaria Menor, (\*\*) Maquinaria o equipo usada en dos o más actividades.



## II.2.7 Etapa de abandono el sitio

La vida útil de una línea de transmisión típica se estima en un promedio de 30 años, sin embargo, durante el mantenimiento de la instalación e incluso después del periodo de tiempo mencionado, se llevan a cabo acciones que prolongan su vida útil, tales como las que se mencionan a continuación:

- Aumento o disminución de capacidad de voltaje
- Cambio de estructuras de soporte
- Cambio de cable de guarda y conductor
- Cambio de aisladores
- Renovación del sistema de tierras

Las partes de las estructuras que sean reemplazadas se enajenan a través del procedimiento que marquen para tal efecto la normativa en materia de bienes nacionales. Sin embargo, considerando que dicho material ya no puede cumplir la misma función se enajena como chatarra para fundición.

El mantenimiento y renovación de las instalaciones hacen su vida útil se considere permanente, por lo que no se tiene definido ningún programa de abandono y desmantelamiento de las instalaciones.

## II.2.8. Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmosfera

### II.2.8.1 Generación, manejo y disposición final de residuos sólidos

#### ***Residuos sólidos no peligrosos***

En general, durante la construcción, operación y mantenimiento de una línea de transmisión se generan residuos sólidos no peligrosos, los cuales se pueden agrupar de la siguiente forma: residuos sólidos domésticos, residuos de excavaciones y despalle, residuos vegetales, residuos reutilizables y residuos reciclables.





### ***Manejo de residuos sólidos domésticos***

Los residuos sólidos domésticos serán colocados en contenedores provistos de una tapa, los cuales serán colocados en forma visible y estratégica, en los lugares de generación y llevados a los almacenes de la contratista, en donde serán separados en categorías (papel, plástico, metal, vidrio y materia orgánica). Éstos contenedores serán almacenados temporalmente por la compañía constructora para su posterior disposición final.

### ***Residuos de excavaciones y despalme***

Los residuos producto de las excavaciones que sean generados como resultado de la realización del proyecto que no sean utilizados en el relleno de cepas serán distribuidos en el área de maniobras para hincado y armado de estructuras o bien, en su caso, serán colectados y trasladados a los sitios que indique la autoridad municipal.

### ***Residuos vegetales***

Los residuos vegetales que sean generados como resultado de la realización del desmonte de vegetación inherente a la ejecución del proyecto serán trozados y esparcidos en las zonas del derecho de vía que no sean ocupadas por la instalación de torres (esta acción coadyuvaría a minimizar efectos erosivos). En caso de requerirse se enviarán fuera del área de generación, para depositarlos en los sitios que designen las autoridades competentes, al igual que el material producto del despalme. En el caso de trozas (troncos y ramas mayores) de madera aprovechable (medida mínima: 1.20m de longitud y 10 cm de diámetro sin incluir corteza), se pondrán a disposición de los dueños de los predios o ejidatarios de la zona, quienes podrán aprovecharlos para uso doméstico, en caso que el propietario del predio desee realizar la comercialización de los mismos, requerirá de la aprobación de las autoridades competentes.



### ***Residuos reutilizables y reciclables***

Los residuos sólidos reutilizables y reciclables como: papel, plástico, latas de aluminio, vidrio, metal y madera, serán separados de acuerdo a su tipo de material y al uso que se les haya dado y depositados donde indiquen las autoridades de los centros de población.

Una vez identificados y separados los residuos sólidos no peligrosos, se verificará que los que no sean reutilizados y/o reciclados se dispongan finalmente en los sitios que designen las autoridades municipales.

### ***Residuos peligrosos***

Como residuos sólidos peligrosos se consideran los aceites que accidentalmente pueden ser derramados por la maquinaria y vehículos utilizados durante la construcción, los envases y estopas impregnadas con esmaltes, solventes, pinturas y grasas, así como acumuladores y baterías inservibles.

Para el manejo en general de los residuos sólidos peligrosos, se efectuarán acciones encaminadas a la sensibilización del personal contratado y se capacitará a dicho personal respecto a la manera de cómo deben colectarse, separarse y disponerse.

Para el manejo de los aceites se consideran como medidas preventivas para evitar derrames las siguientes: utilizar únicamente vehículos y maquinas en buen estado, verificar durante la ejecución de la obra el mantenimiento de los mismos y evitar realizar este mantenimiento dentro del área considerada para el derecho de vía de las líneas y fuera del predio de la subestación.

En caso de que ocurra algún derrame accidental dentro del área de construcción se procederá al retiro del material vegetal y/o suelo contaminado, para lo que será necesario excavar hasta la profundidad afectada y posteriormente se rellenarán los sitios con el tipo suelo predominante en la zona y libre de contaminantes. Tanto la tierra impregnada con el aceite derramado, como todos los demás residuos sólidos peligrosos, se almacenarán temporalmente en los sitios que la contratista prepare



para tales situaciones dentro de sus almacenes, para disponerlos de acuerdo a lo especificado en el Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Residuos Peligrosos y demás normativa aplicable.

### ***Disposición final de residuos no peligrosos***

Los residuos sólidos no peligrosos serán transportados a los tiraderos municipales, previo permiso del ayuntamiento respectivo y los residuos peligrosos, serán tratados conforme a los lineamientos, almacenados temporalmente en recipientes adecuados y posteriormente entregados a una empresa especializada en el manejo de residuos quienes se encargarán de su disposición final.

Sitios de tiro. Para la disposición de los residuos sólidos no peligrosos se utilizarán los sitios de acopio que para tal efecto existan en los municipios y centros de población en donde se ubica el proyecto. Cabe señalar que se dispondrán estos residuos en todos los tiraderos ya que los trabajos se realizan en varios frentes de trabajo y durante toda la ejecución del proyecto se generan residuos sólidos no peligrosos, así que estos se dispondrán de manera periódica en el sitio que indique la autoridad y que se encuentre más cercano al área de generación.

### ***Confinamiento de residuos peligrosos***

La compañía responsable de construir la línea almacenará temporalmente los residuos peligrosos, según lo establecido en la normatividad ambiental, en los sitios que prepare para tal efecto dentro de sus almacenes, y será responsable de contratar los servicios de empresas especializadas en el manejo de éstos, hasta su disposición final.

### ***Tiraderos municipales***

Las poblaciones y localidades que se encuentran a lo largo de toda la trayectoria de la línea de transmisión cuentan con terrenos pequeños que destinan como tiraderos a cielo abierto y donde serán dispuestos los residuos de acuerdo a su generación.



### ***Rellenos sanitarios***

En el área no existen rellenos sanitarios.

### ***Otros***

No se considera el uso de otros sitios para la disposición de los residuos.

## **II.2.8.2 Generación, manejo y descarga de residuos líquidos, lodos y aguas residuales**

### ***Generación***

Los únicos líquidos residuales que se generan durante el desarrollo del proyecto, son los de los servicios sanitarios para los trabajadores principalmente de aquellos que se ubiquen en los almacenes y/o campamentos que la compañía constructora instale en las poblaciones cercanas al área del proyecto. Debido a que en la construcción de las líneas no se generan otro tipo de aguas residuales, ni lodos, no es necesaria la instalación de sistemas de drenaje y destino de las aguas residuales.

### ***Manejo***

Las letrinas portátiles que sean instaladas serán provistas por empresas especializadas, debidamente autorizadas para el manejo y disposición final del tipo de residuos que se generen por este servicio, por lo que serán esas mismas empresas las que le brindaran el servicio de limpieza de dichas instalaciones y las responsables del manejo y disposición de los residuos colectados, de acuerdo con lo dispuesto en cada uno de los municipios y/o estados donde se ubica el proyecto.

### ***Disposición final (incluye aguas de origen pluvial)***

Como se menciona en puntos anteriores, los únicos líquidos residuales son los generados por los servicios sanitarios, estos servicios serán rentados a empresas especializadas, las cuales se encargan tanto de la limpieza de letrinas, como del manejo y disposición final de los residuales.



### **II.2.8.3 Generación, manejo y control de emisiones a la atmósfera.**

Tanto para la preparación del sitio como para la construcción de una línea de transmisión las emisiones a la atmósfera que se generan son las que provienen del escape de vehículos y maquinaria que utilizan gasolina o diesel como combustible.

Para el caso de los vehículos automotores en circulación que utilizan gasolina como combustible, se vigilará que las emisiones de aquellos utilizados para la construcción se apeguen a los niveles máximos permisibles estipulados en la NOM-041-SEMARNAT-2006, publicada en el Diario Oficial de la Federación, el 6 de marzo de 2007, mediante las verificaciones realizadas en sitios autorizados, así como a la NOM-045-SEMARNAT-2006, publicada en el diario Oficial de la Federación, el 13 de septiembre de 2007, y que determina los niveles máximos permisibles de opacidad de humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diesel como combustible.

Esta norma menciona en el párrafo segundo de su apartado de objetivo y campo de aplicación, lo siguiente: “se excluye de la aplicación de la presente norma la maquinaria equipada con motores diesel utilizada en las industrias de la construcción, minera y de actividades agrícolas”, sin embargo, durante la ejecución de las obras se vigilara que la maquinaria utilizada se encuentre en condiciones adecuadas y cuente con el mantenimiento debido para respetar los niveles máximos permisibles de opacidad de humo.

### **II.2.8.4 Contaminación por ruido, vibraciones, radiactividad, térmica o luminosa**

Las emisiones de ruido durante la ejecución del proyecto son las producidas por la maquinaria y equipo de construcción, estas emisiones son poco significativas ya que serán temporales e intermitentes. Se vigilará durante la construcción y principalmente en las cercanías de los núcleos de población, que los niveles de estas emisiones se ajusten a lo estipulado en la NOM-080-SEMARNAT-1994, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 13 de enero de 1995, que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su



método de medición.

Una vez terminada la construcción solo se emitirá a la atmósfera el ruido provocado por la transmisión de energía eléctrica, tanto en la línea como la subestación eléctrica, la cual se encuentra entre los 10 y 20 decibeles, parámetros de tolerancia para el oído humano.





**CAPÍTULO III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES ..... 1**

III.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos .....1

III.2 Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018.....1

III.3 Programa Nacional de Infraestructura 2014-2018.....1

III.4 Ordenamiento ecológico territorial del municipio de Calakmul, Campeche.....4

III.4 Programa de desarrollo urbano del Municipio de Othón Blanco .....17

III.5 Marco normativo.....23

III.5.1 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental .....23

III.5.2 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento .....23

III.5.3 Ley General de Vida Silvestre .....24

III.5.4 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento .....25

III.5.5 Normas Oficiales Mexicanas .....26

III.6 ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS Y/O ÁREAS PRIORITARIAS PARA LA CONSERVACIÓN .....29

III.6.1 Áreas Naturales Protegidas.....29

III.6.2 Áreas Prioritarias para la Conservación .....31

**TABLAS**

Tabla III.1 Políticas ambientales establecidas en el OET del Municipio de Calakmul .. 4

Tabla III.2 Usos establecidos para cada política del OET del Municipio de Calakmul 5

Tabla III.3 Definición de los tipos de usos para cada UGT establecidas en el OET del Municipio de Calakmul ..... 5

Tabla III.4 Política, usos compatibles, condicionados e incompatibles para cada UGT que atraviesa el Proyecto LT Xpujil-Xul-Ha..... 7



Tabla III.5 Vinculación del Proyecto LT Xpujil-Xul-Ha para cada UGT que atraviesa 12

Tabla III.6 Políticas de Ordenamiento Ecológico establecidas en el Programa de  
 Desarrollo del Municipio de Othón Blanco ..... 19

Tabla III.7 Vinculación con la Ley General de Vida Silvestre ..... 24

Tabla III.8 Vinculación con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de  
 los Residuos y su Reglamento ..... 25

Tabla III.9 Normas Oficiales Mexicanas en materia de aire ..... 26

Tabla III.10 Normas Oficiales Mexicanas en materia de ruido ..... 27

Tabla III.10 Normas Oficiales Mexicanas para el Manejo de Residuos Peligrosos ... 27

Tabla III.11 Normas Oficiales Mexicanas para la protección de flora y fauna ..... 28

Tabla III.12 Áreas Naturales Protegidas cercanas al SAR ..... 29

Tabla III.13 Áreas Prioritarias Terrestre ..... 31

Tabla III.14 Áreas Prioritarias Hidrológicas ..... 34

Tabla III.15 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves ..... 37

Tabla III.16 Sitios RAMSAR más cercanas al SAR ..... 39

**FIGURAS**

Figura III.1 Modelo de Ordenamiento Ecológico Territorial del Municipio de Calakmul  
 ..... 11

Figura III.2 Políticas establecidas en el Programa de Desarrollo Urbano en el  
 municipio de Othón Blanco..... 22

Figura III.3 Áreas Naturales Protegidas cercanas al SAR ..... 30

Figura III.4 Regiones Terrestres Prioritarias para la Conservación ..... 33

Figura III.5 Regiones Hidrológicas Prioritarias para la Conservación..... 36

Figura III.6 Áreas de importancia para la Conservación de las Aves ..... 38

Figura III.7 Sitios RAMSAR ..... 40



## CAPÍTULO III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES

### III.1 CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

El Proyecto Construcción y operación de la LT Xpujil-Xul Ha se justifica su carácter estratégico o prioritario de acuerdo a lo establecido en los artículos 25 y 28 párrafo cuarto de la **Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y de la Ley de Planeación**, por dirigirse a la transmisión de energía eléctrica a cargo de CFE para la prestación del servicio público, actividad de carácter estratégico solo reservada al estado.

### III.2 PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2013-2018

El proyecto es congruente con lo establecido en el **Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018** por atender las directrices relacionadas con la Meta 4 Un México Próspero que promueva el crecimiento sostenido de la productividad en un clima de estabilidad económica y mediante la generación de igualdad de oportunidades, y se alinea con el objetivo 4.6. Abastecer de energía al país con precios competitivos, calidad y eficiencia a lo largo de la cadena productiva, atendiendo la estrategia 4.6.2. Asegurar el abastecimiento racional de energía eléctrica a lo largo del país. Asimismo atenderá los lineamientos del **Programa Sectorial de Energía 2013 – 2018**.

### III.3 PROGRAMA NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA 2014-2018

La inversión en infraestructura es un tema estratégico y prioritario para México porque representa el medio para generar desarrollo y crecimiento económico y es la pieza clave para incrementar la competitividad. Por esta razón, y con el objeto de elevar el nivel de bienestar de la sociedad, se deben crear las condiciones necesarias que hagan posible el desarrollo integral de todas las regiones y sectores del país, a fin de que todos los mexicanos puedan desarrollar su potencial productivo conforme a las metas que se hayan propuesto. (PNI, 2014)



A través del PNI 2014-2018 el Gobierno de la República busca orientar la funcionalidad integral de la infraestructura existente y nueva del país, entre los objetivos está: (PNI, 2014)

*Optimizar la coordinación de esfuerzos para la generación de infraestructura energética, asegurando así el desarrollo adecuado de la misma, a efecto de contar con energía suficiente, de calidad y a precios competitivos*

En el sector eléctrico las principales dificultades son: la saturación de líneas de transmisión, la necesidad de interconectar zonas en donde se genera electricidad a partir de energías renovables, acelerar el abasto de gas natural y reducir las pérdidas de energía en los sistemas de transmisión y distribución.

El desarrollo de la red de transmisión considera la magnitud y ubicación geográfica de la demanda y la localización de las centrales generadoras. La red troncal se integra por líneas de transmisión y subestaciones en muy alta tensión (230 kV y 400 kV).

En la red de transmisión se ha identificado un conjunto de enlaces en los que será prioritario aumentar su capacidad para enfrentar el crecimiento de la demanda, la capacidad de generación y brindar flexibilidad de operación al sistema.

A través de las inversiones en infraestructura de transmisión de electricidad, se busca disminuir las situaciones operativas coyunturales que derivan en congestionamientos de la red troncal que impiden compartir plenamente los recursos de generación entre las diferentes regiones.

El Plan Nacional de Infraestructura establece como uno de sus objetivos,

*Asegurar el desarrollo óptimo de la infraestructura para contar con energía suficiente, con calidad y a precios competitivos.*

Para cumplir este objetivo con respecto a la transmisión de la energía eléctrica se plantea las siguientes estrategias:



*Estrategia 6: Desarrollar la transmisión de electricidad que permita el máximo aprovechamiento de los recursos de generación y la atención de la demanda*

*Estrategia 7: Desarrollar la distribución de electricidad con calidad, reduciendo las pérdidas en el suministro y aumentando la cobertura del servicio.*

El Proyecto de construcción y operación de la LT Xpujil-Xul-Ha es acorde al Programa Nacional de Infraestructura ya que contribuirá a resolver la saturación en la capacidad de transmisión en los niveles de tensión de 400 kV y 230 kV y problemas de voltaje, en las zonas Chontalpa y Chetumal de las Áreas de Control Oriental y Peninsular.



### III.4 ORDENAMIENTO ECOLÓGICO TERRITORIAL DEL MUNICIPIO DE CALAKMUL, CAMPECHE

El Ordenamiento Ecológico Territorial del Municipio de Calakmul, es parte de las metas planteadas por el Proyecto PROSURESTE, que se realiza en los Estados de Campeche y Chiapas con las poblaciones de las comunidades que rodean las Áreas Naturales Protegidas de Calakmul y La Sepultura. Tiene como objetivo fomentar los espacios locales donde los actores relevantes toman acuerdos para el desarrollo sustentable de los recursos naturales.

El Programa Municipal de Ordenamiento Ecológico del Territorio (OET) del Municipio de Calakmul, se fundará en catorce (14) Unidades de Gestión Territorial (UGT) donde se señalan las actividades predominantes, compatibles, condicionadas y restringidas y sin potencial, así como las políticas de usos, los lineamientos y los criterios de regularización ecológica, particulares y aplicables a cada una de las unidades identificadas.

**Tabla III.1 Políticas ambientales establecidas en el OET del Municipio de Calakmul**

Política	Descripción
Protección	En esta política se incluyen todos los ambientes naturales cuya diversidad florística y/o faunística debe preservarse, es decir, las áreas que presentan especies endémicas o en peligro de extinción.  Dentro de las áreas sujetas a protección sólo se pueden realizar actividades científicas o recreativas controladas, quedando prohibido cualquier otro tipo de uso.
Conservación	Esta política está dirigida a aquellos paisajes cuyos usos actuales o propuestos, cumplen con una función ecológica relevante, pero que no merecen ser preservadas en el SINAP. Esta política, lo mismo que la anterior, se aplica con la finalidad de mantener las condiciones naturales del medio, pero se diferencia de ésta por permitir un uso diversificado de bajo impacto de los recursos existentes en las unidades de paisaje donde se aplica.
Restauración	A diferencia de las políticas anteriores, la de restauración puede aplicarse al mismo tiempo y en el mismo espacio que éstas, y se aplica a todas aquellas áreas donde se requiere regenerar o mejorar las condiciones ambientales. Por lo tanto su aplicación se efectúa sobre áreas que presentan contaminación, erosión y deforestación, y la intensidad de las actividades de restauración están en función del grado de alteración de los paisajes.
Aprovechamiento	Dentro de ésta se incluyen todos aquellos paisajes que tienen recursos con potencial para explotarse de forma intensa y continua, así como las áreas con orientación para





MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Política	Descripción
	albergar asentamientos humanos. En la explotación que se realice de los recursos sólo debe cuidarse que la intensidad de las actividades permita la sustentabilidad de las mismas y preservar la dinámica geo-ecológica de los paisajes.

Para cada política el OET del Municipio de Calakmul establece los usos permitidos los cuales se enlistan en la siguiente tabla.

**Tabla III.2 Usos establecidos para cada política del OET del Municipio de Calakmul**

Política	Usos
Protección	Labores de investigación
Conservación	Unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre (UMAs), Apicultura Orgánica Sustentable, Ecoturismo, Plantaciones forestales,
Restauración	Reforestación con fines de rehabilitación ambiental, Reforestación con fines Productivos, Sistemas Agroforestales, Sistemas silvopastoriles,
Aprovechamiento	Agricultura intensiva, Agricultura orgánica, Ganadería Orgánica, Ganadería intensiva, Acuicultura, Industria, Actividad minera, Tratamiento de residuos sólidos.

Para cada una de las catorce Unidades de Gestión Territorial, el OET del Municipio de Calakmul establece los usos principales, compatibles, condicionados y no compatibles, cuya definición se presentan en la siguiente tabla.

**Tabla III.3 Definición de los tipos de usos para cada UGT establecidas en el OET del Municipio de Calakmul**

Uso	Descripción
Principal	Corresponden a los usos de suelo y agua principales para cada Unidad de Gestión Territorial, que pueden coexistir entre sí, sin existir competencia territorial.
Compatible	Son usos complementarios a los anteriores, que tienen un carácter secundario pero no significan competencia por el territorio o por recursos
Condicionado	Se refieren a aquellos que pueden aplicarse en la Unidad siempre y cuando se lleve a cabo un diseño específico de la implementación, son vistos también como Usos del



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Uso	Descripción
	suelo secundarios.
No Compatible	Son los Usos del suelo y Agua que no son compatibles con el Uso Principal de cada Unidad de Gestión Territorial

El Proyecto atraviesa diez Unidades de Gestión Territorial, en la siguiente tabla se presenta, la política, usos compatibles, condicionados e incompatibles para cada unidad. Cabe destacar que el OET del Municipio de Calakmul no es preciso con respecto a la infraestructura eléctrica.



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

**Tabla III.4 Política, usos compatibles, condicionados e incompatibles para cada UGT que atraviesa el Proyecto LT Xpujil-Xul-Ha**

UGT	Política	Usos compatibles	Usos condicionados	Usos incompatibles
P-LI 1	Protección con labores de investigación	<ul style="list-style-type: none"> <li>Protección con labores de investigación (P-Li)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ninguno</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Todos los demás</li> </ul>
C-PFSA 9	Conservación con plantaciones forestales y pago por servicios ambientales	<ul style="list-style-type: none"> <li>Restauración con rehabilitación ambiental (R –RA)</li> <li>Restauración con rehabilitación productiva (R-RP)</li> <li>Restauración con sistemas agroforestales (R-SAF)</li> <li>Restauración con servicios silvopastoriles (R-SSP)</li> <li>Conservación con apicultura (C-APO)</li> <li>Conservación con ecoturismo (C-ET)</li> <li>Protección con labores de investigación (P-Li)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Conservación con Unidades de Manejo Ambiental (C-UMA)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aprovechamiento con agricultura orgánica (A-AGO)</li> <li>Aprovechamiento con agricultura intensiva (A-AGI)</li> <li>Aprovechamiento con floricultura (A-FL)</li> <li>Aprovechamiento con fruticultura (A-FR)</li> <li>Aprovechamiento con agricultura orgánica (A-GO)</li> <li>Aprovechamiento con ganadería intensiva (A-GI)</li> <li>A-I,</li> <li>Conservación con ecoturismo (C-ET)</li> </ul>
C-PFSA 16				
C-ET 2	Conservación con ecoturismo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Restauración con rehabilitación ambiental (R –RA)</li> <li>C-MCA</li> <li>C-MFN</li> <li>Conservación con pago de servicios ambientales (C-PSA)</li> <li>Conservación con Unidades de Manejo Ambiental (C-UMA)Protección con labores de investigación (P-Li)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Restauración con rehabilitación productiva (R-RP)</li> <li>Restauración con sistemas agroforestales (R-SAF)</li> <li>Restauración con servicios silvopastoriles (R-SSP)</li> <li>Conservación con apicultura (C-APO)</li> <li>Conservación con plantaciones forestales (C-PF)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aprovechamiento con agricultura orgánica (A-AGO)</li> <li>Aprovechamiento asentamientos humanos rurales (A-AHR)</li> <li>A-AR</li> <li>A-AT</li> <li>Aprovechamiento con floricultura (A-FL)</li> <li>Aprovechamiento con</li> </ul>



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

UGT	Política	Usos compatibles	Usos condicionados	Usos incompatibles
				fruticultura (A-FR) <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ A-GEX</li> <li>▪ Aprovechamiento con agricultura orgánica (A-GO)</li> <li>▪ A-I</li> <li>▪ C-AC</li> </ul>
C-UMA 11	Conservación con unidades de manejo ambiental	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Restauración con rehabilitación ambiental (R –RA)</li> <li>▪ Restauración con rehabilitación productiva (R-RP)</li> <li>▪ Conservación con ecoturismo (C-ET)</li> <li>▪ C-MCA</li> <li>▪ C-MFN</li> <li>▪ Conservación con plantaciones y pago de servicios ambientales (C-PSA)</li> <li>▪ Protección con labores de investigación (P-Li)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Conservación con plantaciones forestales (C-PF)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Aprovechamiento con agricultura orgánica (A-GO)</li> <li>▪ Aprovechamiento asentamientos humanos rurales (A-AHR)</li> <li>▪ A-AR</li> <li>▪ A-AT</li> <li>▪ Aprovechamiento con floricultura (A-FL)</li> <li>▪ Aprovechamiento con fruticultura (A-FR)</li> <li>▪ A-GEX</li> <li>▪ Aprovechamiento con ganadería orgánica (A-GO)</li> <li>▪ A-I</li> <li>▪ Restauración con sistemas agroforestales (R-SAF)</li> <li>▪ Restauración con servicios silvopastoriles (R-SSP)</li> <li>▪ C-AC</li> <li>▪ Conservación con apicultura (C-APO)</li> </ul>



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

UGT	Política	Usos compatibles	Usos condicionados	Usos incompatibles
A-AGO 6	Aprovechamiento con agricultura orgánica	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ A-AR</li> <li>▪ A-AT</li> <li>▪ Aprovechamiento con floricultura (A-FL)</li> <li>▪ Aprovechamiento con fruticultura (A-FR)</li> <li>▪ Restauración con sistemas agroforestales (R-SAF)</li> <li>▪ Conservación con apicultura (C-APO)</li> <li>▪ C-MFN</li> <li>▪ Protección con labores de investigación (P-Li)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Aprovechamiento asentamientos humanos rurales (A-AHR)</li> <li>▪ A-GEX,</li> <li>▪ Aprovechamiento con agricultura orgánica (A-GO)</li> <li>▪ Conservación con unidades de manejo ambiental (C-UMA)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Aprovechamiento asentamientos humanos rurales (A-AHR)</li> <li>▪ A-GEX</li> <li>▪ A-GSI</li> <li>▪ A-I</li> <li>▪ Restauración con servicios silvopastoriles (R-SSP)</li> <li>▪ C-AC</li> <li>▪ Conservación con plantaciones forestales (C-PF)</li> <li>▪ Conservación con plantaciones y pago de servicios ambientales (C-PSA)</li> <li>▪ Conservación con Unidades de Manejo Ambiental (C-UMA)</li> </ul>
A-AGO 7				
A-AGO 8				
R-RA 14	Restauración con rehabilitación ambiental	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Conservación con apicultura (C-APO)</li> <li>▪ Conservación con ecoturismo (C-ET)</li> <li>▪ Protección con labores de investigación (P-Li)</li> <li>▪ C-MCA</li> <li>▪ Conservación con plantaciones y pago de servicios ambientales (C-PSA)</li> <li>▪ Conservación con Unidades de Manejo Ambiental (C-UMA)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ C-MFN</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Restauración con rehabilitación productiva (R-RP)</li> <li>▪ Restauración con sistemas agroforestales (R-SAF)</li> <li>▪ Restauración con servicios silvopastoriles (R-SSP)</li> <li>▪ C-AC</li> <li>▪ Conservación con plantaciones forestales (C-PF)</li> </ul>
R-RA 19				



Para cada Unidad de Gestión Territorial se establece un lineamiento ecológico, la meta o enunciado general que refleja el estado deseable de un sistema ambiental en una unidad de gestión territorial; cuando un lineamiento ecológico tiene expresión concreta en el marco de un programa de ordenamiento ecológico territorial puede entenderse como un criterio de control orientado al logro de los propósitos que en materia de gestión ambiental se hayan establecido para la unidad territorial de que se trate.

Cabe destacar que el OE del municipio de Calakmul no establece criterios específicos para líneas eléctricas, únicamente hace referencia a lo siguiente:

*La instalación de líneas de conducción de energía eléctrica, telefonía y telegrafía (postes, torres, estructuras, equipamiento y antenas) deberá contar con autorización en materia de impacto ambiental y en caso de requerir cambio de uso de suelo deberá sujetarse a lo que establece la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente además de la Ley General para el Desarrollo Forestal Sustentable.*

Al respecto el Proyecto cumple con lo establecido en el OE del Municipio de Calakmul al presentar la Manifestación de Impacto Ambiental Regional y el Estudio Técnico Justificativo de Cambio de Uso del Suelo.

En la siguiente tabla se hace la vinculación con los criterios ecológicos por Unidad de Gestión Ambiental establecidas en el OE del Municipio de Calakmul.



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

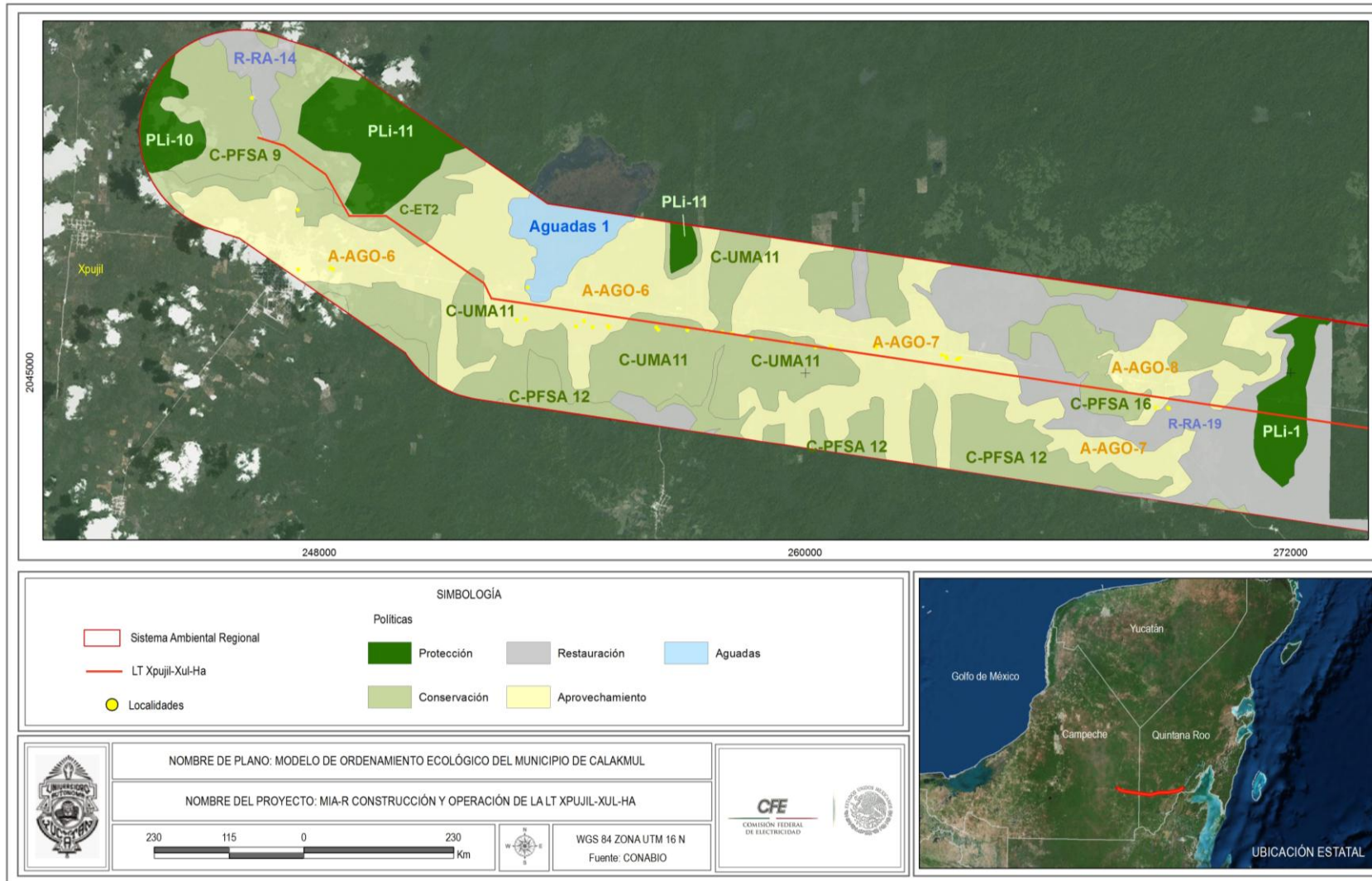


Figura III.1 Modelo de Ordenamiento Ecológico Territorial del Municipio de Calakmul



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

**Tabla III.5 Vinculación del Proyecto LT Xpujil-Xul-Ha para cada UGT que atraviesa**

UGT	Política	Lineamiento ecológico	Criterio ecológico	Vinculación con el proyecto
P-LI 1	Protección con labores de investigación	Proteger las 409.04 Has	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Proteger los animales y vegetación</li> <li>2. Fomentar la conservación</li> <li>3. No entrar sin la autorización de la Reserva de la Biósfera de Calakmul</li> <li>4. No tumbar</li> <li>5. No quemar</li> <li>6. No cazar</li> </ol>	<p>El Proyecto contribuye al conocimiento de la biodiversidad ya que durante la elaboración de este estudio se realizaron muestreos para la caracterización de la flora y fauna del Sistema Ambiental Regional y se calcularon los índices de diversidad por tipo de vegetación y para cada uno de los grupos de vertebrados.</p> <p>El Proyecto contempla implementar programas de rescate y reubicación de las especies en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010. Además contempla el monitoreo de las especies de fauna antes y durante la etapa de preparación del sitio y construcción, así como en la etapa de operación, lo que contribuirá al conocimiento de las mismas.</p> <p>Durante la etapa de preparación del sitio y construcción el proyecto contempla pláticas de educación ambiental para los trabajadores a fin de concientizarlos sobre la importancia de la conservación de los recursos, en estas pláticas se les especificará que estará prohibido cazar, eliminar y/o molestar a la fauna silvestre así como recolectar especies vegetales o tumbar fuera de las áreas delimitadas en el proyecto las cuáles serán previamente delimitadas, por ningún motivo se realizarán quemas.</p> <p>El Proyecto no contempla realizar ninguna actividad en la Reserva de la Biosfera de Calakmul.</p> <p>Se compensará el área desmontada para la ejecución del Proyecto con otra superficie equivalente en donde se llevará a cabo acciones de restauración integral ecológica en la zona de conectividad de las reservas de Calakmul y Sian Ka'an en coordinación con la reserva de Calakmul, que compensará la disminución de la captura de carbono.</p>
C-PFSA 9	Conservación	Orientar el uso a	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Definir la Reserva Comunitaria sujeta a</li> </ul>	El Proyecto contempla la construcción y operación de una Línea



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

UGT	Política	Lineamiento ecológico	Criterio ecológico	Vinculación con el proyecto
	con plantaciones forestales y pago por servicios ambientales	la conservación mediante estrategias de manejo forestal en las 1797.95 Has	<p>pago por servicio ambiental</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Conocer las responsabilidades que implica una reserva comunitaria</li> <li>▪ Fomentar el ecoturismo de aventura, senderos, torres de observación, etc</li> <li>▪ Fomentar las UMA´s</li> <li>▪ Generación de bebederos</li> <li>▪ No provocar incendios</li> <li>▪ No cacería comercial</li> <li>▪ No desmontes</li> <li>▪ No extracción de aves canoras ni plantas de ornato</li> <li>▪ No contaminación</li> <li>▪ No turismo masivo (debe de ser de bajo impacto),</li> <li>▪ Hacer brechas corta fuego</li> <li>▪ Sembrar árboles/agroforestería</li> <li>▪ Hacer proyectos de conservación, encaminados a los jóvenes de las comunidades</li> <li>▪ Prohibido abrir zonas agropecuarias</li> <li>▪ No introducir especies forestales ajenas a la región.</li> </ul>	<p>de Transmisión Eléctrica por lo que no aplican los criterios sobre las actividades referentes a reservas comunitarias, el ecoturismo, unidades de manejo ambiental, proyectos agropecuarios.</p> <p>Durante la etapa de preparación del sitio y construcción el proyecto contempla prácticas de educación ambiental para los trabajadores a fin de concientizarlos sobre la importancia de la conservación de los recursos, en estas prácticas se les especificará que estará prohibido cazar, eliminar y/o molestar a la fauna silvestre así como recolectar especies vegetales o tumbar fuera de las áreas delimitadas en el proyecto las cuáles serán previamente delimitadas, por ningún motivo se realizarán quemas.</p> <p>El Proyecto contempla implementar programas de rescate y reubicación de las especies en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010. Además contempla el monitoreo de las especies de fauna antes y durante la etapa de preparación del sitio y construcción, así como en la etapa de operación, lo que contribuirá al conocimiento de las mismas.</p> <p>Se compensará el área desmontada para la ejecución del Proyecto con otra superficie equivalente en donde se llevará a cabo acciones de restauración integral ecológica en la zona de conectividad de las reservas de Calakmul y Sian Ka'an en coordinación con la reserva de Calakmul, que compensará la disminución de la captura de carbono.</p>
C-PFSA 16	Conservación con plantaciones forestales y pago por servicios ambientales	Orientar el uso a la conservación mediante estrategias de manejo forestal en las 390.81 Has		
C-ET 2	Conservación con ecoturismo	Diseñar actividades eco turísticas en las 735.63 Has	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Conservación de las áreas forestales</li> <li>▪ Reforestación con especies locales</li> <li>▪ Hacer un retén de agua, Protección de las ruinas que existen</li> <li>▪ Hacer senderos y promover las UMA´s</li> <li>▪ Recolección de basura</li> <li>▪ No tumbar árboles</li> </ul>	<p>El Proyecto contempla la construcción y operación de una Línea de Transmisión Eléctrica por lo que no aplican los criterios sobre las actividades referentes a reservas comunitarias, el ecoturismo, unidades de manejo ambiental, proyectos agropecuarios.</p> <p>Durante la etapa de preparación del sitio y construcción el proyecto contempla prácticas de educación ambiental para los</p>



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

UGT	Política	Lineamiento ecológico	Criterio ecológico	Vinculación con el proyecto
			<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ No provocar incendios,</li> <li>▪ No cazar</li> <li>▪ No escarbar</li> <li>▪ No expandir potreros ni zonas agrícolas</li> </ul>	<p>trabajadores a fin de concientizarlos sobre la importancia de la conservación de los recursos, en estas pláticas se les especificará que estará prohibido cazar, eliminar y/o molestar a la fauna silvestre así como recolectar especies vegetales o tumbar fuera de las áreas delimitadas en el proyecto las cuáles serán previamente delimitadas, por ningún motivo se realizarán quemas.</p> <p>Se implementaran programas para evitar la contaminación del suelo y agua, durante la etapa de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento del Proyecto.</p> <p>El Proyecto contempla implementar programas de rescate y reubicación de las especies en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010.</p> <p>Se compensará el área desmontada para la ejecución del Proyecto con otra superficie equivalente en donde se llevará a cabo acciones de restauración integral ecológica en la zona de conectividad de las reservas de Calakmul y Sian Ka'an en coordinación con la reserva de Calakmul, que compensará la disminución de la captura de carbono.</p>
C-UMA 11	Conservación con unidades de manejo ambiental	Establecer unidades de manejo en las 12888.55 Has	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fomentar la conservación,</li> <li>▪ Impulsar las UMAS</li> <li>▪ Zona de recreación</li> <li>▪ Hacer senderos y miradores</li> <li>▪ Reforestación</li> <li>▪ Programa de manejo</li> <li>▪ Identificación de especies y zonas</li> <li>▪ Quemas controladas en zonas bajas</li> <li>▪ No cazar</li> <li>▪ No tumbar</li> <li>▪ No contaminar</li> <li>▪ No incendios</li> </ul>	<p>El Proyecto contribuye al conocimiento de la biodiversidad ya que durante la elaboración de este estudio se realizaron muestreos para la caracterización de la flora y fauna del Sistema Ambiental Regional y se calcularon los índices de diversidad por tipo de vegetación y para cada uno de los grupos de vertebrados.</p> <p>El Proyecto contempla la construcción y operación de una Línea de Transmisión Eléctrica por lo que no aplican los criterios sobre las actividades referentes a reservas comunitarias, el ecoturismo, unidades de manejo ambiental, proyectos agropecuarios.</p> <p>Durante la etapa de preparación del sitio y construcción el proyecto contempla pláticas de educación ambiental para los</p>



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

UGT	Política	Lineamiento ecológico	Criterio ecológico	Vinculación con el proyecto
				<p>trabajadores a fin de concientizarlos sobre la importancia de la conservación de los recursos, en estas pláticas se les especificará que estará prohibido cazar, eliminar y/o molestar a la fauna silvestre así como recolectar especies vegetales o tumbar fuera de las áreas delimitadas en el proyecto las cuáles serán previamente delimitadas, por ningún motivo se realizarán quemas.</p> <p>Se implementaran programas para evitar la contaminación del suelo y agua, durante la etapa de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento del Proyecto.</p> <p>El Proyecto contempla implementar programas de rescate y reubicación de las especies en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010.</p> <p>Se compensará el área desmontada para la ejecución del Proyecto con otra superficie equivalente en donde se llevará a cabo acciones de restauración integral ecológica en la zona de conectividad de las reservas de Calakmul y Sian Ka'an en coordinación con la reserva de Calakmul, que compensará la disminución de la captura de carbono.</p>
A-AGO 6	Aprovechamiento con agricultura orgánica	Aprovechar las 4025.17 Has con agricultura orgánica	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sembrar árboles</li> <li>▪ Fomentar corrales de manejo</li> <li>▪ Tener mejora de pastos de calidad</li> <li>▪ Contar con la suficiente agua</li> <li>▪ Realizar cercos vivos</li> <li>▪ Efectuar brechas corta fuego</li> <li>▪ No tirar basura</li> <li>▪ No provocar incendios</li> <li>▪ No tumbar todos los árboles</li> </ul>	<p>El Proyecto contempla la construcción y operación de una Línea de Transmisión Eléctrica por lo que no aplican los criterios sobre las actividades referentes a proyectos agropecuarios.</p> <p>El Proyecto contempla implementar programas para evitar la contaminación del suelo y agua, durante la etapa de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento del Proyecto.</p> <p>Durante la etapa de preparación del sitio y construcción el proyecto contempla pláticas de educación ambiental para los trabajadores a fin de concientizarlos sobre la importancia de la conservación de los recursos, en estas pláticas se les especificará que estará prohibido cazar, eliminar y/o molestar a la fauna silvestre así como recolectar especies vegetales o</p>
A-AGO 7	Aprovechamiento con agricultura orgánica	Aprovechar las 2343.90 Has con agricultura orgánica		
A-AGO 8	Aprovechamiento con agricultura orgánica	Aprovechar las 538.39 Has con agricultura orgánica		





MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

UGT	Política	Lineamiento ecológico	Criterio ecológico	Vinculación con el proyecto
				tumbar fuera de las áreas delimitadas en el proyecto las cuáles serán previamente delimitadas, por ningún motivo se realizarán quemas.
R-RA 14	Restauración con rehabilitación ambiental	Reforestar las 1040.18 Has con especies forestales nativas con fines ambientales.		El Proyecto contribuye al conocimiento de la biodiversidad ya que durante la elaboración de este estudio se realizaron muestreos para la caracterización de la flora y fauna del Sistema Ambiental Regional y se calcularon los índices de diversidad por tipo de vegetación y para cada uno de los grupos de vertebrados.
R-RA 19	Restauración con rehabilitación ambiental	Reforestar las 3324.33 Has con especies forestales nativas con fines ambientales	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Realizar reforestaciones con especies nativas</li> <li>▪ Generar la conservación forestal</li> <li>▪ Hacer brechas corta fuego</li> <li>▪ Tener un programa de cuidado del bosque</li> <li>▪ Vigilancia participativa</li> <li>▪ Respetar los límites con la RBC</li> <li>▪ No cazar</li> <li>▪ No tirar basura</li> <li>▪ No quemar</li> <li>▪ No tumbar árboles</li> </ul>	<p>El Proyecto contempla implementar programas de rescate y reubicación de las especies en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010. Además contempla el monitoreo de las especies de fauna antes y durante la etapa de preparación del sitio y construcción, así como en la etapa de operación, lo que contribuirá al conocimiento de las mismas.</p> <p>Durante la etapa de preparación del sitio y construcción el proyecto contempla pláticas de educación ambiental para los trabajadores a fin de concientizarlos sobre la importancia de la conservación de los recursos, en estas pláticas se les especificará que estará prohibido cazar, eliminar y/o molestar a la fauna silvestre así como recolectar especies vegetales o tumbar fuera de las áreas delimitadas en el proyecto las cuáles serán previamente delimitadas, por ningún motivo se realizarán quemas.</p> <p>El Proyecto no contempla realizar ninguna actividad en la Reserva de la Biosfera de Calakmul.</p>





### **III.4 PROGRAMA DE DESARROLLO URBANO DEL MUNICIPIO DE OTHÓN BLANCO**

Este Programa está encaminado al desarrollo integral del Municipio de Othón P. Blanco, por lo que su área de influencia comprende a todos los asentamientos y localidades que lo conforman.

La dinámica del crecimiento poblacional originada principalmente por el desarrollo de la actividad turística en el estado y que incide de manera directa en el Municipio, ha generado que las principales comunidades enfrenten los problemas característicos de este crecimiento poblacional. La demanda de obras y servicios principalmente de infraestructura ha ido en aumento de manera considerable haciendo que la atención de éstas sea un verdadero problema para las autoridades correspondientes, más aún si consideramos la escasez de recursos económicos para solventar tales demandas.

Fundamentalmente, en el Municipio de Othón P. Blanco, el problema principal del desarrollo urbano, lo constituye la dispersión- concentración de las localidades, de tal manera que Chetumal, con poco más de 121,000 habitantes, no solo es el único centro de población que supera los 100,000 habitantes, sino que en el conjunto del Área Metropolitana, en la que se incluyen Calderitas, Xul- Há, Huay- Pix y Subteniente López, constituyen una conurbación funcional de 130,663 habitantes, lo que representa el 62.77% de la población del Municipio. A su vez, la siguiente localidad por importancia demográfica es Bacalar, que alberga a 9,239 habitantes. Las otras localidades urbanas no alcanzan los 5,000 habitantes: Nicolás Bravo tiene 3,668, Javier Rojo Gómez 2,934, Álvaro Obregón 2,921, y Sergio Butrón Casas 2,276 habitantes.

Para resolver la problemática identificada el Programa de desarrollo del Municipio de Othón Banco plantea las siguientes estrategias: 1. Políticas, 2. Modelo de Ordenamiento Ecológico, 3. Estrategia de Ordenamiento Territorial, 4. Estrategia de impulso a los sectores prioritarios, 5. Estrategia de desarrollo urbano de los centros de población y 6. Estrategias para la operación del desarrollo urbano municipal.



---

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Para cada una de las estrategias se plantean políticas específicas, para el Proyecto aplican las políticas establecidas en el Modelo de Ordenamiento Ecológico. El Proyecto se desarrolla en un área designada con la política de aprovechamiento, cabe señalar que no existen criterios específicos para regular la construcción y operación de líneas eléctricas. En el siguiente cuadro se observa que no existe incompatibilidad con el Proyecto y lo establecido en el Modelo de Ordenamiento Ecológico.



**Tabla III.6 Políticas de Ordenamiento Ecológico establecidas en el Programa de Desarrollo del Municipio de Othón Blanco**

Políticas	Descripción	Aplicación territorial
Protección	son aquellas encaminadas a evitar daños a los ecosistemas y recursos naturales, promoviendo la permanencia de ecosistemas nativos	<p>El ámbito principal de aplicación es la Costa Maya y en lo particular, las áreas naturales protegidas (ANP's), para lo cual se deberán establecer programas de manejo, de tal manera que se cuente con instrumentos para protegerlos de actividades no compatibles o no sustentables.</p> <p>En este ámbito quedan incluidas la Reserva de Flora y Fauna de Uaymil, el Santuario del Manatí y Bahía de Chetumal, el Banco Chinchorro, la Reserva Privada de U- Uyumil C'eh y el Parque Marino Xcalak en la región Costa Maya, así como también se sugiere profundizar en los estudios para la consolidación de la Reserva de la Biosfera de Bala'an K'aax propuesta por los Amigos de Sian Ka'an en la Región Maya, así también se deberán considerar este tipo de políticas para la Región de Los Ríos en particular de la zona de entorno de Tres Garantías.</p> <p>Dentro del área con este tipo de políticas toman especial importancia, por la existencia ya de programas de manejo y ordenamiento territorial, el POET Costa Maya y el POET Bacalar.</p> <p>Es importante aclarar que las políticas de protección no excluyen el aprovechamiento, sino que estas deben ser sustentables y de impacto controlado, así como incluir ordenamientos territoriales.</p>
Conservación	son aquellas encaminadas a mantener el equilibrio natural existente	<p>Las áreas a las que se les aplicarán políticas de aprovechamiento son:</p> <p>Los asentamientos humanos, en especial aquellos que en el sistema de localidades se determinen como centros de concurrencia y de servicios.</p> <p>El corredor potencial entre Pulticub – Mahahual – Xcalak, por su capacidad productiva turística, en este caso las políticas se orientarán conforme a lo establecido por el POET Costa Maya, procurando que el aprovechamiento sea de bajo impacto.</p> <p>Las áreas productivas primarias, tales como el área de influencia de Bacalar y el Distrito de Riego 112.</p>



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Políticas	Descripción	Aplicación territorial
		<p>Las áreas con potencialidad turística tales como los vestigios arqueológicos Kohunlich, Morocoy, Chacchoben, Dzibanché, Oxtankah y Kinichná entre otras., así como a sus entornos naturales circundantes.</p> <p>Las zonas de captación de agua potable, a las cuales también se les aplicará políticas de protección.</p>
Aprovechamiento:	<p>Está dirigido a las áreas que soportan actividades productivas sustentables y con potencialidad para su mejoría, incluyendo el desarrollo urbano.</p>	<p>Este tipo de políticas se aplicarán básicamente en las áreas en las que los sistemas de explotación han deteriorado el territorio, especialmente en la región de Los Ríos, ya que las prácticas productivas han propiciado deforestación en la vegetación natural, generando amplias zonas con vegetación secundaria y pérdida de suelo. En esta zona se deberán establecer programas de manejo y asistencia a los campesinos para evitar que se incremente el actual deterioro ecológico.</p> <p>El Proyecto contempla implementar programas de rescate y reubicación de las especies en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010. Además contempla el monitoreo de las especies de fauna antes y durante la etapa de preparación del sitio y construcción, así como en la etapa de operación, lo que contribuirá al conocimiento de las mismas.</p> <p>Durante la etapa de preparación del sitio y construcción el proyecto contempla pláticas de educación ambiental para los trabajadores a fin de concientizarlos sobre la importancia de la conservación de los recursos, en estas pláticas se les especificará que estará prohibido cazar, eliminar y/o molestar a la fauna silvestre así como recolectar especies vegetales o tumbar fuera de las áreas delimitadas en el proyecto las cuáles serán previamente delimitadas, por ningún motivo se realizarán quemas.</p>
Restauración	<p>Están orientadas a zonas con recursos naturales en proceso de degradación por la sobreexplotación, la contaminación o el agotamiento, para reestablecer algunas de sus condiciones originales.</p>	<p>Estas se aplicarán básicamente en la Región Maya, ya que en ella, el aprovechamiento y las actividades productivas son incipientes y no han tenido aún un impacto negativo en el medio. En esta Región se propone la creación de un área natural protegida en Bala'an K'aax, así mismo esta política de conservación conlleva no extender el reparto agrario en la zona, de tal manera que no se propicien asentamientos dispersos y se controle la explotación silvícola mediante la</p>



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Políticas	Descripción	Aplicación territorial
		aplicación de sistemas de manejo.  Estas políticas se aplicarán también en las zonas arqueológicas tales como Morocoy, Dzibanché, Kohunlich, etc., así como en las zonas costeras, de humedades y principalmente en el sistema lagunar y la Bahía de Chetumal

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA



Figura III.2 Políticas establecidas en el Programa de Desarrollo Urbano en el municipio de Othón Blanco





### **III.5 MARCO NORMATIVO**

#### **III.5.1 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental**

En el Artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y el Artículo 5º inciso K) del Reglamento en materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA), se señala que la construcción y operación de obras de transmisión y subtransmisión eléctrica requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental.

Para la obtención de la autorización a que se refiere el artículo 28 de la LGEEPA, el Artículo 5º del REIA establece que se debe presentar ante la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, en la modalidad que corresponda, para que ésta realice la evaluación del proyecto de la obra o actividad respecto de la que se solicita autorización.

Adicionalmente, el artículo 11, fracción I del REIA, señala que la manifestación de impacto ambiental deberá presentarse en su modalidad regional, cuándo se trate de:

IV. Proyectos que pretendan desarrollarse en sitios en los que por su interacción con los diferentes componentes ambientales regionales, se prevean impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.

En cumplimiento a lo establecido en la LGEEPA y el REIA se elabora el presente documento en su modalidad Regional.

#### **III.5.2 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento**

En su Artículo 117 se establece que la Secretaría sólo podrá autorizar el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos que demuestren que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación; y que los usos



alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo. Estos estudios se deberán considerar en conjunto y no de manera aislada.

El Artículo 120 del Reglamento indica que para solicitar la autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, se deberá solicitar mediante el formato que expida la Secretaría; junto con la solicitud deberá presentarse un estudio técnico justificativo.

El Proyecto requiere de la remoción de la vegetación forestal en las superficies que se describen en esta Manifestación de Impacto Ambiental, por lo que en cumplimiento a lo establecido en la LGDFS y su reglamento se elaborará el Estudio Técnico Justificativo para la solicitud de cambio de uso de suelo en terrenos forestales de las áreas requeridas para la construcción y operación del Proyecto, el cual será presentada para evaluación y aprobación ante la Secretaría.

### III.5.3 Ley General de Vida Silvestre

La Ley General de Vida Silvestre en su Artículo 56M, establece que la Secretaría identificará a través de listas, las especies o poblaciones en riesgo, de conformidad con lo establecido en la Norma Oficial Mexicana correspondiente, señalando el nombre científico y, en su caso, el nombre común más utilizado de las especies; la información relativa a las poblaciones, tendencias y factores de riesgo; la justificación técnica-científica de la propuesta; y la metodología empleada para obtener la información, para lo cual se tomará en consideración, en su caso, la información presentada por el Consejo.

En la siguiente tabla se analiza y describen los artículos que se vinculan al Proyecto.

**Tabla III.7 Vinculación con la Ley General de Vida Silvestre**

Artículo	Descripción	Vinculación del Proyecto
60	La Secretaría promoverá e impulsará la conservación y protección de las especies y poblaciones en riesgo, por medio del desarrollo de proyectos de conservación y recuperación, el establecimiento de medidas especiales de manejo y conservación de hábitat críticos y de áreas de refugio para proteger especies acuáticas, la coordinación	En atención a lo dispuesto en esta normatividad, previo a la construcción del proyecto se realizaran actividades para prevenir y/o mitigar los impactos a la flora y fauna como es el rescate y reubicación de especies con alguna categoría de protección establecida en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Artículo	Descripción	Vinculación del Proyecto
	de programas de muestreo y seguimiento permanente, así como de certificación del aprovechamiento sustentable, con la participación en su caso de las personas que manejen dichas especies o poblaciones y demás involucrados.	Se compensará el área desmontada para la ejecución del Proyecto con otra superficie equivalente en donde se llevará a cabo acciones de restauración integral ecológica en la zona de conectividad de las reservas de Calakmul y Sian Ka'an en coordinación con la reserva de Calakmul, que compensará la disminución de la captura de carbono.

### III.5.4 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento

La Ley y su Reglamento establecen las disposiciones que deberán cumplirse en la generación y manejo de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligroso. El Proyecto no generará un volumen significativo de residuos, sin embargo, en todo momento se dará un manejo adecuado a los mismos en cumplimiento de las disposiciones aplicables a nivel federal, estatal y municipal.

Durante la operación del Proyecto, se generarán residuos, a continuación se describe como se dará cumplimiento a lo establecido en este reglamento.

**Tabla III.8 Vinculación con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento**

Artículo	Descripción	Vinculación del Proyecto
24	Las personas que conforme a lo dispuesto en la Ley deban registrar ante la Secretaría los planes de manejo de residuos peligrosos.	CFE como promovente del Proyecto, elaborará y registrará los planes de manejo de los residuos peligrosos que generé conforme a la regulación establecida.
46	En sus incisos I al IX respecto a la identificación, clasificación, manejo, etiquetado, almacenamiento, transporte, etc.	El Proyecto dará cumplimiento con base en la normatividad de los residuos peligrosos que genere en sus diferentes etapas. Los residuos peligrosos que generará el Proyecto serán manejados de acuerdo con su compatibilidad y de acuerdo con el Plan de Manejo de Residuos, que se elaborará e implementará y que incluirá: Identificación, Clasificación, Separación, Almacenamiento y Valoración de los Residuos y Sustancias.



### III.5.5 Normas Oficiales Mexicanas

#### Aire

Las normas oficiales mexicanas en materia de aire que se vinculan al Proyecto se enlistan en la siguiente tabla:

**Tabla III.9 Normas Oficiales Mexicanas en materia de aire**

Norma Oficial Mexicana	Descripción
NOM-041-SEMARNAT-2006	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.
NOM-043-SEMARNAT-1993	Que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas.
NOM-045-SEMARNAT-2006	Que establece los límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición para vehículos en circulación que usan diésel como combustible.
NOM-085-SEMARNAT-1994	Que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de humos, partículas suspendidas totales, bióxidos de azufre y óxidos de nitrógeno y los requisitos y condiciones para la operación de los equipos de calentamiento indirecto por combustión, así como los niveles máximos permisibles de emisión de bióxido de azufre en los equipos de calentamiento directo por combustión.
NOM-086-SEMARNAT-1994.	Especificaciones sobre protección ambiental que deben reunir los combustibles fósiles líquidos y gaseosos que se usan en las fuentes fijas y móviles.

Los vehículos que serán utilizados en las actividades de preparación del sitio, construcción y operación del Proyecto serán periódicamente verificados para cumplir con las normas oficiales mexicanas: NOM-041-SEMARNAT-2006 y NOM-045-SEMARNAT-2006. Se contempla un plan de vigilancia ambiental para garantizar su cumplimiento.

#### Ruido

Se identificó como normativa aplicable al proyecto en el componente ruido, las siguientes Normas Oficiales Mexicanas:



**Tabla III.10 Normas Oficiales Mexicanas en materia de ruido**

Norma Oficial Mexicana	Descripción
NOM-080-SEMARNAT-1994	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido provenientes del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.

Los vehículos automotores contratados, estos contarán en caso de requerirse con sistemas silenciadores de ruido ubicados en el sistema de escape de gases, en caso de no cumplan con lo estipulado en la NOM-080-SEMARNAT-1994. Se contempla un plan de vigilancia ambiental para garantizar su cumplimiento.

**Descarga de aguas residuales**

El Proyecto no contempla durante ninguna de sus etapas (preparación del sitio, construcción y operación) la descarga de aguas residuales, por tanto no se consideran las Normas Oficiales Mexicanas respectivas: NOM-001-SEMARNAT-1996, NOM-002-SEMARNAT-1996, y NOM-003-SEMARNAT-1997.

Durante la preparación del sitio y construcción se contratarán sanitarios portátiles para el personal que estará laborando en campo.

**Manejo y transportación de residuos peligrosos generados en las etapas de construcción, operación y abandono**

El manejo de los residuos peligrosos generados en la etapa de construcción y operación del Proyecto se sujetará a lo establecido en las normas contenidas en la siguiente tabla, asimismo, se implementarán Programas o Planes de Manejo de Residuos Sólidos, que sean específicos para el proyecto.

**Tabla III.11 Normas Oficiales Mexicanas para el Manejo de Residuos Peligrosos**

Norma Oficial Mexicana	Descripción
NOM-052-SEMARNAT-2005	Que establece las características, el procedimiento de identificación y los listados de los residuos peligrosos.
NOM-053-SEMARNAT-1993	Que establece el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Norma Oficial Mexicana	Descripción
	residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.
NOM-054-SEMARNAT-1993	Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-1993.

**Flora y fauna**

Durante los trabajos de campo se registraron siete especies vegetales en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010 y para fauna se registraron y verificaron 32 especies.

**Tabla III.12 Normas Oficiales Mexicanas para la protección de flora y fauna**

Norma Oficial Mexicana	Descripción
NOM-059-SEMARNAT-2010	Que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial y que establece especificaciones para su protección.

Al respecto cabe destacar que el Proyecto contempla un Programa de Rescate y Reubicación para las especies de fauna que se encuentran en estatus de conservación y un Programa de rescate y reubicación para las especies de flora que se encuentran en estatus de conservación, por lo que el Proyecto no pondrá en riesgo su conservación. Además se contempla el monitoreo de estas medidas para verificar su efectividad.





### III.6 ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS Y/O ÁREAS PRIORITARIAS PARA LA CONSERVACIÓN

#### III.6.1 Áreas Naturales Protegidas

En los estados de Campeche y Quintana Roo se registran siete áreas naturales protegidas federales y cuatro municipales. Cabe destacar que ninguna de estas áreas, se localizan dentro del Sistema Ambiental Regional como se observa en la siguiente tabla.

**Tabla III.13 Áreas Naturales Protegidas cercanas al SAR**

Nombre del ANP	Categoría	Fecha del decreto	Distancia al SAR
Federales			
Calakmul	Reserva de la Biosfera	23 de mayo de 1989	9.5 km al oeste
Uaymil		17 noviembre de 1994	69 km al noreste
Sian Ka'an		07 de junio de 2000	83 km al noreste
Estatales			
Balam-kín	Zona sujeta a conservación ecológica	15 de diciembre de 1999	41.5 km al noroeste
Balam-ku		14 de agosto de 2003	30 km al oeste
Santuario del Manatí		24 octubre de 1996	24 km al noreste
Municipales			
Jardín de regeneración y recuperación de especies	--	29 de octubre de 2006	65 km al noroeste

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

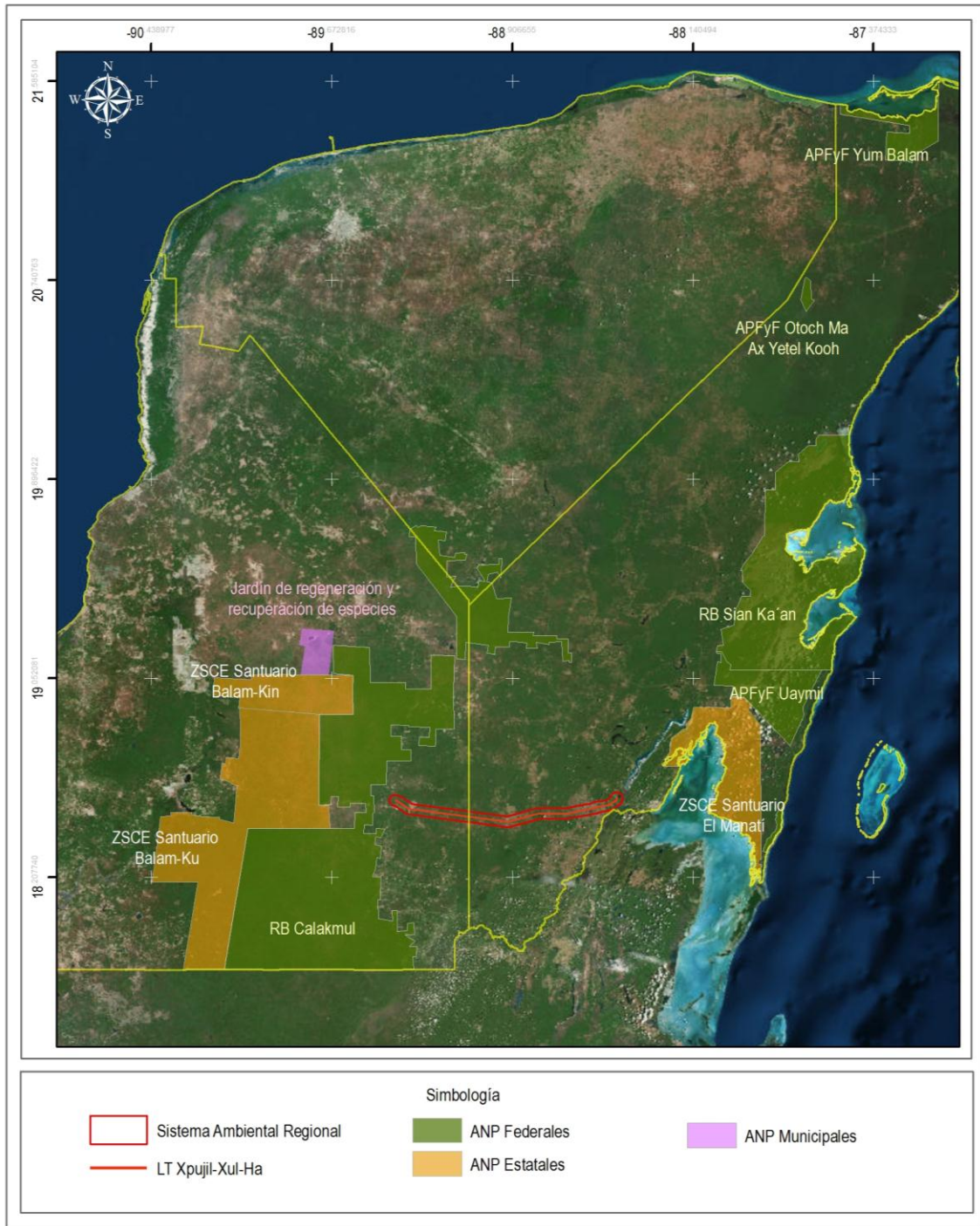


Figura III.3 Áreas Naturales Protegidas cercanas al SAR



### III.6.2 Áreas Prioritarias para la Conservación

Las regiones prioritarias terrestres, hidrológicas y marinas, así como las Áreas de Conservación de las Aves (AICAS) establecidas por la CONABIO, no forman parte del SINAP y por tanto no tienen criterios de tipo vinculante con el uso de suelo, sin embargo en la elaboración del presente documento se reflexionó sobre la pertinencia de identificar estas regiones a fin de tener claridad sobre la importancia para la conservación que tiene el Área de Afectación del Proyecto.

#### Regiones terrestres prioritarias

Las Regiones Terrestres Prioritarias (RTP) son áreas donde las características físicas y bióticas favorecen condiciones importantes para la biodiversidad, donde la riqueza biológica e integridad ecológica las convierten en objetivos prioritarios para la conservación; en ocasiones las RTP contienen áreas naturales protegidas por lo que la inclusión de estas suele ser frecuente.

El Proyecto atraviesa tres áreas prioritarias terrestres, una ubicada en el estado de Campeche y dos en el estado de Quintana Roo.

**Tabla III.14 Áreas Prioritarias Terrestre**

Área Prioritaria Terrestre	Importancia
121 Silvituc-Calakmul	Esta región incluye a una de las mayores extensiones de selvas tropicales del país, así como parte de la selva maya en México. Abarca el ANP de Calakmul, las últimas selvas altas de la península de Yucatán y posiblemente las mayores poblaciones en México de muchos vertebrados como el jaguar, el tapir, el pavo ocelado y el pecarí de labios blancos. Existen poblaciones de especies amenazadas y en peligro. Posee una topografía bastante homogénea. Una de las problemáticas que presenta esta región es la presencia de carreteras que actúan como barrera para el flujo genético de la fauna.
149 Zonas forestales de Quintana Roo	Posee las masas forestales continuas y bajo manejo probablemente de mayor importancia del México tropical. La existencia de esta región es relevante por su papel como corredor biológico y por favorecer la presencia de especies propias del ecosistema de selva mediana subperennifolia en extensiones grandes y con alto grado de conservación.
148 Río Hondo	Es importante por su diversidad biológica, por la importancia del sistema hidrológico



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Área Prioritaria Terrestre	Importancia
	y como corredor biológico entre el sur de la península de Yucatán con Belice y Guatemala. El tipo de vegetación predominante es el de selvas medianas subperennifolias.

Fuente: CONABIO. Regiones terrestres prioritarias

Si bien el Proyecto contempla el desmonte de selvas bajas y medianas subperennifolias la mayoría de la trayectoria de la Línea de transmisión atraviesa zonas agrícolas se tienen contempladas medidas para disminuir los impactos sobre la flora y fauna especialmente la que se encuentra en estatus de conservación. El Proyecto contempla implementar programas de rescate y reubicación de las especies en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010 y el monitoreo de las especies de fauna antes y durante la etapa de preparación del sitio y construcción, así como en la etapa de operación, lo que contribuirá al conocimiento de las mismas. Además se compensará el área desmontada para la ejecución del Proyecto con otra superficie equivalente en donde se llevará a cabo acciones de restauración integral ecológica en la zona de conectividad de las reservas de Calakmul y Sian Ka'an en coordinación con la reserva de Calakmul, que compensará la disminución de la captura de carbono.





MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

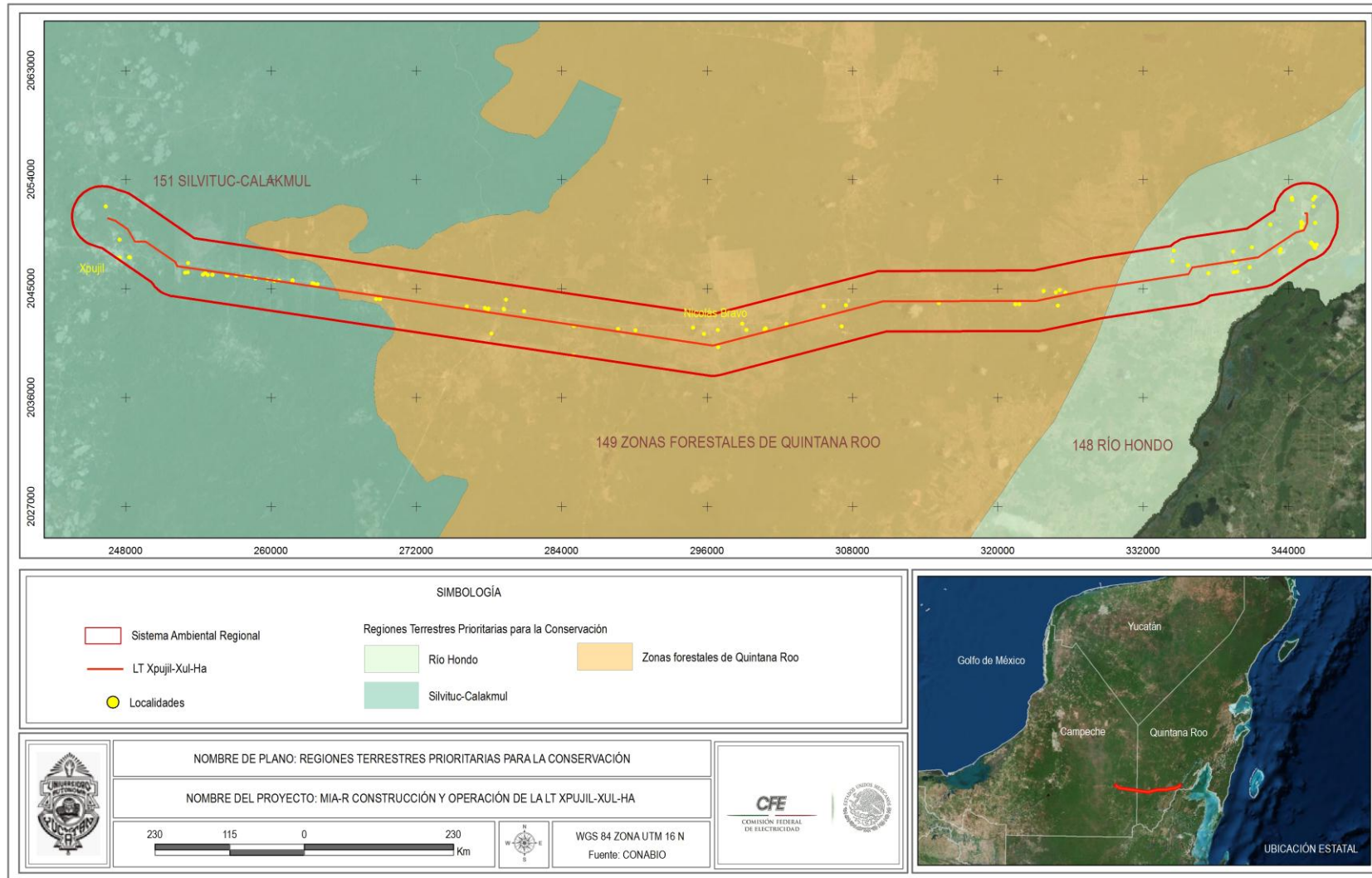


Figura III.4 Regiones Terrestres Prioritarias para la Conservación



### Regiones hidrológicas prioritarias

Las Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP), se determinan en base a su función en su biodiversidad, incluidos los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte. Una región hidrológica de alta biodiversidad es un área que tiene la posibilidad actual o potencial para la conservación de sus recursos, y en donde ocurren o pueden ocurrir impactos negativos, resultado de las diferentes actividades de uso o explotación de recursos que realizan distintos sectores.

El proyecto atraviesa dos regiones hidrológicas prioritarias: No. 96 Calakmul en el Estado de Campeche y No.110 Río Hondo en el Estado de Quintana Roo.

**Tabla III.15 Áreas Prioritarias Hidrológicas**

Área Prioritaria Hidrológica	Importancia
96 Calakmul	Su importancia radica en que porque presenta charcas temporales, pozos y corrientes subterráneas. Las principales amenazas son: modificación del entorno: desforestación, construcción de carreteras, incendios, crecimiento demográfico, uso de anfibios y vertebrados en riesgo, producción de chicle, cacería deportiva, saqueo de madera y tráfico ilegal de flora y fauna silvestres e introducción de especies como el lirio acuático <i>Eichhornia crassipes</i> .
110 Río Hondo	Los recursos hidrológicos son: cenotes, lagunas Milagros, Negra y Encantada, humedales y los ríos Hondo y Azul, arroyo Aguadulce, manantiales. Se caracteriza por ser aguas con flujo lento. Entre sus principales amenazas están: la modificación del entorno: desforestación debida al incremento en la agricultura y ganadería y al uso intensivo forestal, contaminación: por agroquímicos y materia orgánica, uso de recursos: introducción de tilapia <i>Oreochromis mossambicus</i> y <i>O. niloticus</i> ; uso de venenos para pesca y trampas no selectivas. Abastecimiento de agua para riego. Se requiere de la conservación de la biota nativa, control de introducción de especies exóticas y regulación en el uso de fertilizantes y pesticidas. Faltan estudios limnológicos en general.

Fuente: CONABIO. Regiones hidrológicas prioritarias





---

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

El Proyecto podría atravesar zonas inundables para lo cual se contemplan medidas de mitigación para minimizar los impactos que pudieran afectar a los recursos hídricos. Cabe destacar que no se afectarán humedales ni a los ríos Hondo y Azul, arroyo Aguadulce ni a ningún manantial, ni contempla el aprovechamiento de recursos ni la introducción de especies.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

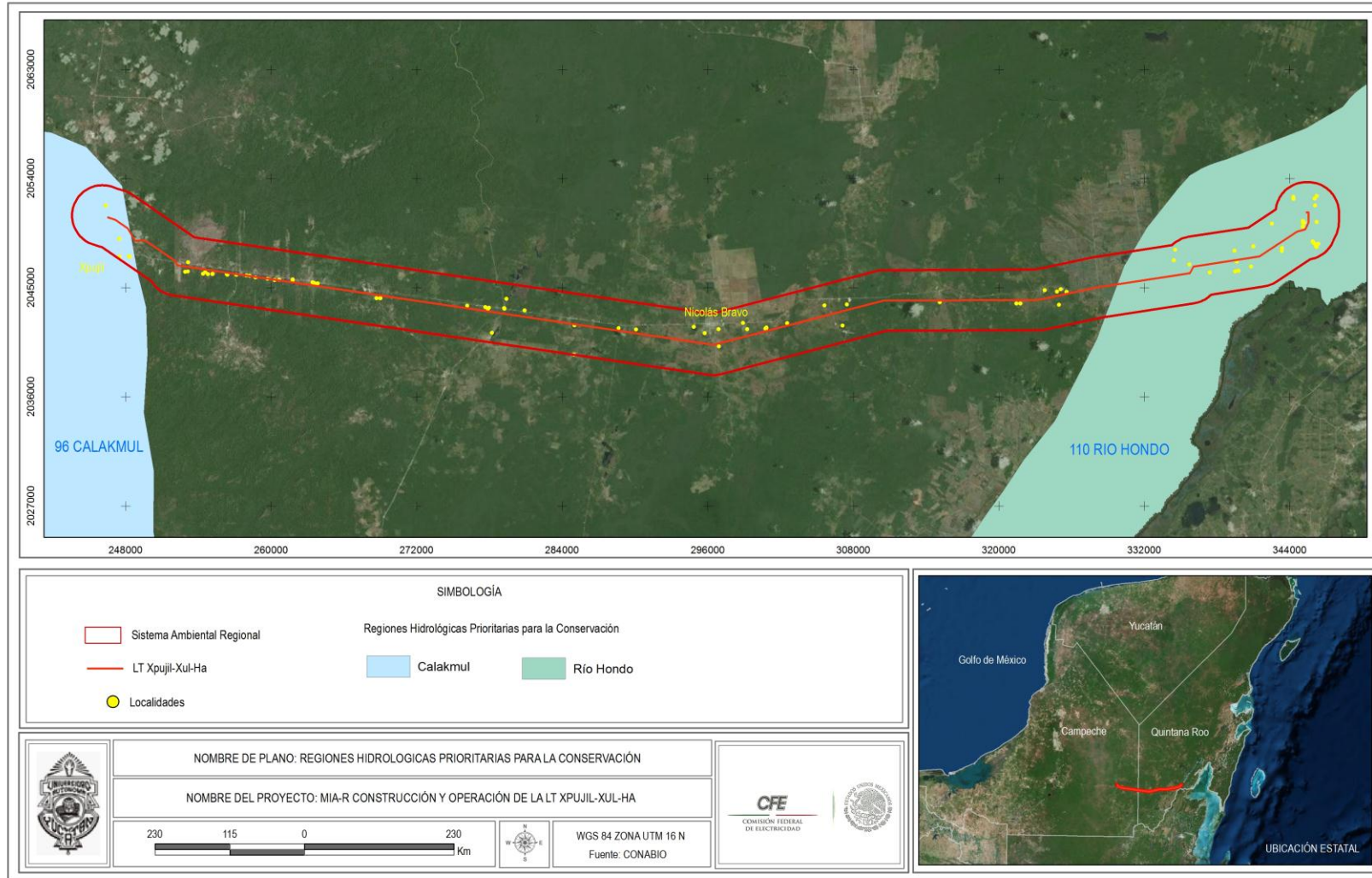


Figura III.5 Regiones Hidrológicas Prioritarias para la Conservación



### Áreas de importancia para la conservación de las aves (AICAS)

Existe un conjunto de áreas que sin contar con un decreto de protección federal han sido identificadas como relevantes para la conservación de las aves, denominadas “Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA’s)”, estas son una red de sitios que destacan por su importancia en el mantenimiento de las poblaciones de las aves a largo plazo, estas zonas se eligen con espacio suficiente que pueda albergar poblaciones de las especies de interés.

El Sistema Ambiental Regional abarca dos AICAS: No. 197 Corredor Calakmul-Sian Ka’an y la No.180 Sur de Quintana Roo.

**Tabla III.16 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves**

AICA	Importancia
197 Corredor Calakmul-Sian Ka’an	Su importancia radica en ser corredor ecológico entre reserva de Calakmul y a su vez se encuentra entre la de Calakmul y la Reserva de Sian Ka’an. Se tiene el registro de 296 especies de aves, algunas de ellas son endémicas y/o se encuentran dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.
180 Sur de Quintana Roo	Esta área presenta una gama de ecosistemas, que alojan una gran diversidad de hábitats. La riqueza de aves representada en la región, manifiesta una zona de importancia ornitológica no reconocida. En la zona se registran al menos el 58% de la avifauna del estado de Quintana Roo y el 49% de los de la Península de Yucatán. Hasta el momento se han registrado 224 especies para el estado, pero podría incrementarse a 355 lo que representaría el 80% de la avifauna del estado.

Fuente: CONABIO. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves.

El Proyecto contempla colocar y mantener los dispositivos conocidos como Disuasores de Vuelo de Aves (BFD’s, BirdFlightDiverter) en los cables de guarda en las áreas son cercanas a cuerpos de agua permanentes sobre el derecho de vía del Proyecto con el fin de protegerá las aves.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

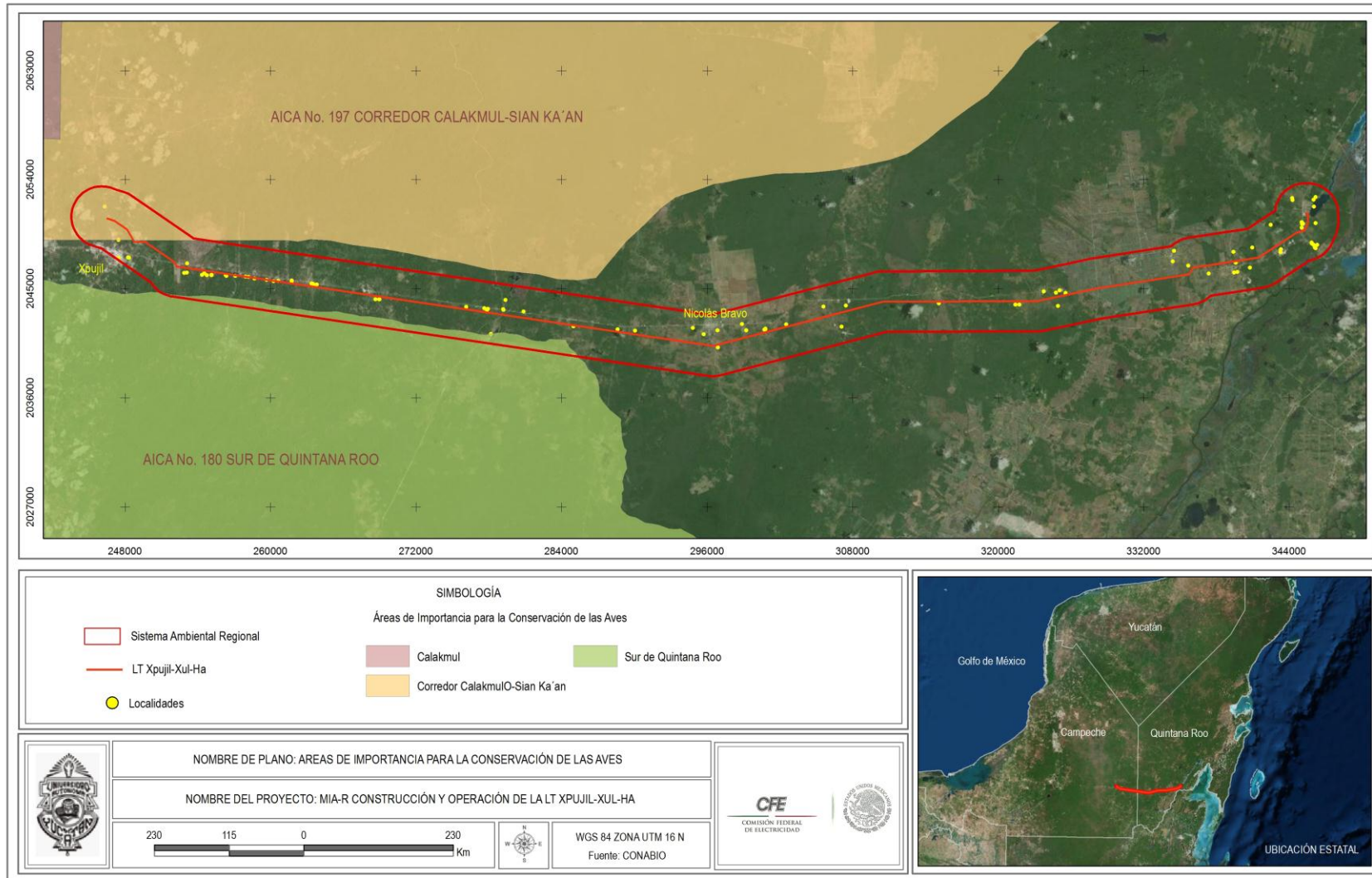


Figura III.6 Áreas de importancia para la Conservación de las Aves





**Convención relativa a los humedales de importancia internacional especialmente como hábitat de aves acuáticas**

Convención relativa a los humedales de importancia internacional especialmente como hábitat de aves acuáticas. La Convención se firmó en la ciudad de Ramsar, Irán, el 2 de febrero de 1971, entró en vigor en 1975 y fue modificada según el Protocolo de París, del 3 de diciembre de 1982.

Actualmente es el único Convenio entre gobiernos que se centra en la conservación y uso racional de los ecosistemas de Humedal, reconociendo de esta manera su importancia ecológica al ser uno de los ecosistemas más ricos en biodiversidad, y de los cuales depende la supervivencia de gran cantidad de especies.

El principal objetivo de la Convención Ramsar es: "La conservación y el uso racional de los humedales a través de la acción nacional y mediante la cooperación internacional".

El SAR no se encuentra dentro de ningún sitio RAMSAR los más cercanos son: 1322 Bala'an Ka'aax y 1329 Sian Ka'an.

**Tabla III.17 Sitios RAMSAR más cercanas al SAR**

Sitio RAMSAR	Fecha de ingreso	Distancia al Proyecto
1322 Bala'an Ka'aax	02 de febrero de 2004	73 km al norte
1329 Sian Ka'an	27 de noviembre de 2003	74 km al noreste

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

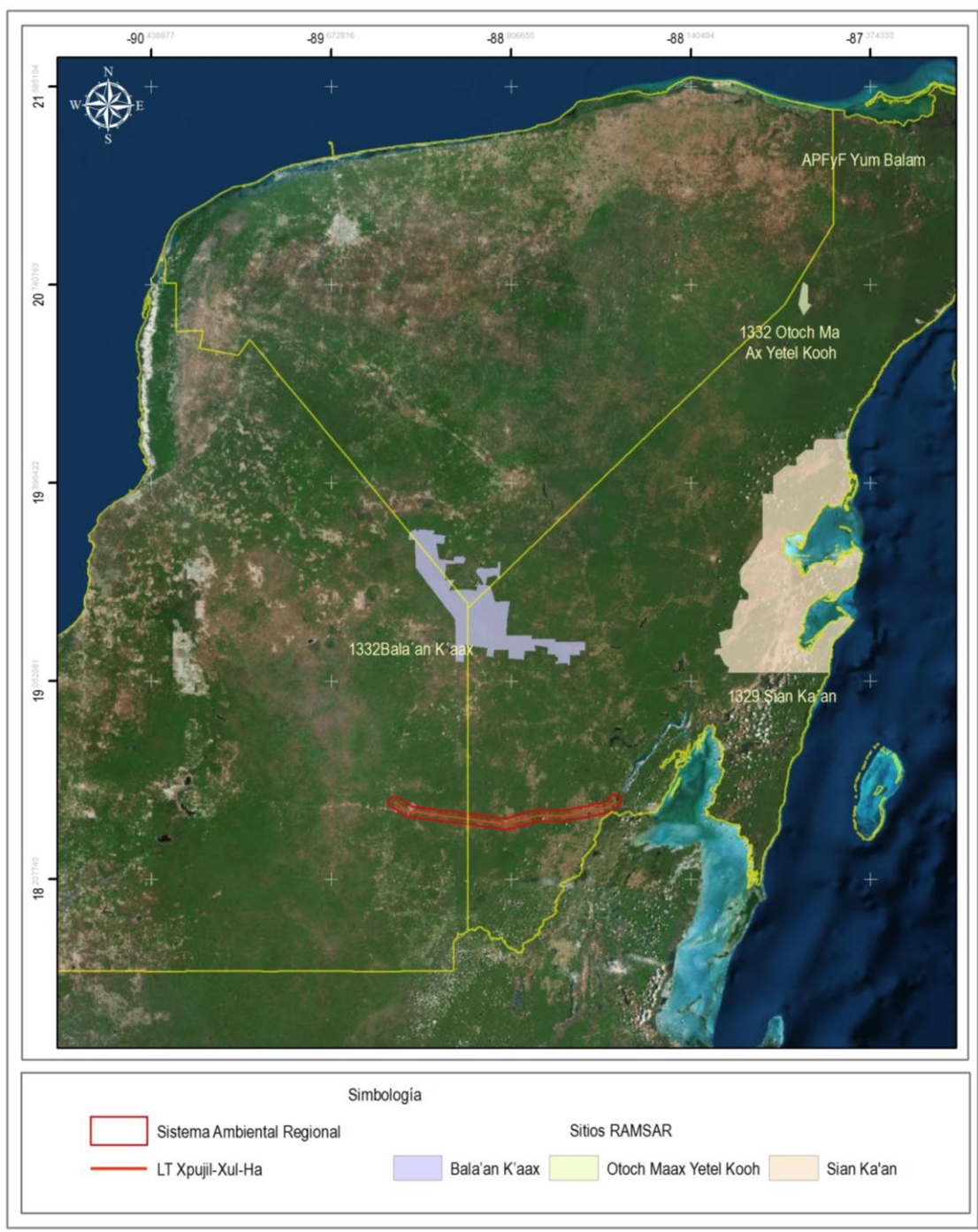


Figura III.7 Sitios RAMSAR





**CAPÍTULO IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO ..... 1**

IV.1 DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL .....1

IV.2. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS RETROSPECTIVO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.....4

IV.3 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) .....8

IV.3.1 Medio abiótico .....8

IV.3.2 Medio biótico .....39

IV.3.3 Medio socioeconómico.....129

IV.3.4 Paisaje .....140

IV.4 DIAGNOSTICO AMBIENTAL.....149

**TABLAS**

Tabla IV.1 Usos de suelo en el SAR delimitada de acuerdo al las cartas de INEGI de 1993 y 200..... 4

Tabla IV.2 Estaciones meteorológicas utilizadas para la caracterización de la precipitación y temperatura del Sistema Ambiental Regional ..... 9

Tabla IV.3 Temperatura media, máxima y mínima anual en °C ..... 9

Tabla IV.4 Temperatura promedio mensual en °C ..... 9

Tabla IV.5 Precipitación media anual en mm ..... 10

Tabla IV.6 Precipitación promedio anual en mm ..... 10

Tabla IV.7 Zonas sísmicas de la República Mexicana ..... 16

Tabla IV.8 Superficie ocupada por los principales tipos de relieve en el Sistema Ambiental y Área del Proyecto ..... 17

Tabla IV.9 Superficie ocupada por los principales tipos de suelo en el Sistema Ambiental y Área del Proyecto ..... 20

Tabla IV.10 Características de los principales tipos de suelo ..... 21

Tabla IV.11 Textura del suelo..... 22

Tabla IV. 12 Características de los suelos muestreados..... 23

Tabla IV.13 Superficie ocupada por los principales tipos de degradación del suelo en el Sistema Ambiental y Área del Proyecto ..... 26



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Tabla IV.14 Factores considerados para determinar la erosión potencial actual en el Área del Proyecto.....	31
Tabla IV.15 Erosión potencial del suelo en el Área del Proyecto .....	33
Tabla IV.16 Lagunas ubicadas en el Sistema Ambiental .....	34
Tabla IV.17 Balance de agua de los acuíferos del SAR.....	37
Tabla IV.18 Superficies de usos del suelo y vegetación del SAR de acuerdo a INEGI Serie V .....	39
Tabla IV.19 Superficies de usos del suelo y vegetación en el Área del Proyecto .....	41
Tabla IV.20 Ubicación de los puntos de muestreo realizados para caracterizar la vegetación.....	46
Tabla IV.21 Listado florístico de las especies registradas en la selva mediana subperennifolia.....	48
Tabla IV.22 Listado florístico de las especies vegetales registradas en la selva baja subperennifolia.....	56
Tabla IV.23 Abundancia de especies herbáceas en los tres sitios muestreados de selva mediana subperennifolia.....	63
Tabla IV.24 Abundancia de herbáceas en los tres sitios muestreados de selva baja subperennifolia.....	65
Tabla IV.25 Parámetros de la comunidad y Valor de Importancia Relativa (VIR) para las especies vegetales en selva mediana subperennifolia.....	76
Tabla IV.26 Parámetros de la comunidad y Valor de Importancia Relativa (VIR) para las especies vegetales en selva baja subperennifolia.....	80
Tabla IV.27 Riqueza específica e índice de diversidad de Shannon-Wiener (H) para los dos tipos de selva muestreados y los tres sitios para cada selva.....	83
Tabla IV.28 Especies vegetales en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010.....	84
Tabla IV.29 Puntos de muestreo realizados para la caracterización de la fauna de la L.T. Xpujil - Xul Ha.....	87
Tabla IV.30 Esfuerzo de captura empleado para anfibios y reptiles.....	90
Tabla IV.31 Densidades de la herpetofauna registrada por sitio de muestreo.....	92
Tabla IV.32 Esfuerzo de captura empleado para aves.....	98
Tabla IV.33 Densidades de aves por sitio de muestreo.....	101
Tabla IV.34 Esfuerzo de captura empleado para mamíferos.....	106
Tabla IV.35 Abundancias de murciélagos por sitio de muestreo.....	109
Tabla IV.36 Esfuerzo de captura empleado para mamíferos pequeños (roedores). 110	
Tabla IV.37 Densidad de roedores capturados por sitio de muestreo.....	112
Tabla IV.38 Esfuerzo de captura empleado para mamíferos medianos y grandes. 114	
Tabla IV.39 Densidad de mamíferos medianos y grandes capturados por sitio de muestreo.....	116
Tabla IV.40 Índices de diversidad aplicados.....	118



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Tabla IV.41 Índice de diversidad y riqueza de vertebrados terrestre por sitio de muestreo. ....	119
Tabla IV.42 Parámetros de diversidad de la herpetofauna muestreada.....	120
Tabla IV.43 Parámetros de diversidad de la avifauna registrada. ....	122
Tabla IV.44 Parámetros de diversidad de los mamíferos .....	123
Tabla IV.45 Especies registradas que se encuentran en alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010. ....	124
Tabla IV.46 Datos generales de los municipios de Calakmul y Othón P. Blanco. ....	129
Tabla IV.47 Población de los municipios de Calakmul y Othón P. Blanco durante el periodo de 1980-2010. ....	130
Tabla IV.48 Principales localidades ubicadas dentro del Sistema Ambiental.....	131
Tabla IV.49 Clasificación de las localidades por rango de tamaño de población. ...	131
Tabla IV.50 Distribución de la población de 3 años y más según condición de habla de lengua indígena y español, 2010.....	132
Tabla IV.51 Localidades ubicadas dentro del SAR con personas de 3 años y más que hablan alguna lengua indígena .....	133
Tabla IV.52 Indicadores de migración. ....	134
Tabla IV.53 Características de las viviendas particulares. ....	135
Tabla IV.54 Población analfabeta de 15 años y más de los municipios de Calakmul y Othón P. Blanco. ....	136
Tabla IV.55 Población de quince años y más por nivel de escolaridad en los municipios de Calakmul y Othón P. Blanco.....	136
Tabla IV.56 Población total, indicadores socioeconómicos, índice y grado de marginación de los municipios de Calakmul y Othón P. Blanco.....	138
Tabla IV.57 Distribución de la población por condición de actividad económica según sexo, 2010.....	139
Tabla IV.58 Evaluación del paisaje del SAR. ....	142
Tabla IV.59 Vistas generales del paisaje la secuencia va de Xul Ha a Xpujil. ....	143
Tabla IV.60 Evaluación del paisaje del SAR. ....	150



## FIGURAS

Figura IV.1 Ubicación del Sistema Ambiental Regional .....	3
Figura IV.2 Análisis comparativo de superficies por uso del suelo 1993-2000.....	5
Figura IV.3 Usos del suelo y vegetación en el SAR INEGI Serie II 1993 .....	6
Figura IV.4 Usos del suelo y vegetación en el SAR, INEGI Serie III 2000 .....	7
Figura IV.5 Tipo de rocas en el SAR .....	14
Figura IV.6 Regionalización sísmica de la República Mexicana.....	15
Figura IV.7 Tipos de relieve en el SAR .....	18
Figura IV.8 Pendientes en el SAR.....	19
Figura IV.9 Tipos de suelo presentes en el SAR.....	24
Figura IV.10 Degradación del suelo .....	27
Figura IV.11 Hidrología superficial del SAR .....	35
Figura IV.12 Hidrología subterránea del SAR .....	38
Figura IV.13 Usos del suelo y vegetación del SAR de acuerdo a INEGI Serie V .....	40
Figura IV.14 Porcentaje de familias botánicas colectadas en la selva mediana subperennifolia .....	47
Figura IV.15 Porcentaje de formas biológicas que representan las especies botánicas colectadas en la selva mediana subperennifolia .....	47
Figura IV.16 Porcentaje de de formas biológicas colectadas en la selva baja subperennifolia .....	54
Figura IV.17 Porcentaje de familias botánicas colectadas en la selva baja subperennifolia .....	55
Figura IV.18 Estructura vertical de la selva mediana subperennifolia. ....	61
Figura IV.19 Estructura vertical para cada sitio muestreado de la selva mediana subperennifolia. 1=Río Bec, 2=Xpujil, 3=Lomeríos. ....	62
Figura IV.20 Estructura vertical de la selva baja subperennifolia. ....	64



---

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Figura IV.21 Estructura vertical de la selva baja subperennifolia por sitio de muestreo 1= Puente, 2= Lomeríos, 3= Zona de caña. ....	65
Figura IV.22 Estructura horizontal de la selva mediana subperennifolia .....	67
Figura IV.23 Estructura horizontal de la selva baja subperennifolia. ....	68
Figura IV.24 Frecuencia absoluta de especies reportadas el tular. ....	69
Figura IV.25 Frecuencia absoluta de especies reportadas en la asociación de sabana. ....	70
Figura IV.26 Perfil de la vegetación con las especies registradas en un parche de vegetación de selva mediana subperennifolia (Río Bec M12, 16 Q 256792 2045987). .....	71
Figura IV.27 Perfil de la vegetación con las especies registradas en un parche de vegetación de selva baja subperennifolia (Puente B1, 16 Q 284925 2042353). ....	72
Figura IV.28 Perfil de la vegetación con las especies registradas en un parche de vegetación de selva baja subperennifolia (Lomeríos B2, 16 Q 310078 2044104. ....	73
Figura IV.29 Número de especies con distribución potencial en el SAR y especies verificadas en los trabajos de campo. ....	89
Figura IV.30 Crecimiento poblacional en los municipios de Calakmul y Othón Balnco durante el periodo 1980-2010 .....	130



## CAPÍTULO IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

### IV.1 DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

El **Sistema Ambiental Regional (SAR)** es el espacio geográfico en donde se desarrolla un proyecto o actividad la cual pudiera tener efectos sobre los diferentes componentes ambientales que lo conforman (aire, agua, suelo, geomorfología, vegetación, fauna, etc.), ya sea de forma directa o indirecta, en el corto, mediano y largo plazo.

Para la delimitación del SAR del Proyecto que nos atañe, se consideraron sus características proyecto (dimensión, distribución de los tipos de obras del proyecto), así como el Ordenamiento Ecológico del Municipio de Calakmul, además se analizaron factores abióticos como rasgos geomorfoedafológicos e hidrográficos, factores bióticos como tipos de vegetación y factores sociales. A continuación se describen el análisis de los criterios utilizados para la determinar el SAR:

El Proyecto consiste en la construcción y operación de una línea de transmisión de la LT. Xpujil - Xul Ha, la cual tendrá una longitud de 104.277 kilómetros, con un ancho de derecho de vía de 26 m, se instalarían aproximadamente 260 torres de acero estructural soportadas con cimentaciones de concreto armado, las cuales sostendrían el cableado aéreo. De lo anterior, se desprende que el **Área del Proyecto** (la superficie total que se afectaría de manera directa) es de 271.11 has.

Como ya se ha mencionado, el Proyecto se ubica en dos municipios Calakmul en el Estado de Campeche y Othón P Blanco en el Estado de Quintana Roo, de los cuales sólo el municipio de Calakmul cuenta con un Programa de Ordenamiento Ecológico decretado (28 de noviembre de 2012; <http://web2.semarnat.gob.mx/temas/ordenamientoecologico/Paginas/ODecretados.aspx>) el cual establece 14 unidades de gestión territorial (UGT), de las cuáles el proyecto atraviesa once, mientras que el municipio de Othón P. Blanco carece de este tipo de instrumento (local o municipal). Por tal razón no resultó factible utilizar los límites de las unidades de gestión como criterio para delimitar el SAR.





Las cuencas hidrográficas y sus subunidades (subcuenca, microcuenca) son un marco geográfico adecuado para la delimitación de un SAR, debido a que constituyen unidades funcionales, pues la superficie de terreno que conforma una cuenca está ligada por la dinámica hidrológica que se da en ella. Sin embargo, en lo que respecta al Proyecto (ubicado en la RH 33 Río Hondo), la excesiva permeabilidad y la falta de desniveles orográficos impiden la formación de corrientes superficiales de importancia; la ausencia de una red hidrográfica superficial no permiten delimitar cuencas y subcuencas y por lo tanto definir el SAR con base a éstas.

Las condiciones anteriormente descritas dificultaron el establecimiento de un SAR adecuado, en cuanto a dimensiones manejables, que encierre un ecosistema basado en los límites de cuencas hidrológicas o paisajes fisiográficos que, como sucede en otras regiones del país, permita identificar sistemas de topofomas que puedan manejarse como unidades ambientales.

Ante esta situación, considerando que la Península de Yucatán tiene la particularidad de ser una extensa llanura de sustrato plano y homogéneo, donde en general un mismo tipo de clima y suelo cubren extensas zonas debido a la carencia de gradientes altitudinales que provoquen cambios significativos de las condiciones ambientales y que, por ende, ocurran tipos de vegetación homogéneos para grandes zonas, se optó por realizar la descripción del SAR estableciendo un "buffer" de 2.5 km a cada lado del eje de la trayectoria del proyecto, asumiendo que esta distancia abarcaría la extensión de todos los impactos esperados. De esta manera, el SAR definido, tiene una superficie total de 53,267 has.

En la siguiente figura se presenta la ubicación del SAR delimitado y de la trayectoria del Proyecto.



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

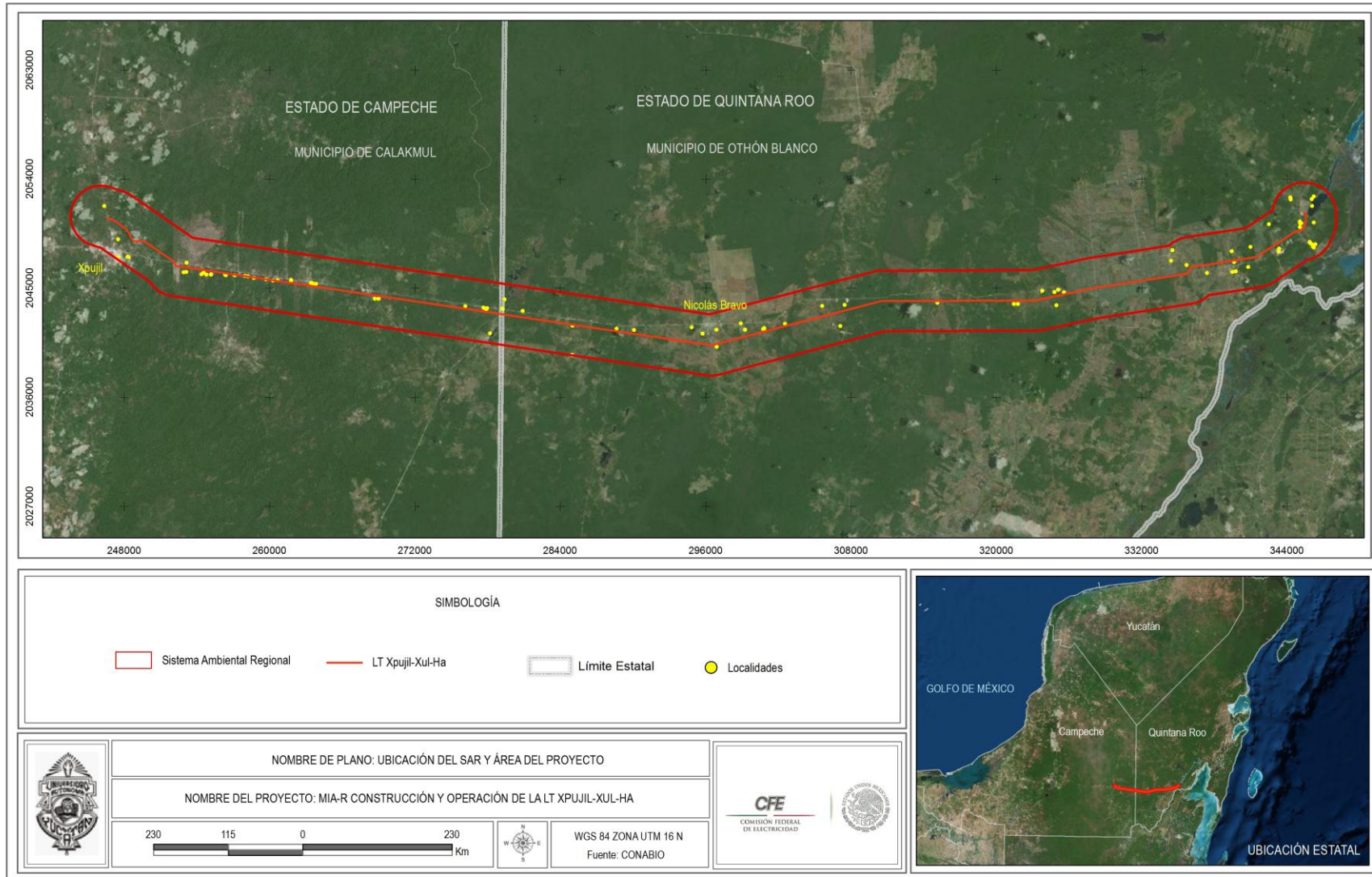


Figura IV.1 Ubicación del Sistema Ambiental Regional



## IV.2. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS RETROSPECTIVO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

De acuerdo con el plano de INEGI Serie II de 1993 el Sistema Ambiental Regional mantenía una cobertura continua de vegetación natural importante sobre todo en el área que corresponde al municipio de Calakmul y ya presentaba dos áreas importantes dedicadas a las actividades agropecuarias una en los alrededores de la localidad de Nicolás Bravo y otra en los alrededores de la localidad de Sergio Butrón Casas ambas en el municipio de Othón Blanco. En este año la superficie agropecuaria era de 9,207.71 has y el resto de la superficie estaba ocupada por ecosistemas naturales 44,059.29 has, por lo que para esta fecha la calidad ambiental en términos generales era buena.

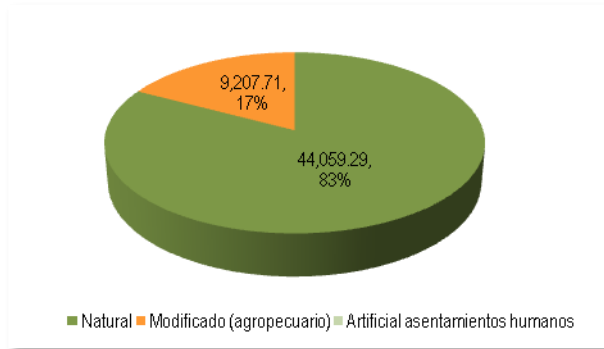
Para el 2000 la carta de usos del suelo de INEGI Serie III, la superficie agropecuaria se incrementó de forma significativa cubriendo una superficie de 26,520.13 has a la escala 1:250,000 INEGI ya reportaba áreas de asentamientos humanos con un área de 734.71 has y el resto de la superficie de ecosistemas naturales con 26,012.16 has. La calidad ambiental disminuyó drásticamente en diez años.

Tabla IV.1 Usos de suelo en el SAR delimitada de acuerdo al las cartas de INEGI de 1993 y 200.

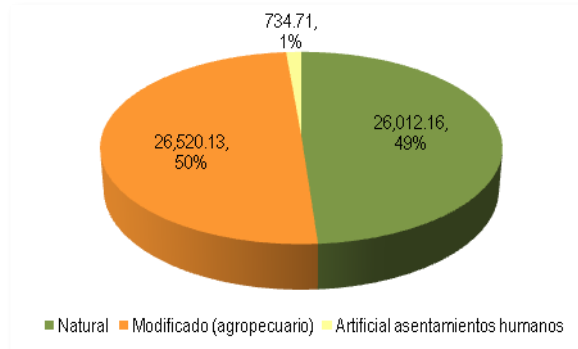
Tipo de sistema	Superficie 1993		Superficie 2000	
	Has	%	Has	%
Natural	44,059.29	82.71	26,012.16	48.83
Modificado (agropecuario)	9,207.71	17.29	26,520.13	49.79
Artificial (asentamientos humanos)	--	--	734.71	1.38



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA



Usos del suelo Serie II INEGI, 1993



Usos del suelo Serie III, 2000

**Figura IV.2 Análisis comparativo de superficies por uso del suelo 1993-2000**



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

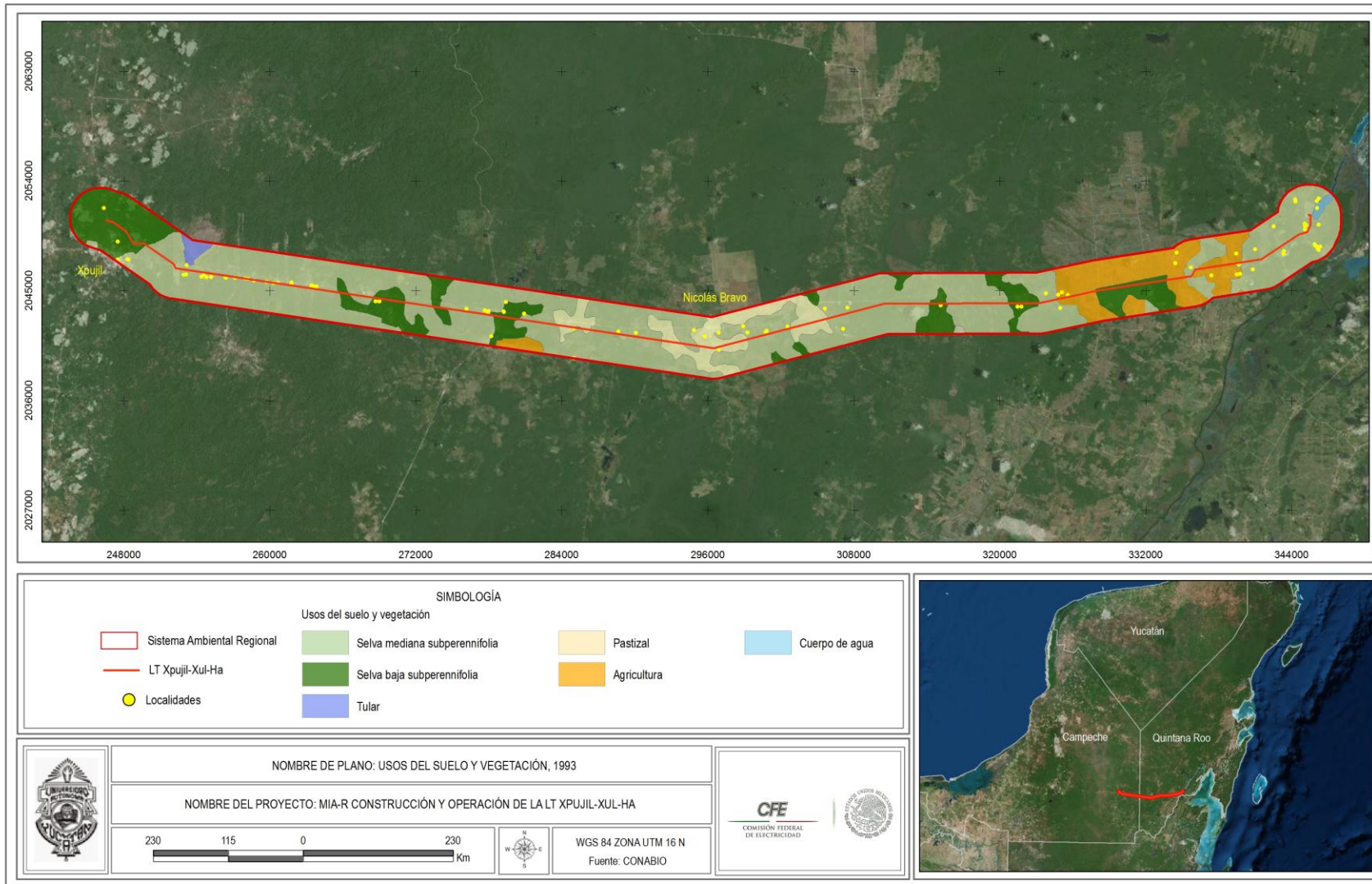


Figura IV.3 Usos del suelo y vegetación en el SAR INEGI Serie II 1993

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

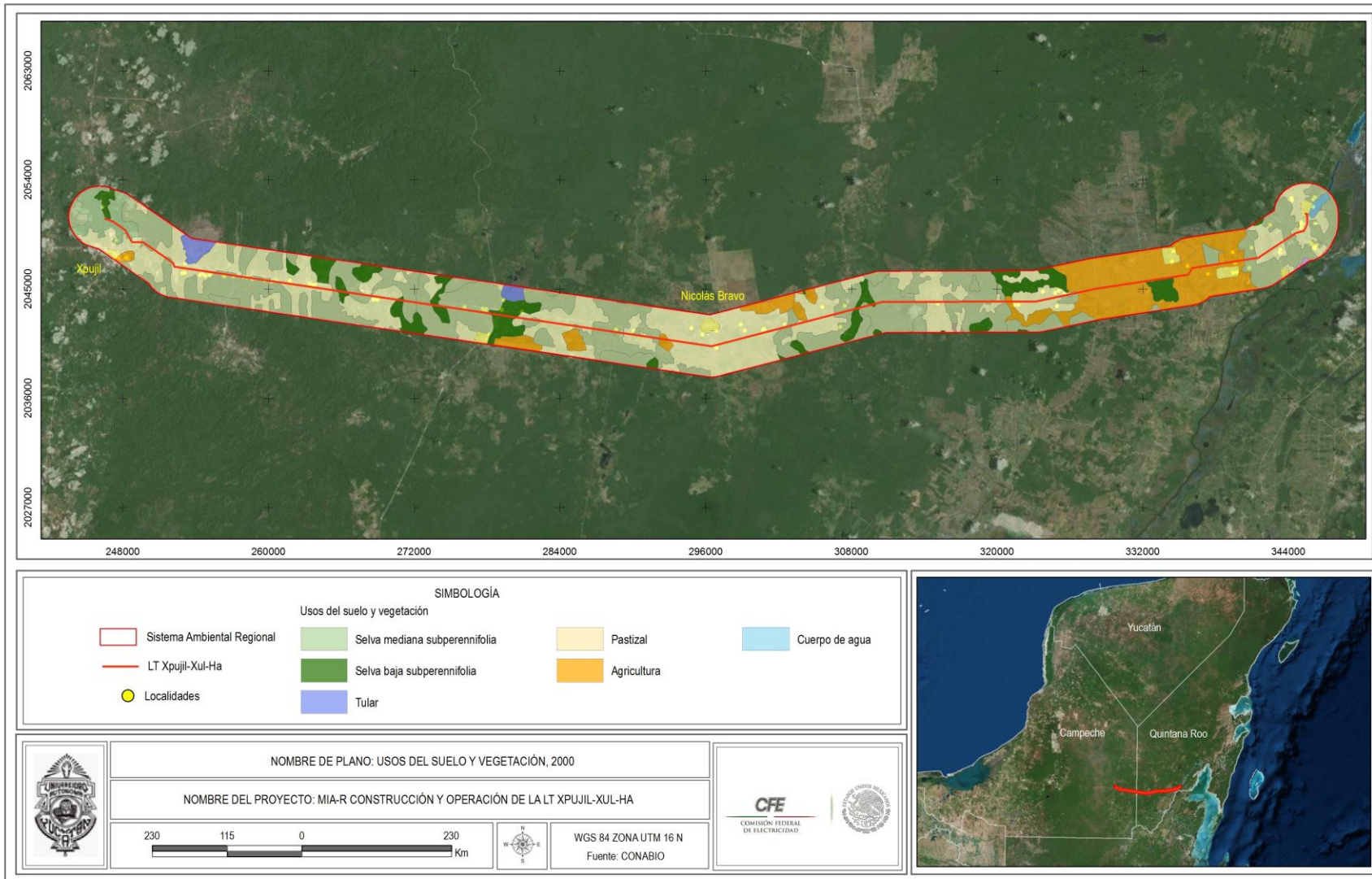


Figura IV.4 Usos del suelo y vegetación en el SAR, INEGI Serie III 2000





### IV.3 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR)

La caracterización del medio físico se hizo a través del análisis documental y cartográfico de información gerada por el INEGI y otras dependencias gubernamentales, los aspectos del medio biótico se realizaron a través de una exhaustiva revisión bibliográfica, complementada y verificada con los trabajos de campo realizados particularmente en el SAR definido para el Proyecto.

Para los aspectos socioeconómicos se describieron las características de los dos municipios que atraviesa el proyecto: Calakmul, Campeche y Othón Blanco, Quintana Roo, aunque para el análisis más detallado se hizo énfasis en las localidades más cercanas, a 1 kilómetro a cada lado del eje del Proyecto.

#### IV.3.1 Medio abiótico

##### Clima

De acuerdo con el sistema de clasificación climática de Köppen modificado por García (1990), el clima general de la Península de Yucatán corresponde al tropical subhúmedo con lluvias de verano (Awx) en la mayor parte de su extensión y que alcanzan alrededor de 1,000 mm al año, en promedio con una zona más seca en la región noroeste con cerca de 600 mm anuales, la temperatura media anual está entre 25.9 y 26.6°C. No obstante se presentan variaciones locales que definen subtipos climáticos.

Para la caracterización del comportamiento de la precipitación y temperatura en el SAR se utilizaron los registros de las estaciones meteorológica más cercanas a lo largo de la trayectoria de la L.T. Xpujil - Xul Ha cuya ubicación y periodo de registro se presentan en la siguiente Tabla:



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

**Tabla IV.2 Estaciones meteorológicas utilizadas para la caracterización de la precipitación y temperatura del Sistema Ambiental Regional**

Nombre de la estación	Coordenadas de ubicación		Altura msnm	Periodo de registro
	X	Y		
4037 Zoh Laguna	18°35'32"	89°25'02"	265.0	1951-2010
23016 Nicolás Bravo Km 71	18°27'30"	88°55'56"	109.0	1951-2010
23049 I.N.I.A. Caechet	18°34'20"	88°27'34"	26.0	1951-2010

Fuente: Servicio meteorológico Nacional.

### **Temperaturas promedio anual, extrema y mensual**

La temperatura media anual en El SAR va de 24.3 a 26.2°C registrándose la temperatura promedio más alta hacia Xul Ha. Las temperaturas máximas van de 30.4°C a 32.2°C mientras que las mínimas van de 18.2 a 20°C.

**Tabla IV.3 Temperatura media, máxima y mínima anual en °C**

Nombre de la estación	Media normal	Máxima normal	Mínima normal
Zoh Laguna	24.3	30.4	18.2
Nicolás Bravo Km 71	25.9	32.1	19.7
I.N.I.A. Caechet	26.2	32.3	20.0

Fuente: Servicio meteorológico Nacional.

Los meses más calurosos son mayo a agosto con temperaturas promedio de 26 a 28°C, mientras que los meses más fríos son diciembre y enero con temperaturas que van de 21 a 23°C.

**Tabla IV.4 Temperatura promedio mensual en °C**

Mes	Zoh Laguna	Nicolás Bravo Km 71	I.N.I.A. Caechet
Enero	21.5	23.6	23.1
Febrero	22.3	24.1	23.9
Marzo	24.1	25.3	25.1
Abril	25.8	26.4	26.8
Mayo	26.7	27.4	27.9
Junio	26.3	27.4	28.0

Mes	Zoh Laguna	Nicolás Bravo Km 71	I.N.I.A. Caechet
Julio	25.7	26.8	27.6
Agosto	25.7	27.1	27.9
Septiembre	25.4	27.0	27.9
Octubre	24.2	26.4	26.7
Noviembre	22.5	25.1	25.0
Diciembre	21.4	23.8	23.9

Fuente: Servicio meteorológico Nacional.



### ***Precipitación promedio mensual, anual y extremas***

La precipitación promedio anual va de 999.5 mm a 1,351.7 mm, la precipitación se incrementa hacia Xul Ha y es menor en el área que corresponde al municipio de Calakmul hacia el inicio de la línea de transmisión.

**Tabla IV.5 Precipitación media anual en mm**

Nombre de la estación	Media anual	Máxima mensual
4037 Zoh Laguna	999.5	442.8 julio
Nicolás Bravo Km 71	1,181.2	784.8 junio
23049 I.N.I.A. Caechet	1,351.7	688.5 agosto

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional.

Las precipitaciones más altas se registran en el mes de septiembre y la temporada de lluvias abarca de junio a octubre; los registros van de 129 mm a 216 mm. Los meses más secos son febreros y marzo con una precipitación de 25 a 29 mm.

**Tabla IV.6 Precipitación promedio anual en mm**

Mes	Zoh Laguna	Nicolás Bravo Km 71	I.N.I.A. Caechet
Enero	48.5	60.1	60.4
Febrero	25.6	37.7	28.3
Marzo	20.6	30.0	29.5
Abril	40.9	37.6	50.4
Mayo	91.6	85.2	115.8
Junio	129.2	188.8	216.4

Mes	Zoh Laguna	Nicolás Bravo Km 71	I.N.I.A. Caechet
Julio	119.1	157.3	158.7
Agosto	120.3	127.7	176.7
Septiembre	176.9	189.0	180.5
Octubre	120.9	134.5	170.6
Noviembre	58.9	76.2	101.2
Diciembre	47.0	57.1	63.2

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional.

### **Vientos**

#### ***Nortes***

En los meses de enero a marzo se originan “frentes” producto del choque de las masas frías del norte con el aire tropical del país, al pasar por el mar de las Antillas y el Golfo de México se saturan de agua en forma de nubosidad depositada posteriormente como lluvia;



a esto se le conoce como “Norte”. En la Península de Yucatán ocasiona la lluvia invernal que en algunos años llega a ser tan elevada que abarca más del 15% del total anual. La duración de efecto de los nortes puede ser en promedio de tres días, periodo en que cubre su trayectoria total.

### ***Vientos alisios***

Los vientos alisios penetran con fuerza a la Península de Yucatán entre los meses de mayo a octubre y son el principal aporte de lluvia estival. Se originan por el país desplazamiento de grandes masas de aire provenientes de la Celda Anticiclónica, localizada en la porción centro norte del océano Atlántico. Estos vientos giran en el hemisferio norte en el sentido de las manecillas del reloj por efecto del movimiento de rotación del planeta, atraviesan la porción central del Atlántico y el Mar Caribe, cargándose de humedad.

El sobrecalentamiento del mar en el verano ocasiona que estos vientos se saturen de nubosidad y se enfríen relativamente al chocar con los continentes por lo que provocan las lluvias de verano. (UADY, 1999).

### ***Huracanes***

Durante el verano, en el Caribe y el Golfo de México se generan fenómenos ocasionados por inestabilidades de baja presión, que dan lugar a las tormentas tropicales, dependiendo de la energía acumulada se puede formar un ciclón o un huracán. Las tormentas tropicales y huracanes se desplazan con una trayectoria de este a oeste y posteriormente hacia el norte. Los meses con mayor incidencia de huracanes son agosto y septiembre. (UADY, 1999).

Entre los años 1970 y 2008 han ingresado a la Península de Yucatán 21 ciclones tropicales. Los más dañinos fueron: Allen (1980), Gilberto y Opal (1988), Roxana (1995), Emily y Wilma (2005). Cabe señalar que los huracanes más destructivos que han azotado la región del Estado de Quintana Roo fueron Gilberto y Wilma, ambos de categoría 5,



provocando severos daños ambientales y económicos al estado. (CONAGUA, 2010; POEL, 2011).

### **Aire**

No existen datos sobre la calidad del aire de la región, sin embargo se puede suponer que no existen problemas de contaminación atmosférica, debido a que las fuentes de emisión son prácticamente nulas, ya que no existen desarrollos industriales que puedan generar contaminantes; la ausencia de barreras físicas (macizos o cadenas montañosas) que dificulten su dispersión; y a que los vientos que soplan todo el año no permiten la acumulación de contaminantes.

Los incendios forestales son las principales fuentes de emisión de contaminantes. La temporada de incendios, fuertemente vinculada con la de sequía, se establece a partir de enero, llegando a su máximo en abril y mayo. En los años con lluvias abundantes el riesgo de incendios antropogénicos se ve disminuido, pero aumenta el generado por descargas eléctricas.

### **Geología y geomorfología**

La península se caracteriza por un basamento metamórfico de edad paleozoica sobre el cual ha evolucionado una secuencia sedimentaria de más de 3,000 metros de espesor depositada desde el Jurásico hasta el Reciente. Aparentemente la fuente de los materiales provenía de un basamento paleozóico.

En el Cretácico Superior en la Península de Yucatán se manifestaron cambios en la sedimentación, por lo que la porción central comenzó a emerger hasta quedar expuesta. Los materiales asociados con este evento son las margas y horizontes de bentonita en áreas alejadas de las antiguas costas, y dolomías, areniscas y derrames andesíticos en las zonas poco profundas. Durante el Terciario y Cuaternario se presentan fases de plataforma somera en ambientes de supramarea, generados por la continua oscilación del nivel del mar.



En cuanto al Sistema Ambiental Regional, en lo que corresponde al municipio de Calakmul predominan las rocas marinas calcáreas (calizas y areniscas) del Cretácico Medio e Inferior mientras que hacia el municipio de Othón P Blanco existen terrazas marinas, gravas, arenas y limos del Pleistoceno y Reciente.

### ***Presencia de fallas y fracturamientos***

En los alrededores del Sistema Ambiental Regional existen un sistema de fallas que se presentan con dirección noreste a suroeste, tienen longitud de varios kilómetros y se manifiestan en escarpes con desnivel de 10 a 100 m; en algunas de ellas se han originado fosas gradualmente convertidas en pantanos, lagos y lagunas. (CONAGUA; 2009). Solo una falla normal atraviesa el Sistema Ambiental Regional, cerca de la localidad de Nicolás Bravo.



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

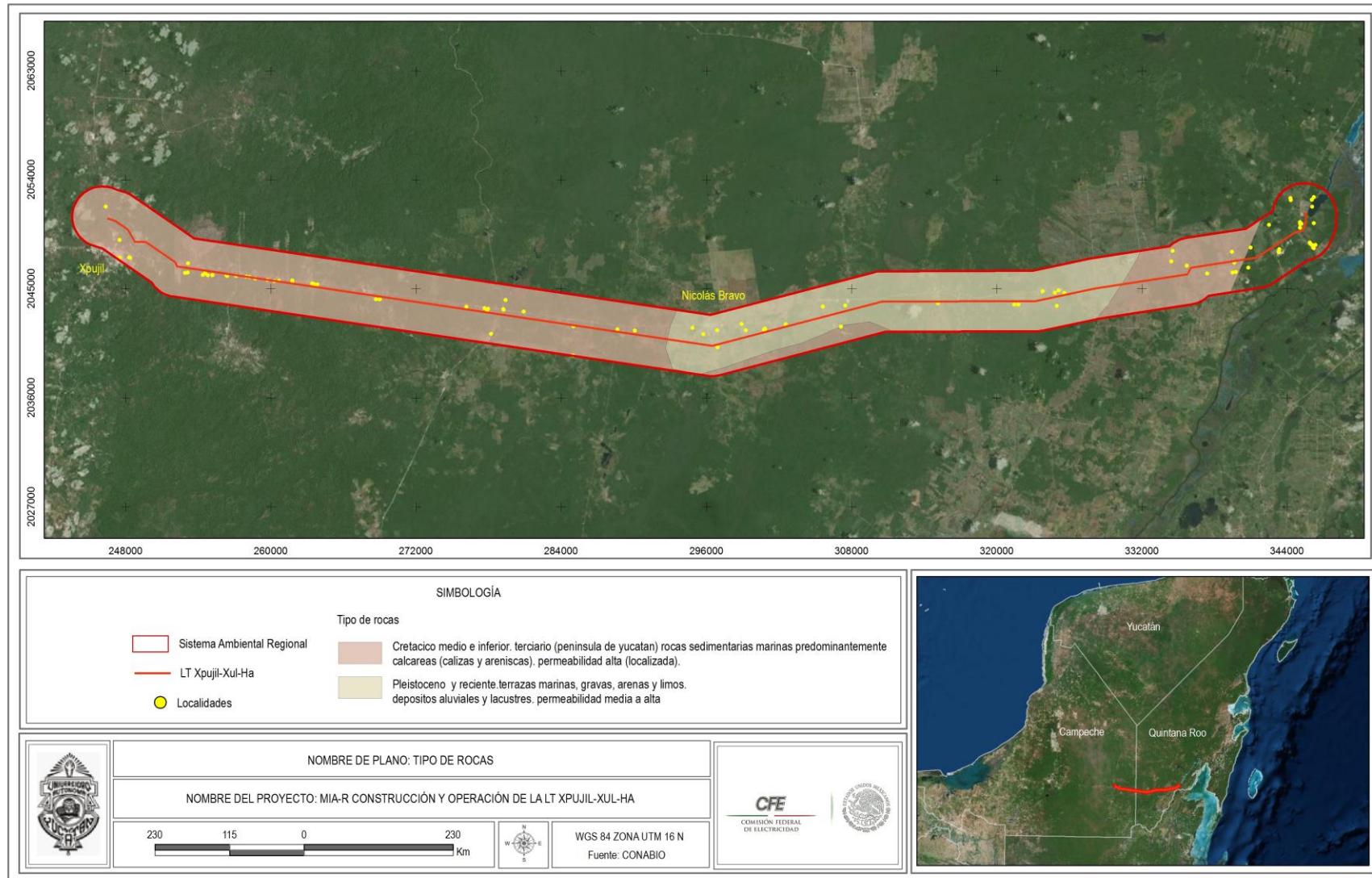


Figura IV.5 Tipo de rocas en el SAR

## ***Susceptibilidad a sismicidad***

La vulnerabilidad sísmica se podría considerar como una expresión que relaciona las consecuencias probables de un movimiento de tierra sobre una construcción, una obra de ingeniería o un conjunto de bienes o sistemas expuestos con la intensidad del temblor que podría generarlas. Con fines de diseño antisísmico la República Mexicana se encuentra dividida en cuatro zonas sísmicas, esto se realizó de acuerdo a los catálogos de sismos ocurridos desde inicios de siglo pasado.

**Figura IV.6 Regionalización sísmica de la República Mexicana**



Fuente: CENAPRED. 2000. Clasificación de la República Mexicana de acuerdo con la regionalización sísmica.



**Tabla IV.7 Zonas sísmicas de la República Mexicana**

Zona	Descripción
A	Zona donde no hay registros históricos de sismos en los últimos 80 años y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10% de la aceleración a causa de temblores
B y C	Zonas intermedias, donde se reportan sismos no tan frecuentes o afectadas por altas aceleraciones, pero no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo
D	Zonas donde se han reportado grandes sismos históricos, donde la ocurrencia del sismo es muy frecuente y las aceleraciones del suelo pueden sobrepasar el 70% de la aceleración de la gravedad

Fuente: CENAPRED. 2000. Clasificación de la República Mexicana de acuerdo con la regionalización sísmica.

Como se puede observar, el proyecto se encuentra en la zona A, por lo que no se tiene registro de actividad sísmica en el SAR definido para su análisis.

**Características del relieve**

El Sistema Ambiental Regional se ubica en la provincia Fisiográfica denominada “Península de Yucatán”, debido a sus características, se le denomina “Plataforma Calcárea de Yucatán” la cual se caracteriza por ser una superficie sensiblemente plana, principalmente en la parte norte de la Península y lomeríos prolongados de gran altura, que constituyen el anticlinal que limita los Estados de Campeche y Quintana Roo.

El relieve de la península es el resultado de la interacción de procesos internos o endógenos que han dado lugar al ascenso por encima del nivel del mar de las capas formadas en el piso oceánico y los procesos contrarios, los exógenos o externos, que por medio del intemperismo modifican gradualmente la superficie, controlados por el clima. La estructura geológica (litología, grosor de las capas, contactos, deformación y rupturas) influyen sustancialmente en la transformación del relieve original. (UADY, 1999).

El SAR se localiza al oriente de la Península de Yucatán, constituido por roca caliza de origen sedimentario marino que conforma una superficie predominantemente plana. La L.T. Xpujil - Xul Ha atraviesa llanuras de planas, onduladas y colinosas. El nivel diferencial del terreno es mínimo (1% en general), pero existen micro relieves de origen cárstico, hoyos, hendiduras, agujeros y cavidades y algunas elevaciones.



**Tabla IV.8 Superficie ocupada por los principales tipos de relieve en el Sistema Ambiental y Área del Proyecto**

Tipo de relieve	Sistema Ambiental		Área del Proyecto	
	Superficie en has	(%)	Superficie en has	(%)
Llanura plana	14581.73	27.37	201.49	74.32
Llanura ondulada	38562.41	72.39	69.62	25.68
Llanura colinosa	122.86	0.23	--	--

Con respecto a las pendientes en el SAR predominan las de 0 al 10% solo de forma puntual se presentan las pendientes mayores como se puede observar en el plano de pendientes.



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

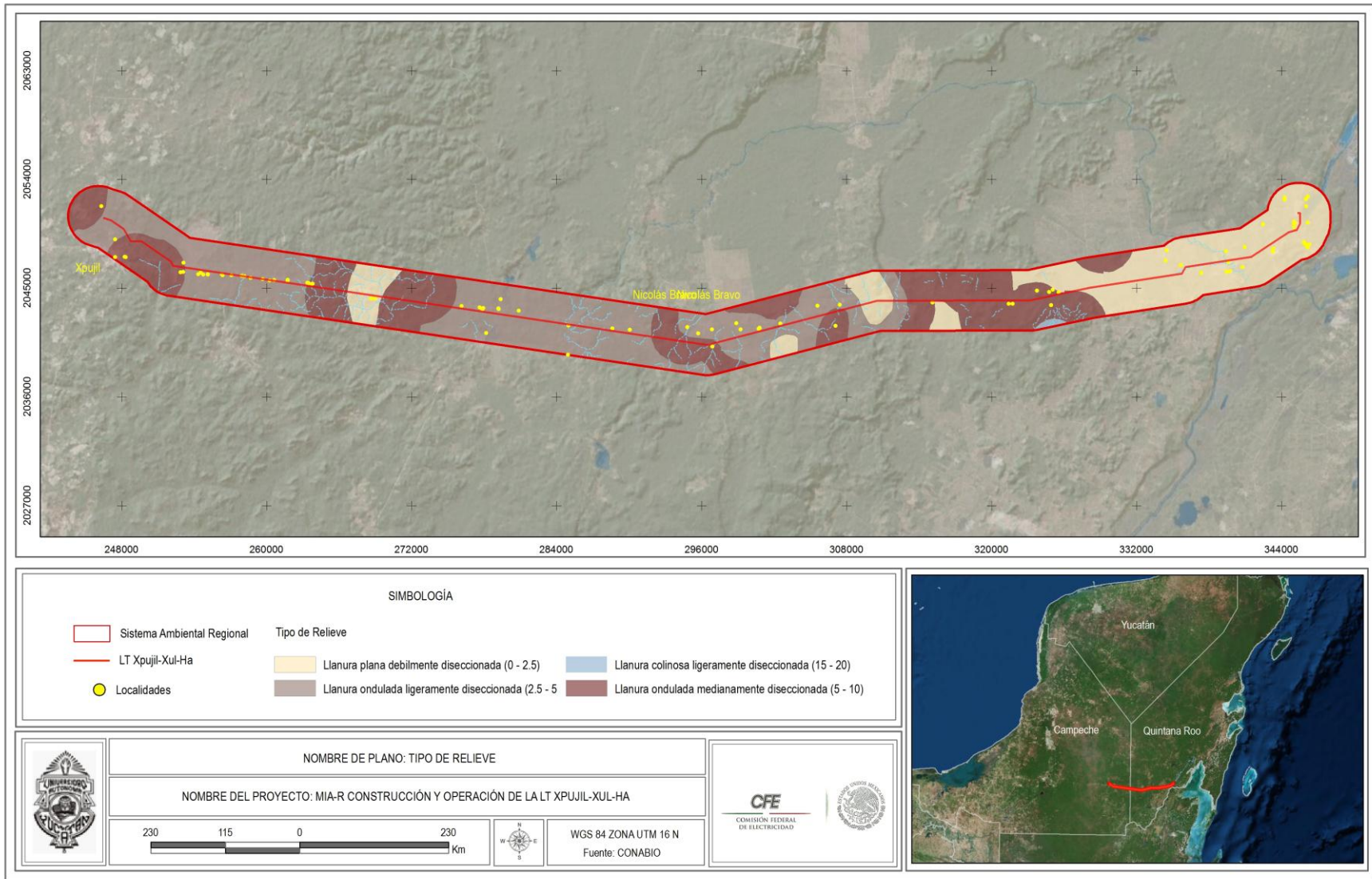


Figura IV.7 Tipos de relieve en el SAR

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

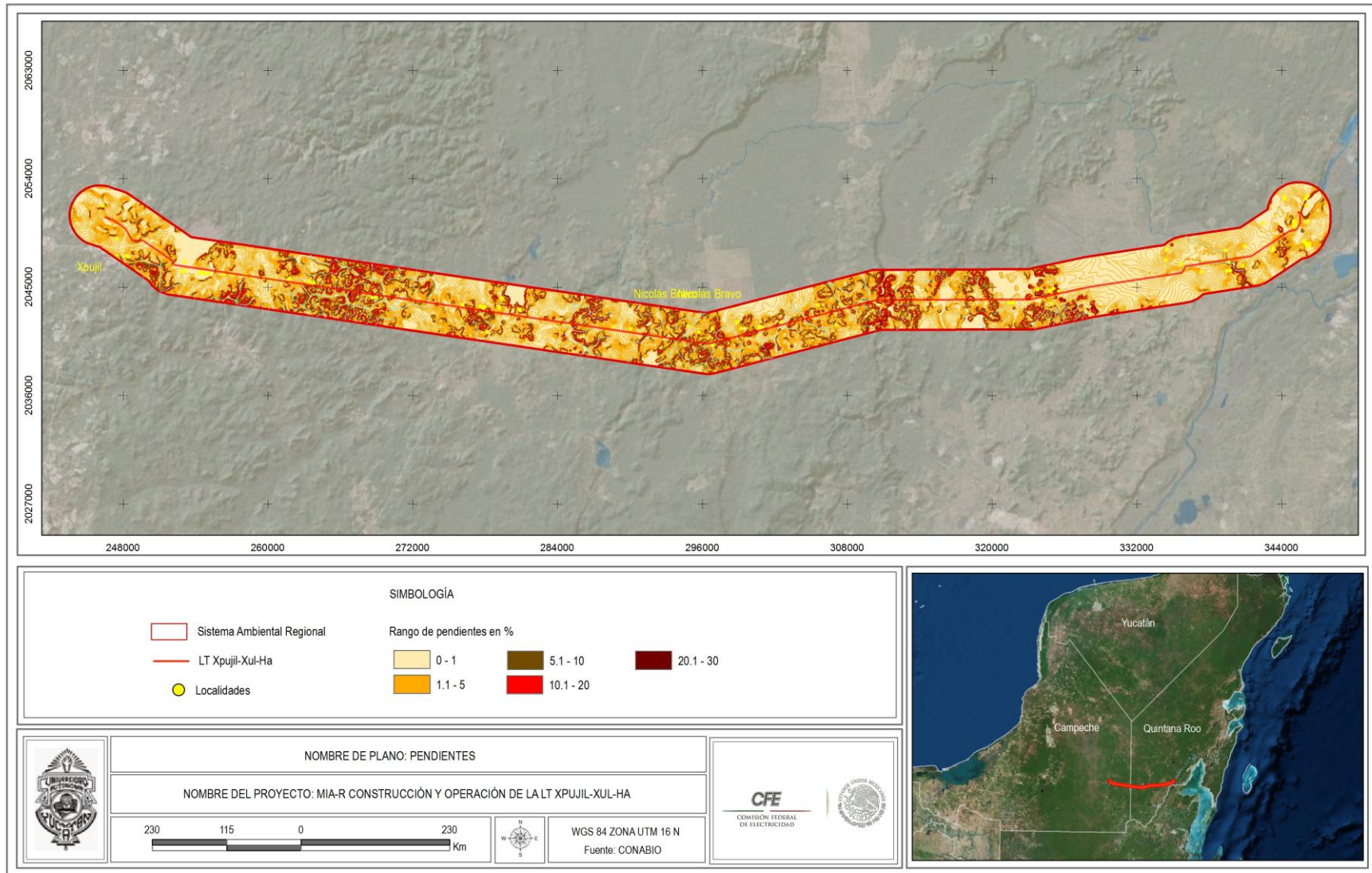


Figura IV.8 Pendientes en el SAR





**Suelos**

***Tipos de suelos en el área de estudio, de acuerdo con la clasificación de FAO/UNESCO e INEGI***

El suelo es el resultado de la interacción de varios factores formadores. Como resultado de dicha interacción se generan diferentes procesos simples o complejos, los cuáles se pueden observar en su morfología y en sus características físico-químicas. Está formado por capas u horizontes que indican los diferentes procesos y tipos de suelos, por lo que se considera un elemento dinámico, abierto al medio que lo rodea, y en constante cambio (INEGI, 1981).

En el Sistema Ambiental Regional se identificaron cinco tipos de suelos, en orden de dominancia son los siguientes: Vertisol, Feozem, Leptosol, Regosol y Gleysol.

**Tabla IV.9 Superficie ocupada por los principales tipos de suelo en el Sistema Ambiental Regional y Área del Proyecto**

Tipo de suelo	Sistema Ambiental		Área del Proyecto	
	Superficie en has	(%)	Superficie en has	(%)
Gleysol	2329.61	2	2.71	1
Leptosol	21584.46	20	59.64	22
Feozem	37874.21	35	97.60	36
Regosol	7987.90	7	24.40	9
Vertisol	39612.22	36	86.76	32

***Características fisicoquímicas: estructura, textura, fases, pH, porosidad, capacidad de retención del agua, salinización y capacidad de saturación***

En la siguiente tabla se presentan las principales características de cada tipo de suelo registrado en el SAR y en el Área del Proyecto.



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

**Tabla IV.10 Características de los principales tipos de suelo**

Tipo de suelo	Descripción
Vertisol	<p>Su símbolo es (V) se localizan en las partes bajas del relieve. Suelos arcillosos que presentan grietas que se abren y cierran periódicamente al cambiar las condiciones de humedad. Por su alto contenido de arcilla y relativo alto contenido de materia orgánica, estos suelos se consideran como fértiles. Están relacionados espacialmente con los Gleysoles, sólo los diferencia el grado en el que son afectados por el agua (cubiertos, inundados) en tiempo y profundidad.</p> <p>Se localizan en la parte centro y sur principalmente, correspondiente a las planicies kársticas y a las planicies acumulativas. Su principal limitación es el alto contenido de arcilla expansible; suelos muy pesados difíciles de trabajar tanto cuando están húmedos, muy pegajosos, como cuando están secos, muy duros.</p>
Feozem	<p>Su símbolo es H. Suelos que presentan un horizonte mólico y tienen saturación de bases mayor de 50%, hasta los 100 cm de profundidad no presentan carbonato de calcio a menos que presente una capa contrastante (contacto lítico o para lítico o un horizonte petrocálcico) entre los 25 y 100 cm sus horizontes de diagnóstico sólo pueden ser: albico, argico, cámbico, vértico o petrocálcico.</p> <p>Del griego phaeo: pardo; y del ruso zemljá: tierra. Literalmente, tierra parda. Suelos que se pueden presentar en cualquier tipo de relieve y clima, excepto en regiones tropicales lluviosas o zonas muy desérticas. Es el cuarto tipo de suelo más abundante en el país. Se caracteriza por tener una capa superficial oscura, suave, rica en materia orgánica y en nutrientes, semejante a las capas superficiales de los Chernozems y los Castañozems, pero sin presentar las capas ricas en cal con las que cuentan estos dos tipos de suelos. Los Feozems son de profundidad muy variable. Cuando son profundos se encuentran generalmente en terrenos planos y se utilizan para la agricultura de riego o temporal, de granos, legumbres u hortalizas, con rendimientos altos. Los Feozems menos profundos, situados en laderas o pendientes, presentan como principal limitante la roca o alguna cementación muy fuerte en el suelo, tienen rendimientos más bajos y se erosionan con más facilidad, sin embargo, pueden utilizarse para el pastoreo o la ganadería con resultados aceptables.</p>
Leptosol	<p>Su símbolo es (LP). Del griego leptos, delgado, se caracterizan por su escasa profundidad (menor a 25 cm). Una proporción importante de estos suelos se clasifica como leptosoles líticos, con una profundidad de 10 centímetros o menos. Otro componente destacado de este grupo son los leptosoles réndzicos, que se desarrollan sobre rocas calizas y son muy ricos en materia orgánica. En algunos casos son excelentes para la producción agrícola, pero en otros pueden resultar muy poco útiles ya que su escasa profundidad los vuelve muy áridos y el calcio que contienen puede llegar a inmovilizar los nutrientes minerales. En las montañas, también se encuentran los leptosoles, debido a que las pendientes y la consecuente erosión imponen una restricción a la formación del suelo, mientras que en los desiertos, la escasez de agua ocasiona una formación lenta del suelo. Los leptosoles dominan también la península de Yucatán, un territorio que emergió del fondo oceánico en fecha relativamente reciente, por lo que sus suelos no han tenido tiempo suficiente para desarrollarse.</p>
Regosol	<p>Del griego reghos: manto, cobija o capa de material suelto que cubre a la roca. Suelos ubicados en muy diversos tipos de clima, vegetación y relieve. Tienen poco desarrollo y por ello no presentan capas muy diferenciadas entre sí. En general son claros o pobres en materia orgánica, se parecen bastante a la roca que les da origen. Muchas</p>



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Tipo de suelo	Descripción
	<p>veces están asociados con Litosoles y con afloramientos de roca o tepetate. Frecuentemente son someros, su fertilidad es variable y su productividad está condicionada a la profundidad y pedregosidad.</p>
Gleysol	<p>Su símbolo esG se caracteriza por la prolongada saturación del suelo con agua del acuífero. Esta situación se identifica por la presencia de colores grisáceos y/o azulados en la parte baja del perfil, donde fluctúa el agua, se forman motas pardas, rojas o amarillas. Se concentra en las partes más bajas del relieve con drenaje deficiente. Comúnmente tiene un horizonte superficial alto en materia orgánica como resultado de las condiciones anaeróbicas por las que pasa en algunos periodos del año.</p> <p>Los Gleysoles son suelos fértiles, su principal limitación para uso agrícola es su drenaje deficiente, albergan una vegetación de selva mediana subperrennifolia y tular principalmente.</p>

Los diferentes tipos de suelos se caracterizan también por su textura, la cual indica el tamaño general de las partículas que lo conforman, así como por su fase física, que señala la presencia de fragmentos de roca y materiales. En todo el Sistema Ambiental Regional los suelos son de textura fina es decir predominantemente arcillosos.

**Tabla IV.11 Textura del suelo**

Textura del suelo	Descripción
Fina (1)	<p>Los suelos de textura fina presentan más del 35% de arcillas y son suelos que retienen el agua.</p>
Media (2)	<p>Se refiere a suelos de textura media, comúnmente llamados francos, equilibrados generalmente en el contenido de arena, arcilla y limo</p>
Gruesa (3)	<p>Los suelos arenosos de textura gruesa (con más de 65% de arena), con menor capacidad de retención de agua y nutrientes para las plantas.</p>

Para caracterizar los suelos en el Área del Proyecto se realizó un muestreo a lo largo de la trayectoria de la L.T. Xpujil-Xul Ha, tomando un total de 17 muestras de suelo en las cuales se determinaron los porcentajes de: arena, limo, arcilla y materia orgánica.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA



Vistas de las tomas de muestras de suelo para su análisis

Las muestras se analizaron con el fin de caracterizarlas en términos del porcentaje de materia orgánica, arcilla, arena y limo presentes. En la siguiente tabla se presentan los resultados obtenidos.

Tabla IV. 12 Características de los suelos muestreados

No. de muestra	Coordenadas del sitio de muestreo (UTM)		Tipo de suelo	% de materia orgánica	Composición del suelo			Clase de textura
	X	Y			Arcilla	Arena	Limo	
1	247333	2050466	Feozem	5.36	57	27	16	Arcilloso
2	247636	2048687	Feozem	2.88	59	33	8	Arcilloso
3	256792	2045987	Feozem	6.7	17	57	26	Franco arcilloso arenoso
4	259163	2045814	Regosol	4.15	47	45	8	Arcilloso arenoso
5	274603	2043538	Feozem	4.29	27	49	24	Franco arcilloso arenoso
6	288420	2041500	Feozem	6.7	51	23	26	Arcilloso
7	296546	2040309	Feozem	5.63	61	21	18	Arcilloso
8	310093	2044127	Vertisol	3.82	63	23	14	Arcilloso
9	306240	2042817	Leptosol	3.35	79	9	12	Arcilloso
10	311257	2044461	Leptosol	6.97	37	45	18	Franco arcilloso
11	311684	2043958	Leptosol	7.5	21	53	26	Franco arcilloso arenoso
12	318730	2044275	Leptosol	0.67	31	51	18	Franco arcilloso arenoso
13	328253	2045074	Vertisol	2.21	57	37	6	Arcilloso
14	338082	2046670	Vertisol	4.42	67	15	18	Arcilloso
15	279206	2044634	Leptosol	4.96	21	57	22	Franco arcillo arenoso
16	302901	2041967	Vertisol	4.02	59	33	8	Arcilloso
17	345064	2051139	Vertisol	5.9	69	17	14	Arcilloso



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

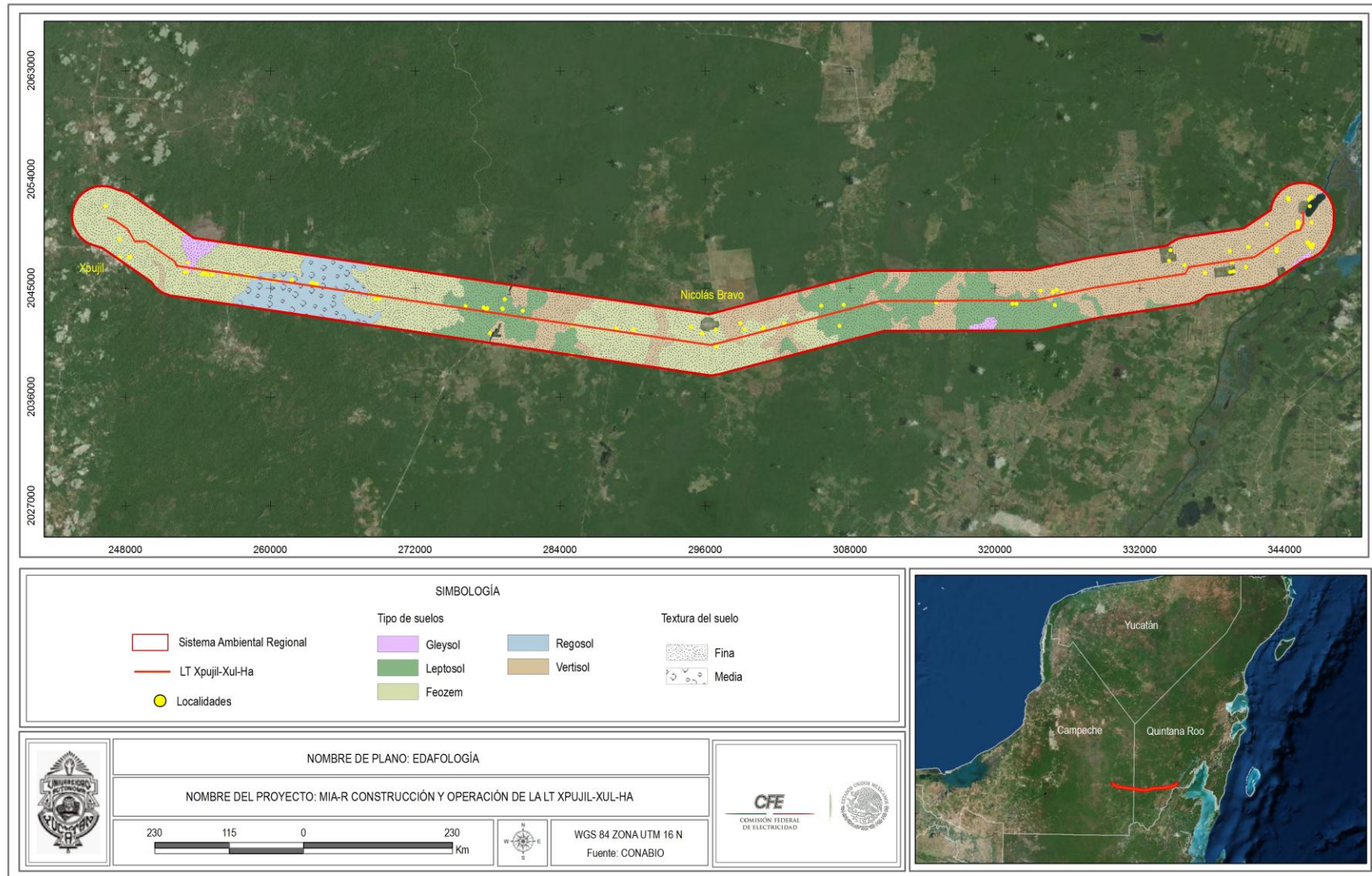


Figura IV.9 Tipos de suelo presentes en el SAR



## ***Degradación del suelo***

La degradación del suelo se refiere a los procesos inducidos por las actividades humanas que disminuyen su productividad biológica, así como su capacidad actual y/o futura para sostener la vida humana.

Existen diferentes tipos de degradación: química, física, erosión hídrica y eólica, en la siguiente tabla se presenta la descripción de los tipos de degradación.

### **Degradación física y química**

La degradación física y química, ocasionan el deterioro interno del suelo. La degradación física conduce a la disminución o eliminación de su productividad biológica, mientras que la degradación física modifica su estructura, lo que se manifiesta, por ejemplo, en la pérdida o disminución de su capacidad para absorber o almacenar agua. (SEMARNAT, 2009).

En el caso de la degradación química, el tipo dominante es la disminución de la fertilidad del suelo, mientras que en la física, es la compactación. En ambos procesos, el nivel de degradación dominante a nivel nacional es el ligero. (SEMARNAT, 2009).

En el SAR y en el Área del Proyecto predomina la degradación química por declinación de la fertilidad y la reducción de la materia orgánica. En el municipio de Calakmul la causa principal de este tipo de degradación es la deforestación y la pérdida de vegetación, mientras que en el municipio de Othón Blanco lo es la agricultura. Existe un área ubicada al este de la localidad de Nicolás Bravo donde se presenta degradación física por compactación debida al sobrepastoreo.





MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

**Tabla IV.13 Superficie ocupada por los principales tipos de degradación del suelo en el Sistema Ambiental y Área del Proyecto**

Tipo de degradación del suelo	Sistema Ambiental		Área del Proyecto	
	Superficie en has	(%)	Superficie en has	(%)
Degradación física: compactación por sobrepastoreo	2,911.44	5.47	13.45	4.96
Degradación química: declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica por actividades agrícolas	12,786.14	24.00	63.49	23.42
Degradación química: declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica por deforestación y pérdida de la vegetación	21,021.48	39.46	108.82	40.14
Sin degradación	16,547.94	31.07	85.35	31.48

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

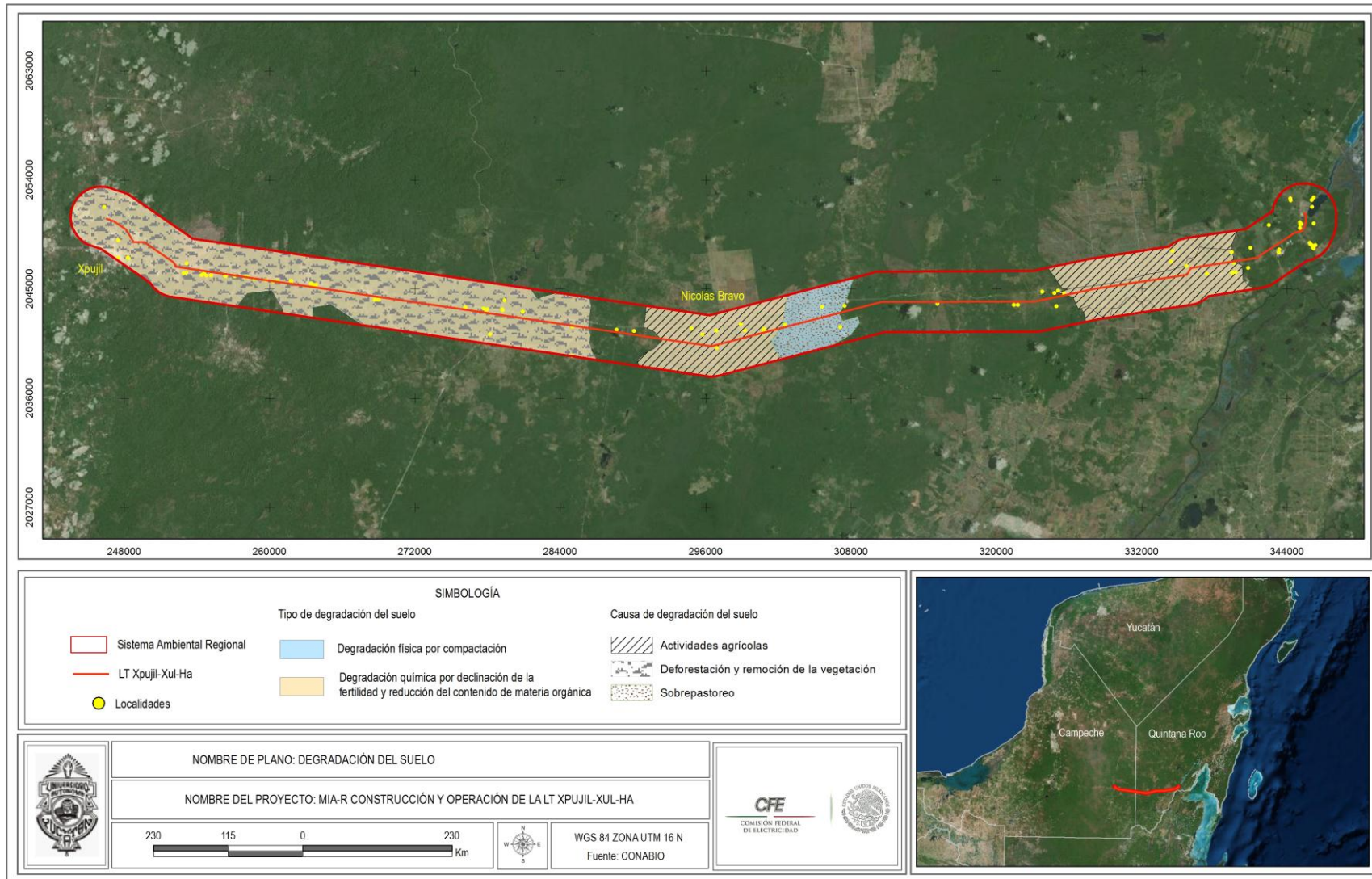


Figura IV.10 Degradación del suelo



## Erosión

La erosión es el proceso en el cual ocurre desplazamiento del material que forma el suelo, ya sea por medio del agua (erosión hídrica) o el viento (erosión eólica). La erosión es un fenómeno natural y paulatino, el cual puede acelerarse por el desarrollo de actividades productivas del sector primario (agricultura, ganadería, forestal y minería) o bien, por otras actividades como la construcción de infraestructura de comunicaciones en pendientes pronunciadas.

En México el problema se presenta principalmente en las zonas de topografía irregular, donde las pendientes del terreno son escarpadas. Tomando en cuenta que gran parte del territorio nacional tiene este tipo de relieve, y que las zonas de cultivo temporaleras se encuentran en estos sitios, se puede considerar que el problema es grave. (SEGOB. Atlas Nacional de Riesgo en [www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx](http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx)).

Este fenómeno implica dos problemas importantes: por un lado la pérdida de suelo en una cuenca (erosión), sobre todo la pérdida de suelo fértil en los campos de cultivo con cierta inclinación y por otro lado el depósito del sedimento en embalses o en sitios donde esto es indeseable.

Como se mencionó, la erosión se clasifica en erosión hídrica y erosión eólica: La erosión hídrica se define como la remoción del suelo por el efecto del agua, sea causada por las gotas de lluvia o por el escurrimiento superficial. Al impactar las gotas de lluvia el suelo, se rompe su estructura superficial salpicando el material sólido que lo compone en todas direcciones. El material ya suelto es transportado por el flujo superficial, el cual también produce una fuerza de arrastre sobre el suelo, llegando incluso a formar pequeños canalillos (rills), que colaboran en gran medida a la pérdida de suelo. Al disminuir la velocidad del flujo, debido a los cambios de pendiente, el material transportado se deposita formando zonas de sedimentación.



A fin de lograr una estimación relativamente adecuada de los procesos de erosión (hídrica), se utiliza la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS), la cual considera seis factores principales. La fórmula y factores, son los siguientes:

$$E = R K L S C P$$

Dónde:

E = Erosión del suelo t/ha año.

R = Erosividad de la lluvia. Mj/ha mm/hr

K = Erosionabilidad del suelo.

LS = Longitud y Grado de pendiente.

C = Factor de vegetación

P = Factor de prácticas mecánicas.

Para obtener la erosión actual en el Área del Proyecto se utilizó una modificación de la ecuación anterior:

$$E_a = R K (LS) C$$

Dónde:

E<sub>a</sub> = Erosión actual del suelo t/ha año.

R = Erosividad de la lluvia. Mj/ha mm/hr

K = Erosionabilidad del suelo.

LS = Longitud y grado de pendiente.

C = Factor de vegetación



Para obtener Longitud y grado de la pendiente (LS) se obtuvo a partir de la siguiente fórmula:

$$LS = (\lambda)m (0.0138 + 0.00965 S + 0.00138 S^2)$$

Dónde:

LS = Factor de grado y longitud de la pendiente.

$\lambda$  = Longitud de la pendiente, se estimó con base en las longitudes ocupadas en la trayectoria de la línea de transmisión por cada tipo de suelo

S = Pendiente media del terreno.

m = Parámetro cuyo valor es 0.5.

Para obtener la pendiente media del terreno se utilizó la siguiente fórmula:

$$S (\%) = \frac{\text{Altura, parte alta del terreno (m)} - \text{Altura, parte baja del terreno (m)}}{\text{Longitud de la pendiente (m)}}$$

En la siguiente tabla se presenta la descripción de los factores considerados y la forma de obtención de los datos para calcular la erosión potencial actual.



**Tabla IV.14 Factores considerados para determinar la erosión potencial actual en el Área del Proyecto**

Factores	Descripción	Forma de obtención
Erosividad de la lluvia (R)	El agua inicia su acción erosiva inmediatamente que las gotas golpean el suelo descubierto. Su magnitud dependerá entre otros aspectos de la intensidad (cantidad y duración de la lluvia).	<p>La erosividad (R) se estimó utilizando el modelo de la XI (Península de Yucatán), así como la precipitación anual de 2013. En este aspecto se tomaron los valores de precipitación media anual de las estaciones meteorológicas más próximas a Xpujil, Campeche y Xul Há, Othón P. Blanco y se realizó una división de la trayectoria por Estado.</p> <p>La precipitación anual correspondió a las estaciones ubicadas en las localidades de Tres Garantías y Othón P. Blanco del municipio de Othón P. Blanco, Quintana Roo. En el Capítulo VIII se presenta la tabla de valores de R de acuerdo a los rangos de precipitación.</p>
Erodabilidad del suelo (K)	El factor (K) expresa el grado de vulnerabilidad del suelo a la desagregación por el golpeo de las gotas y al arrastre por el agua de escorrentía. En la práctica, se logra una estimación aceptable de la vulnerabilidad de los suelos en función de los siguientes parámetros de base: Textura, Estructura, contenido de Materia orgánica y Permeabilidad.	<p>Con datos de la textura de los suelos y contenido de materia orgánica, se estimó el valor de erosionabilidad (K). Para su estimación se realizó un muestreo de suelos, tomando un total de 17 muestras de suelo, en las cuales se determinaron los porcentajes de: arena, limo, arcilla y materia orgánica, posteriormente se obtuvo un promedio de estos parámetros por cada tipo de suelo de acuerdo a la clasificación de INEGI.</p> <p>El factor K se asignó de acuerdo a la tabla de valores presentados en el Capítulo VIII.</p>
Pendiente del declive (S).	La pendiente interviene en los procesos erosivos por su declive (S), longitud (L) y geometría. En general, las pérdidas de suelos incrementan exponencialmente con el declive del terreno.	Se utilizó la información de los modelos digitales del terreno escala 1:50,000 y se obtuvieron las pendientes con un sistema de información geográfica.
Longitud del declive (L)	La longitud del declive (L) favorece los procesos erosivos de manera relativamente parecida a los efectos producidos por la pendiente	





MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Factores	Descripción	Forma de obtención
Cobertura vegetal (C).	La vegetación cumple una función altamente reguladora de la erosión, porque reduce la energía cinética de las gotas, disminuye el volumen y velocidad del agua de escorrentía y aumenta la cohesión del suelo por medio de las raíces.	El factor de cobertura (C), se considera de 0 a 1 (valores cercanos a cero significan mayor protección, valores de 1 o próximos a este, significan nula o menor protección); el efecto protector de la vegetación se relaciona directamente con la densidad de la cobertura del suelo; y un desarrollo vertical en diferentes pisos asegurará mayor intercepción de las precipitaciones y regulación de las escorrentías. Los valores se asignaron de acuerdo a la tabla que se presenta en el Capítulo VIII.



Se realizó una álgebra de planos con un sistema de información geográfica y se obtuvo que la mayor parte del Área del Proyecto presenta un rango de erosión ligera con un pérdida potencial de suelo entre 0-10 ton/ha por año, solo el 22.7% presenta una pérdida potencial que va de 50 a más de 200 ton/ha por año.

**Tabla IV.15 Erosión potencial del suelo en el Área del Proyecto**

Rangos de erosión en ton/ha/año	Área del Proyecto	
	Ha	Porcentaje
0.1-10	143.374	52.88
10.1-30	31.152	11.49
30.1-50	34.692	12.80
50.1-100	60.520	22.32
100.1-200	1.110	0.41
Mayor a 200	0.116	0.04

### **Hidrología superficial**

El SAR queda comprendido dentro de la RH 33 el Río Hondo, su cuenca tributaria tiene una extensión de 9,958 km<sup>2</sup>, y tiene una extensión de 125 km y sirve de frontera entre México y Belice; tiene una profundidad promedio de 10 m. y 50 m. de ancho, sus aguas son depositadas en la Bahía de Chetumal, sus afluentes más importantes son el río Azul y los arroyos San Román y Ucúm. (CONAGUA, 2009).

La elevada precipitación pluvial, aunada a la gran capacidad de infiltración del terreno y la reducida pendiente topográfica, favorece la renovación del agua subterránea de la península, por lo que prácticamente toda el área funciona como zona de recarga propiciando que los escurrimientos superficiales sean escasos o de muy corto recorrido. En el SAR destaca la presencia del Arroyo Sorpresa y el Arroyo Ucum, por los que atraviesa la trayectoria del proyecto.

### ***Embalses y cuerpos de agua cercanos***

En el SAR existen cuatro cuerpos de agua, en la siguiente tabla se presenta la distancia al proyecto, la más cercana es la laguna Xul Ha ubicada a 0.15 km de la línea de transmisión.

**Tabla IV.16 Lagunas ubicadas en el Sistema Ambiental**

Nombre local	Distancia al proyecto en km	Nombre local	Distancia al proyecto en km
Laguna Xul Ha'	0.15	Laguna Chakam bacab (Tular)	2.1
Laguna Om	1.58	Aguada "La Perla"	2.1



Vista de la Laguna "Chancabacab  
 X:279642 Y:2044391



Vista del arroyo Sorpresas  
 X:285040 Y:2042427

### ***Calidad del agua***

Si bien no existen registro de datos de calidad del agua para los cuerpos de agua que se ubican dentro del SAR, es de suponerse que la calidad del agua es buena debido a que no se observaron descargas de aguas residuales. Es probable que se contaminen durante la época de lluvias por los escurrimientos que arrastran los agroquímicos que son utilizados en las zonas agropecuarias.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

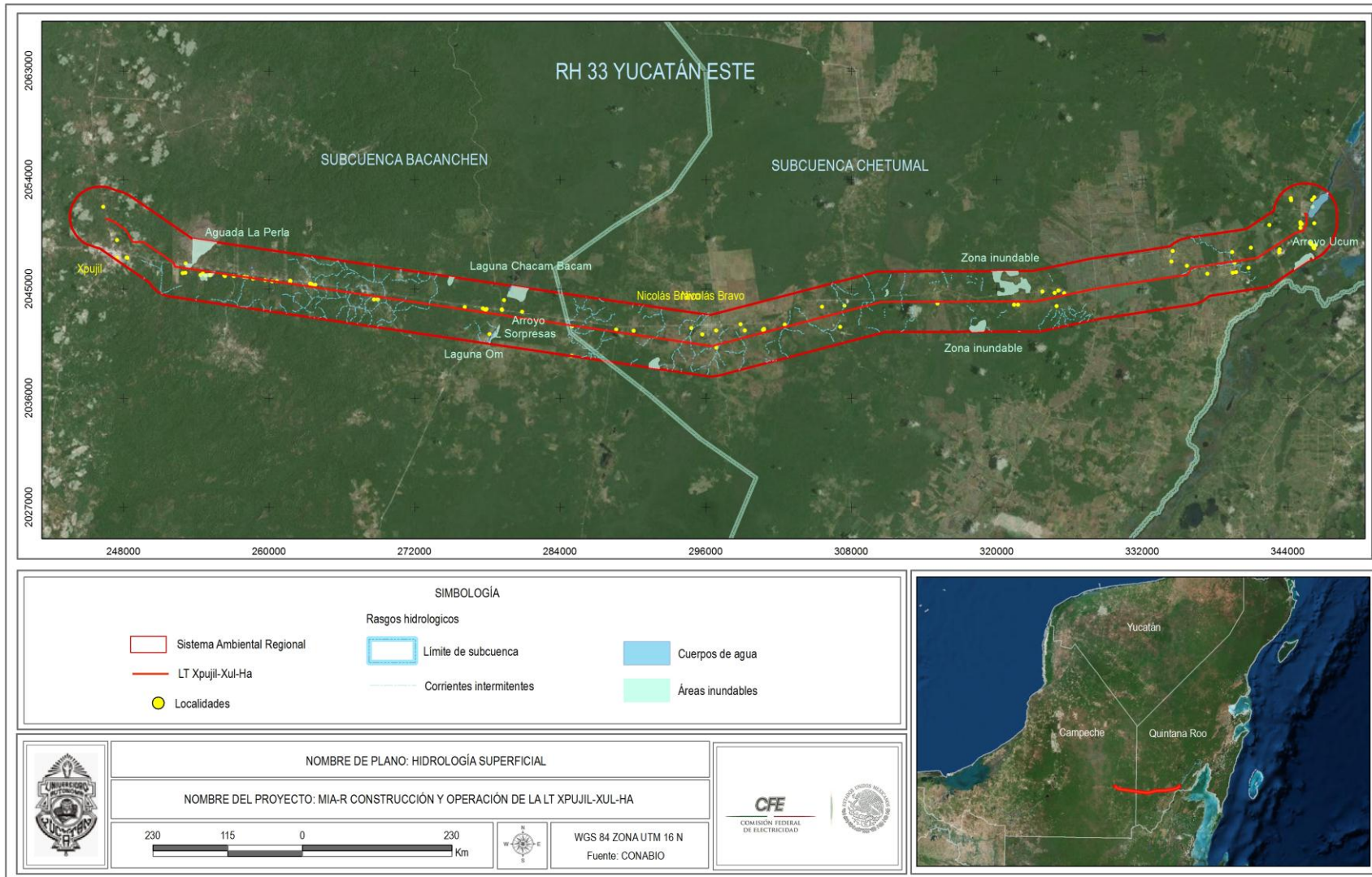


Figura IV.11 Hidrología superficial del SAR





## **Hidrología subterránea**

Se considera a la Península de Yucatán como una Unidad Regional denominada “Acuífero Península de Yucatán”, el Proyecto se sitúa en este acuífero. El acuífero de Yucatán, abarca toda la Península, es de tipo libre y flota sobre un manto de agua salada, que se infiltra en forma de cuña desde el mar hacia tierra adentro. Las rocas que lo conforman son las mismas calizas del Terciario, que afloran en la superficie, cuya permeabilidad es de origen secundario (disolución, dolomitización y microfracturamiento).

El proceso de karsticidad está desarrollado, por lo que el aporte de agua a la cuenca se infiltra rápidamente y es drenado casi simultáneamente en volumen similar hacia el mar. Prácticamente la precipitación constituye la única fuente de recarga del acuífero.

La profundidad del acuífero guarda relación con las diferencias del nivel del terreno con respecto al nivel del mar; así en las regiones costeras o del norte de la península, el acuífero se encuentra a unos cuantos metros de profundidad de la superficie del suelo varía de 5 a 15, mientras que en las regiones del Sur, es necesario cavar hasta los 80 y 100 para alcanzar el nivel freático.

El acuífero tiene una alta dinámica de desplazamiento, estimándose una velocidad de flujo de aproximadamente 40 m/hora, este desplazamiento se realiza de forma radial del centro de la Península hacia la línea de costa, las direcciones predominantes son de SE-NW y S-N. (CNA, 2001). En general, el agua subterránea tiene una calidad aceptable con respecto al contenido de materia orgánica y apta para el consumo humano (CNA, 2001). Aunque es de suponerse que está deteriorada en la parte que subyace a los asentamientos humanos, debido a que no existe drenaje en ellos y las aguas residuales, son dispuestas a través de fosas sépticas y pozos de infiltración que descargan finalmente en el acuífero.

A continuación se presenta el balance de aguas subterráneas del acuífero Península de Yucatán, cabe destacar que CONAGUA ha dividido este acuífero en subunidades sin embargo solo se cuenta con datos para el que se denomina Xpujil, el resto no han sido caracterizadas.



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

**Tabla IV.17 Balance de agua de los acuíferos del SAR**

Concepto	millones de metros cúbicos anuales	
	Península de Yucatán (1)	Xpujil (2)
Recarga media anual	21,813.4	2,099.4
Descarga natural comprometida	14,542.2	1,784.1
Volumen concesionado de agua subterránea	2,265.595234	0.252720
Disponibilidad media anual de agua subterránea	5,005.604766	315.047280
Déficit	0	0.000000

Fuente: 1 CONAGUA. 2009. Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero Península de Yucatán No. 3105.  
2. CONAGUA. 2009. Actualización de la disponibilidad media anual de agua subterránea del Acuífero No. 0405 Xpujil.



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

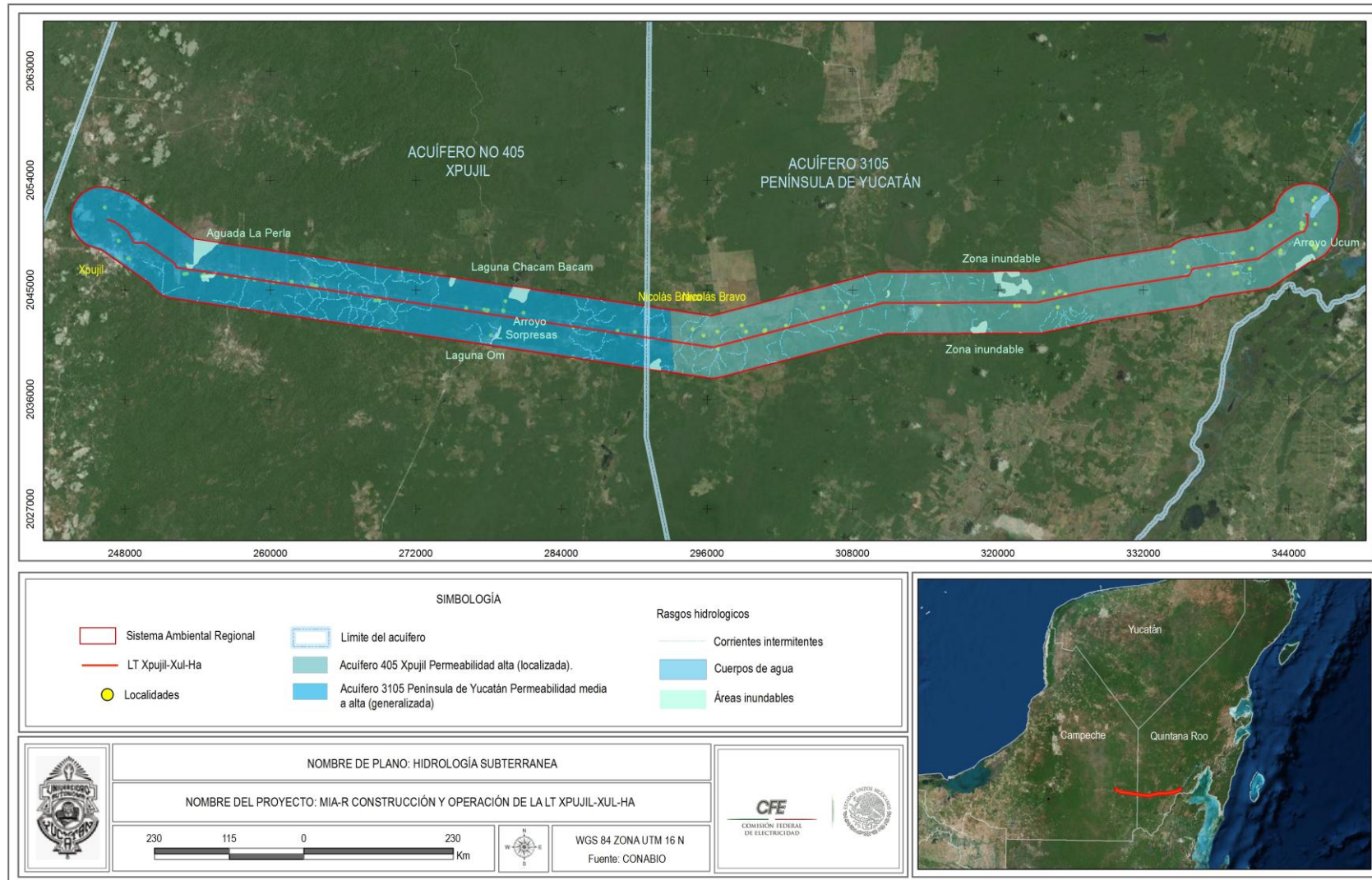


Figura IV.12 Hidrología subterránea del SAR



### IV.3.2 Medio biótico

#### Vegetación

##### *Tipos de vegetación terrestre y su distribución*

De acuerdo con el plano de usos del suelo de INEGI Serie V, en el Sistema Ambiental Regional predomina los ecosistemas naturales con 32,077.39 has (60.22%), los sistemas agropecuarios cubren un área significativa con 20,268.09 has (38.05%), mientras que las zonas urbanas representan una superficie de 921.52 has (1.73%). Cabe destacar que la sabana no es representada en el plano de usos de suelo y vegetación debido a que su distribución es muy restringida y no es cartografiable a la escala que trabajó INEGI para realizar la carta de usos del suelo y vegetación, 1:250,000.

**Tabla IV.18 Superficies de usos del suelo y vegetación del SAR de acuerdo a INEGI Serie V**

Usos del suelo y vegetación	Superficie		Usos del suelo y vegetación	Superficie	
	Has	(%)		Has	(%)
Selva mediana subperennifolia	22,499.98	42.24	Agricultura	7,942.11	14.91
Selva baja subperennifolia	8,671.87	16.28	Pastizal	12,325.98	23.14
Tular	692.47	1.30	Zonas urbanas	921.52	1.73
Cuerpos de agua	213.07	0.40	Total	53,267	100

En la siguiente figura se presenta la distribución de los usos del suelo y vegetación del Sistema Ambiental Regional de acuerdo a la cartografía de INEGI Serie V.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

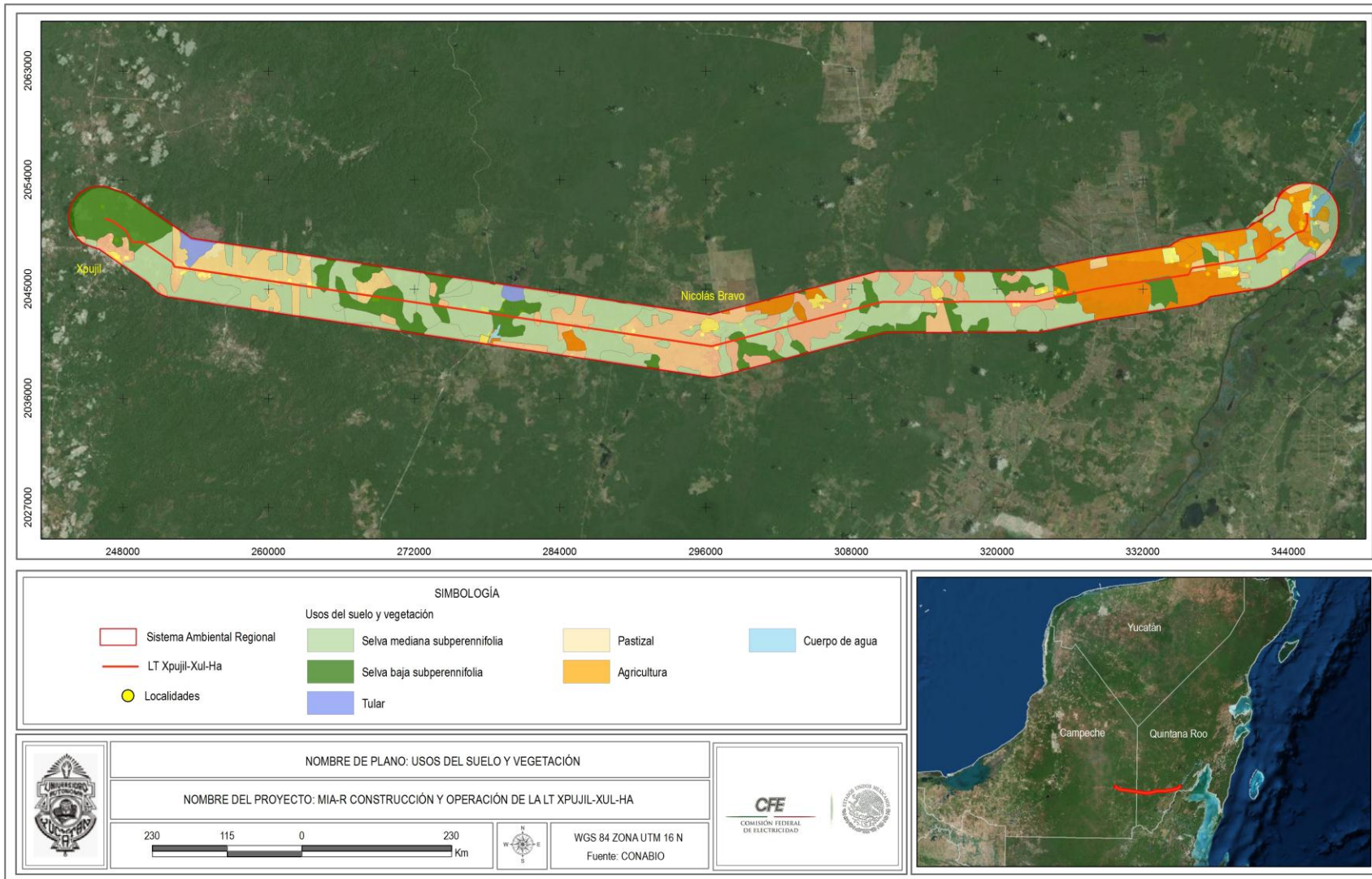


Figura IV.13 Usos del suelo y vegetación del SAR de acuerdo a INEGI Serie V





MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Durante los trabajos de campo se confirmó la presencia de dos tipos de vegetación predominantes, los cuales de acuerdo al sistema de clasificación de Miranda y Hernández X. (1963), corresponden a selva mediana subperennifolia y selva baja subperennifolia. Estos dos tipos de vegetación se presentan como un mosaico de parches en diferentes grados de perturbación. Además se confirmó la presencia de dos asociaciones vegetales:, la sabana y el tular.

Para determinar la superficie de los usos del suelo y vegetación en el Área del Proyecto se utilizó como base la información cartográfica de INEGI, así como los trabajos de campo que se realizaron para determinar las zonas sujetas a cambio de uso del suelo y el análisis de la imagen de satélite de google 2013. Se agruparon los polígonos en los siguientes usos: natural (selva baja, mediana subperennifolia), modificado (agricultura y pastizal) y artificial (zonas urbanas).

De acuerdo con el análisis realizado se observa que la línea de transmisión atravesará principalmente zonas agropecuarias, aproximadamente 114,603 has que representan el 54.23%, y zonas artificiales 9.488 (3.50%) del Área del Proyecto.

**Tabla IV.19 Superficies de usos del suelo y vegetación en el Área del Proyecto**

Usos del suelo	Superficie	
	Has	(%)
Natural (selva baja, mediana subperennifolia, sabana, cuerpo de agua)	114.603	<b>54.23</b>
Modificado (agropecuario)	147.019	<b>42.27</b>
Artificial (urbano, infraestructura)	9.488	<b>3.50</b>
Total	<b>271.11</b>	<b>100.00</b>

La descripción de los tipos de vegetación y asociaciones se presenta a continuación.

### *Selva mediana subperennifolia*

Se caracteriza porque entre 25 y 50% de sus árboles pierden las hojas en la época seca, con altura promedio de sus árboles dominantes de 25 m, que pueden alcanzar hasta 30 m de altura. Una gran extensión de este tipo de selva se encuentra en la Península de Yucatán, donde cubre buena parte del sur de los estados de Campeche y de Quintana Roo, en especial las zonas elevadas y las pendientes de los lomeríos que caracterizan esa zona geográfica.

Las especies vegetales que caracterizan a este tipo de vegetación son *Brosimum alicastrum*, *Cedrela odorata*, *Manilkara zapota*, y *Swietenia macrophylla*, a pesar de que sus poblaciones están muy reducidas en la actualidad y solamente la segunda y la tercera especies fueron registradas en los muestreos realizados en la zona de estudio (Miranda y Hernández 1963).



Vista de la selva mediana subcaducifolia X:256792 Y:2045987

### *Selva baja subperennifolia*

Se caracteriza porque entre 25 y 50% de sus árboles pierden las hojas en la época seca, con altura promedio de sus árboles dominantes de 12-15 m. Según Miranda y Hernández (1963) este tipo de selva se encuentra en las mismas regiones que los tipos de selva alta perennifolia y selva mediana subperennifolia y en ocasiones también en áreas de sabanas. Presentan muchas variantes, pero con frecuencia se caracterizan por la



presencia de árboles como los que se encuentran en las sabanas: *Byrsonima crassifolia* y *Crescentia cujete*. Esta selva se desarrolla sobre suelos profundos con drenaje deficiente, de tal manera que permanecen inundados durante la época de lluvias y se secan completamente en la época de secas. En la península de Yucatán suelen hallarse en áreas con hondonadas de suelos profundos, margosos, llamadas "bajos".

Sus elementos arbóreos característicos son: *Haematoxylon campechianum*, *Terminalia buceras* y *Metopium brownei*, los cuales pueden formar agrupaciones casi puras llamadas tintales, pucteales y chechenales respectivamente (Miranda y Hernández 1963).



Vista de la selva baja subcaducifolia: X: 284925 Y:2042353

### *Sabana*

Es una asociación vegetal dominada por gramíneas y ciperáceas, con árboles dispersos achaparrados entre los que encontramos a *Crescentia cujete*, *Curatella americana*, *Byrsonima bucidaefolia* y *Byrsonima crassifolia*, en un patrón de marcada estacionalidad, ya que se desarrolla sobre suelos con drenaje deficiente que permanecen inundados durante la mayor parte del año. Durante la época de secas la mayoría de las plantas se



secan, lo que provoca incendios frecuentes de estas zonas, lo cual estimula la germinación de semillas y el crecimiento de las plantas que tienen estructuras de reproducción subterráneas.



Vista de la sabana presente en el SAR X:253286 Y:2046821

### *Tular*

Es una asociación de hidrófitos que debe su nombre a la dominancia de *Typha dominguensis*, conocida localmente como tule. Se desarrollan en suelos bajos, con inundación permanente y frecuentemente asociados a cuerpos de agua permanentes o que permanecen inundados durante la mayor parte del año, motivo por el cual se pueden encontrar comúnmente en zonas de potreros ya que sirve como abrevaderos para el ganado. Además del tule se desarrollan herbáceas anuales, generalmente gramíneas y ciperáceas.



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA



Vista del tular: X.279639 Y:2044373

Para caracterizar la vegetación se realizaron muestreos. En cada sitio de muestreo para las selvas baja subperennifolia y mediana subperennifolia, se establecieron cuadrantes de 20 x 10 m, subdivididos en 4 subcuadrantes de 10 x 5 m, en cada uno de los cuales se midió la circunferencia de los árboles mayores a 1.5 m de altura. Para estimar la densidad y abundancia de herbáceas se contaron los individuos de cada especie en el primer subcuadrante de muestreo.

En cada sitio de muestreo, incluyendo selvas, tular y sabana, se establecieron transectos lineales de 100 m de longitud, ubicados aleatoriamente. A lo largo del transecto se establecieron puntos de muestreo cada 10 m, en donde se registraron los nombres de las especies presentes hasta un metro de distancia del punto, y la altura de cada uno de los organismos.



**Tabla IV.20 Ubicación de los puntos de muestreo realizados para caracterizar la vegetación**

Sitio	Coordenadas		Tipo de vegetación
	X	Y	
(M1) Rio Bec	256792	2045987	Selva mediana subperennifolia
(M2) Xpujil	246719	2050836	Selva mediana subperennifolia
(M3) Lomeríos	311979	2043957	Selva mediana subperennifolia
(B1) Puente	284925	2042353	Selva baja subperennifolia
(B2) Lomeríos	310078	2044104	Selva baja subperennifolia
(B3) Zona de caña	333991	2045981	Selva baja subperennifolia
Sabana Xpujil	253286	2046821	Sabana
Tular	279639	2044373	Tular

### **Composición florística**

Para determinar la composición florística de la vegetación se establecieron 3 sitios de muestreo, tratando de muestrear parches con vegetación conservada y otros con vegetación perturbada. Se estableció un sitio de muestreo tanto para el tular como para la la sabana.

#### *Selva mediana subperennifolia*

En este listado se presentan especies registradas en los muestreos realizados y durante los recorridos realizados para determinar la estructura de la vegetación del SAR y Área del Proyecto. Se determinaron en total 58 familias, 156 géneros y 187 especies.

La familia con mayor riqueza de especies fue Fabaceae con 22 especies, seguida de Rubiaceae con 13 especies, Malvaceae y Sapindaceae con 8 especies, Apocynaceae, Polygonaceae y Sapotacea con 7 especies, Arecaceae, Euphorbiaceae y Myrtaceae con 6 especies cada una. Las familias restantes tuvieron 5 especies o menos.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

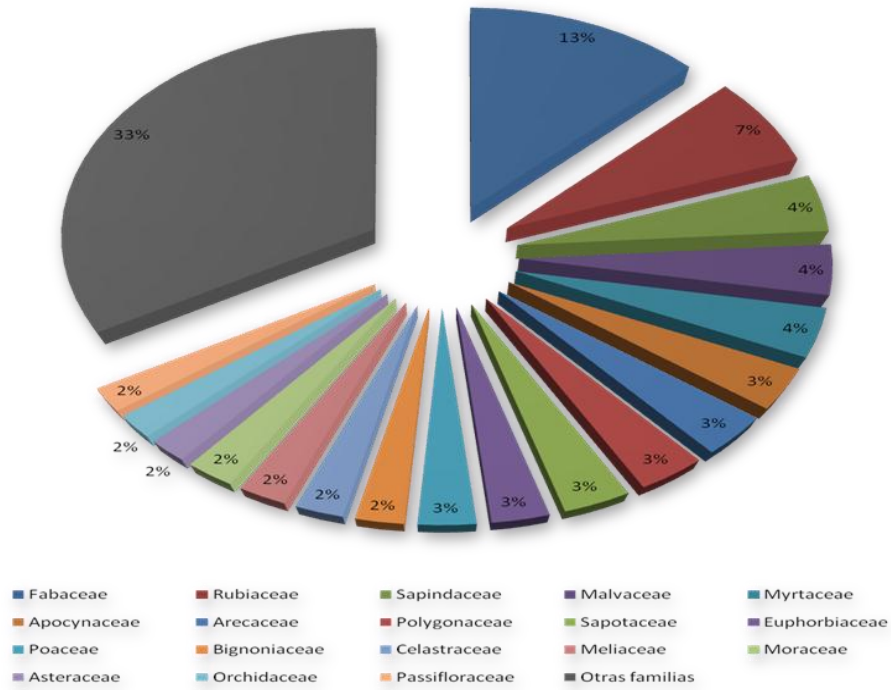


Figura IV.14 Porcentaje de familias botánicas colectadas en la selva mediana subperennifolia

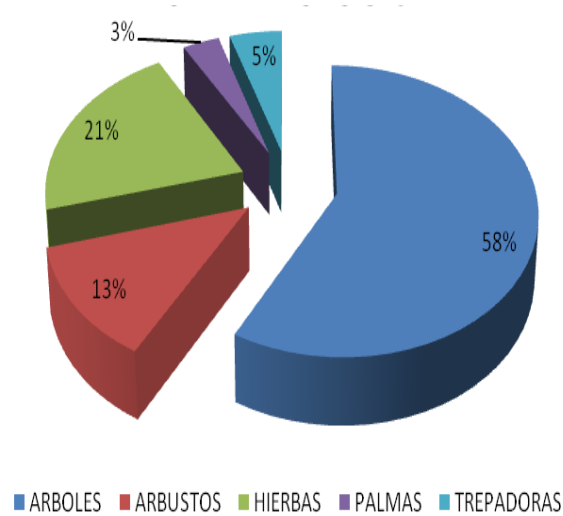


Figura IV.15 Porcentaje de formas biológicas que representan las especies botánicas colectadas en la selva mediana subperennifolia





MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

**Tabla IV.21 Listado florístico de las especies registradas en la selva mediana subperennifolia**

Familia	Especie	Nombre común	F.B.
Acanthaceae	<i>Aphelandra scabra</i> (Vahl) Sm	Chank anal	H
	<i>Justicia campechiana</i> Standl. ex Lundell	Damiana	H
	<i>Stenandrium nanum</i> (Standl.) T.F. Daniel.		H
Anacardiaceae	<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	K'ulinche', jobillo	A
	<i>Metopium brownei</i> (Jacq.) Urb.	Box cheechem, cheechem	A
	<i>Spondias mombin</i> L.	Jobo, abal soot's	A
Annonaceae	<i>Annona primigenia</i> Standl. & Steyerm.	Anonillo	A
	<i>Mosannonna depressa</i> (Baill.) Chatrou.	Box e'ele' muuy, eek' le', pool boox	A
	<i>Sapranthus campechianus</i> (Kunth) Standl.	Zac elemuy, chacmax	A
Apocynaceae	<i>Asclepias curassavica</i> L.	Cancerina, anal xiuu	H
	<i>Cascabela gaumeri</i> (Hemsl.) Lippold.	Ajkits, sakits, akitz, campanilla	A
	<i>Echites umbellatus</i> Jacq	Aakits'	H
	<i>Plumeria obtusa</i> L. var. <i>sericifolia</i> (Wright) Woodson.	Nikte'ch'oom	A
	<i>Stemmadenia donnell-smithii</i> (Rose) Woodson.	Camulyote	A, Ar
	<i>Tabernaemontana amygdalifolia</i> Jacq.	Uts'upek	AR
	<i>Thevetia ahouai</i> (L.) A. DC.	Cojón de venado	AR
Araceae	<i>Anthurium pentaphyllum</i> (Aubl.) G. Don	Anturio	H
	<i>Anthurium schlechtendalii</i> Kunth ssp. <i>schlechtendalii</i>	Cola de gallo	H
Araliaceae	<i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Decne. & Planch.	Chaca' blanco	A
Arecaceae	<i>Bactris mexicana</i> Mart.	Coyolillo	P
	<i>Chamaedorea oblongata</i> Mart.	Xyaat	P
	<i>Chamaedorea seifrizii</i> Burret	Xiaat	P
	<i>Cryosophila stauracantha</i> (Heynh.) R. Evans	Ebano blanco, guano k'uum	P
	<i>Desmoncus orthacanthos</i> Mart.	Bayaal, hanan, bayal kiix, guayal	P
	<i>Sabal mexicana</i> Mart.	Guano	P
	<i>Sabal</i> sp.	Guano	P
Asteraceae	<i>Bidens alba</i> (L.) DC. var. <i>alba</i>	K'an muul	H
	<i>Neurolaena lobata</i> (L.) R. Br.	K'anan, bordón de viejo	H
	<i>Pluchea odorata</i> (L.) Cass.	Chú, Santa María	H
	<i>Viguiera dentata</i> (Cav.) Spreng. var. <i>dentata</i>	Tajonal	H
Bignoniaceae	<i>Arrabidaea floribunda</i> (Kunth) Loes	Anik ak'	T
	<i>Cydista potosina</i> (K. Schum. & Loes.) Loes.	Eek' k'iix il	T
	<i>Macfadyena unguis-cati</i> (L.) A. H. Gentry	Bilinkook ak	T
	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) DC.	Makulís	A
	<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth.	Campanita, X'kan lol	AR





MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Familia	Especie	Nombre común	F.B.
Boraginaceae	<i>Bourreria pulchra</i> (Millsp.) Greenm.	Bakal bo', baka che', kakalche', bakche'	A
	<i>Ehretia tinifolia</i> L.	Roble, Beek'	A
Bromeliaceae	<i>Bromelia pinguin</i> L.	Tzalbaya, ch'om	H
	<i>Bromelia plumieri</i> (E. Morren). L.B.Smith	Piñuela	H
	<i>Tillandsia sp</i>	Xch'u'	H
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Chakah, palo mulato	A
	<i>Protium copal</i> (Schltdl. & Cham.) Engl.	Copal, sak-chaca, poom te'	A
Buxaceae	<i>Buxus sp.</i>		A
Cactaceae	<i>Selenicereus grandiflorus</i> (L.) Britton & Rose ssp. <i>donkerarii</i> (Slam-Dyck) Ralf Bauer	Pool tsu tsuy	H
	<i>Strophocactus testudo</i> (Karw. ex Zucc.) Bauer.	Pitaya de tortuga	H
Caricaceae	<i>Carica papaya</i> L.	Papaya, ch'iich	H
Celastraceae	<i>Crossopetalum gaumeri</i> (Loes.) Lundell.	Kabamuk, chiki che'	AR
	<i>Elaeodendron trichotomum</i> (Turcz.) Lundell.	Cheechem blanco	A
	<i>Elaeodendron xylocarpum</i> (Vent.) DC.	Sak boob	A
	<i>Maytenus guatemalensis</i> Lundell.	Chak che'	A
	<i>Semialarium mexicanum</i> (Miers) Mennega	Chun tok', sak boob	A
Clusiaceae	<i>Clusia rosea</i> Jacq.	Chunuup, mata palo	A
Commelinaceae	<i>Commelina diffusa</i> Burm. f.	Gallito	H
	<i>Tradescantia spathacea</i> Sw.	Maguey blanco, chak tsam	H
Cyperaceae	<i>Scleria lithosperma</i> (L.) Sw.	Kan suuc, oxnon	H
Dennstaedtiaceae	<i>Pteridium caudatum</i> (L.) Maxon	Culantrillo, cilantrillo	H
Dioscoreaceae	<i>Dioscorea polygonoides</i> Willd.	Makal k'uuch ak', cheen chak	T
Ebenaceae	<i>Diospyros tetrasperma</i> Sw.	Sip che', siliil, k'ab che'	A
	<i>Diospyros yucatanensis</i> Lundell.	Siliil, uchul che', pisi'it	A
	<i>Diospyros sp.</i>	Silil	A, AR
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum confusum</i> Britton	Tooso, cascarillo	A
Euphorbiaceae	<i>Croton arboreus</i> Millsp.	Pak che', p'e'es k' uuch, xpáay che'	A
	<i>Croton reflexifolius</i> Kunth.	Pees kuut, x-pees kut, pets' k' uuts	A
	<i>Gymnanthes lucida</i> Swartz.	Tsi liil, tsilil, yai ti, yaitil	A
	<i>Jatropha curcas</i> L.	Niin, sikilte', skakalche', pijj	A
	<i>Jatropha gaumeri</i> Greenm.	Pomolche'	A, AR
	<i>Sebastiania adenophora</i> Pax & K. Hoffm.	K' anchunup, sakchechem, tox	A
Fabaceae	<i>Acaciella angustissima</i> (Mill.) Britton & Rose. var. <i>angustissima</i>	Waaxim, Yaax	A, AR
	<i>Apoplanesia paniculata</i> C. Presl.	Chuluul, k'iik che'	A



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Familia	Especie	Nombre común	F.B.
	<i>Bauhinia divaricata</i> L.	Dzulubtok, maay wakax, pata de vaca	A
	<i>Bauhinia jenningsii</i> Paul G. Wilson	Tsimin, chak ximin, peepen che', pata de vaca	AR
	<i>Bauhinia</i> sp.		A
	<i>Caesalpinia gaumeri</i> (Britton & Rose) Greenm.	Kitim che', xkitam che', xkitim che'	A
	<i>Caesalpinia</i> sp		A
	<i>Caesalpinia yucatanensis</i> (Britton & Rose) Greenm.	K'anpok olk'um, ta' k'inche', top lajun	A
	<i>Crotalaria</i> sp.	Chipilín	H
	<i>Diphyssa carthagenensis</i> Jacq.	Chipilín, K'an lool che', susuk	AR
	<i>Dalbergia glabra</i> (Mill.) Standl.	Muk, ahmuk, kibix, k'uxubtooch	T
	<i>Gliricidia maculata</i> (Kunth) Walp.	Cocoite	A
	<i>Lonchocarpus castilloi</i> Standl.	Machiche	A
	<i>Lonchocarpus rugosus</i> Benth.	Kanasin, choy che', chu'ul	A
	<i>Lonchocarpus</i> sp		A
	<i>Lonchocarpus xuul</i> Lundell.	Xuul, xu'ul, k'aan xu'ul, tamarindo cimarron	A
	<i>Lysiloma latisiliquum</i> (L.) Benth.	Tzalam, tsukte'	A
	<i>Mariosousa dolichostachya</i> (S.F. Blake) Seigler & Ebinger	Cambal pich, canbal pich,	A
	<i>Mimosa bahamensis</i> Benth.	Katzim, sacatzin	A
	<i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg.	Ha'abin, jabín	A
	<i>Platymiscium yucatanum</i> Standl.	Chaksubinche', tsubin che', chulul, granadillo	A
	<i>Senegalia gaumeri</i> (S. F. Blake) Britton & Rose S. F. Blake.	Box-catzim, yaxkatsim	A
	<i>Senna racemosa</i> (Mill.) H.S. Irwin & Barneby var. <i>racemosa</i>	K'an ja'abin	A, AR
	<i>Swartzia cubensis</i> (Britton & Wills) Standl. var. <i>cubensis</i>	K'atalox, kataox	A
	<i>Vachellia cornigera</i> (L.) Seigler & Ebinger	Subin, supte' xaax, cornezuelo	A
	<i>Zygia stevensonii</i> (Standl.) Killip ex Record.	Xchook che', cacao-che'	A
Lamiaceae	<i>Vitex gaumeri</i> Greenm.	Ya' axnik, yaasnik	A
Lauraceae	<i>Nectandra coriacea</i> (Sw.) Griseb.	Laurelillo	A
	<i>Nectandra salicifolia</i> (Kunth) Nees.	Aguacatillo, laurel verde	A
	<i>Nectandra</i> sp	Laurelillo	A
Malpighiaceae	<i>Bunchosia swartziana</i> Griseb.	Kibche', siip che', sipil che'	AR
	<i>Malpighia glabra</i> L.	Chi-nance, box wayakte', siipche', pico de paloma	AR
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Pixoi	A
	<i>Hampea rovirosae</i> Standl.	Hool, Majaua	AR



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Familia	Especie	Nombre común	F.B.
	<i>Hampea trilobata</i> Standl.	Hool, sakitsa', toobhoob, majahau, sak jool, majagua	A
	<i>Heliocarpus donnellsmithii</i> Rose	Jool	A
	<i>Heliocarpus mexicanus</i> (Turcz) Sprague.	Xholol, holol	A
	<i>Hibiscus poeppigii</i> (Spreng) Garcke	Chinchimpool	H
	<i>Malvaviscus arboreus</i> Cav.	Tulipán de monte	H
	<i>Pseudobombax ellipticum</i> (Kunth) Dugand	Amapola, k'uuu che'	A
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i> L.	K'uj che', k' uyche', cedro rojo	A
	<i>Guarea petenensis</i> Colorado		A
	<i>Guarea</i> sp.		A
	<i>Swietenia macrophylla</i> King	Caoba	A
	<i>Trichilia</i> sp.		A
Menispermaceae	<i>Hyperbaena winzerlingii</i> Standl.	Choch-guitan, xchoch-kitan	AR
Moraceae	<i>Ficus cotinifolia</i> Kunth	Álamo	A
	<i>Ficus obtusifolia</i> Kunth	Higuerilla	A
	<i>Pseudolmedia glabrata</i> (Liebm.) C.C. Berg	Mamba	A
	<i>Trophis racemosa</i> L. Urb	Ramón colorado	A
	Moraceae 1		A
Myrtaceae	<i>Eugenia acapulcensis</i> Steud.	Guayabillo	A
	<i>Eugenia axillaris</i> (Sw.) Willd.	Ich-huh, iich juuj, kiis-yuk, granada cimarrona	A
	<i>Eugenia bumelioides</i> Standl.	Guayabillo	A
	<i>Eugenia winzerlingii</i> Standl.	Guayabillo	A
	<i>Eugenia</i> Sp.		A
	<i>Pimenta dioica</i> (L.) Merr.	Nukuch pool, pimienta tabasco	A
	<i>Psidium sartorianum</i> (O. Berg) Nied.	Kabal sak loob che', x-pichi'che, guayabillo, pichiche	A
	Myrtaceae 1		A
Nyctaginaceae	<i>Neea psychotrioides</i> Donn. Sm.	Ta'tsí	A
	<i>Pisonia aculeata</i> L.	Beeb, uña de gato, beeh	AR
Ochnaceae	<i>Ouratea lucens</i> (Kunth) Engl.	Buy ch' iich', laurel de monte	AR
	<i>Ouratea nitida</i> (Sw.) Engl.	Buy-chich, xubas che	AR
Onagraceae	<i>Ludwigia octovalvis</i> (Jacq.) P.H. Raven.		H
Orchidaceae	<i>Catasetum integerrimum</i> Hook.	Ku'uk	H
	<i>Cohniella ascendens</i> (Lindl.) Christenson	Puuts che'	H
	<i>Lophiaris</i> sp	Oreja de burro	H
	<i>Oeceoclades maculata</i> (Lindl.) Lindl.		H
Passifloraceae	<i>Passiflora biflora</i> Lam.	Poch aak'	H
	<i>Passiflora foetida</i> L.	Poch' ak'	H



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Familia	Especie	Nombre común	F.B.
	<i>Passiflora sublanceolata</i> (Killip) J.M. MacDougal.	Poch aak'	H
	<i>Passiflora xiikzodz</i> J. MacDougal. ssp. <i>xiikzodz</i> J. MacDougal.	Maak xikin sotos	H
Phyllanthaceae	<i>Astrocasia tremula</i> (Griseb.) G.L. Webster	Trompillo	AR
Piperaceae	<i>Piper amalago</i> L.	Xpeheche', yaxal	AR
Poaceae	<i>Ichnanthus lanceolatus</i> Scribn. & J.G. Sm.	Xk' anchim, ya' ax-suk	H
	<i>Ichnanthus pallens</i> (Sw.) Munro ex Benth.		H
	<i>Lasiacis divaricata</i> (L.) Hitchc var. <i>divaricata</i>	Siit, dzit, taabil si', bambu, carricillo	H
	<i>Lasiacis rugelii</i> (Griseb.) Hitchh.	Siit, dzit	H
	<i>Olyra glaberrima</i> Raddi.	Ya'ax took' su'uk	H
	<i>Urochloa</i> sp.	Brizanta, Pasto cultivado	H
Polygonaceae	<i>Coccoloba acapulcensis</i> Standl.	Tóon yuul'	A, AR
	<i>Coccoloba cozumelensis</i> Hemsl.	Ch' ich'boob, kambabob, boob, sak boob	A
	<i>Coccoloba diversifolia</i> Jacq.	Ch' ich'boob, uvero	A
	<i>Coccoloba reflexiflora</i> Standl.	Chich bob, sac boob, uvero	A
	<i>Coccoloba spicata</i> Lundell	Bob, bobche', boob	A
	<i>Gymnopodium floribundum</i> Rolfe.	Ts' its' ilche', sakt's' its' ilche'	A
	<i>Neomillspaughia emarginata</i> (H. Gross) S.F Blake.	Sakitsa', tsaytsab, sac-tra	A
Primulaceae	<i>Ardisia escallonioides</i> Schtdl. & Cham.	Sak box lub, tan che', xook' num	A
	<i>Bonellia macrocarpa</i> (Cav.) B. Ståhl & Källersjö.	Chak sik' iix le', naranjillo, pincha huevo	AR
	<i>Parathesis cubana</i> (A. DC.) Molinet & M. Gómez.	Sak lob che'	AR
Pteridaceae	<i>Adiantum tenerum</i> Sw.		H
Putranjivaceae	<i>Drypetes lateriflora</i> (Sw.) Krug. & Urb	Laurelillo, huesillo	A
Rhamnaceae	<i>Colubrina arborescens</i> (Mill.) Sarg.	Pimientillo	A
	<i>Krugiodendron ferreum</i> (Vahl) Urb.		A
Rubiaceae	<i>Coutarea hexandra</i> (Jacq.) K. Schum	Kookche'	AR
	<i>Guettarda elliptica</i> Sw.	Kibche', lu'um che', subin deel	A
	<i>Guettarda macrosperma</i> Donn. Sm.	Manzanillo	A, AR
	<i>Guettarda combsii</i> Urb.	Pay luuk, tasta' ab, manzanillo	A
	<i>Guettarda gaumeri</i> Standl.	Chac-yac-che', siip che', kib che'	A
	<i>Hamelia patens</i> Jacq.	X' k'anan	AR
	<i>Machaonia lindeniana</i> Baill.	Box ku' ch'eel, bookk' uchel, kuchel, xkuchel	AR
	<i>Psychotria nervosa</i> Sw.	K'aanan, ya'ax anal, retamo	AR
	<i>Randia aculeata</i> L.	Cruz kiix, peech kitam	AR



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Familia	Especie	Nombre común	F.B.
	<i>Randia armata</i> (Sw.) DC.	Peech kitam	AR
	<i>Randia longiloba</i> Hemsl.	Ah akam k'ax, kax, ya'ax k'am che'	AR
	<i>Randia obcordata</i> S. Watson.	Cruz kiix, kat kax, altamisa	AR
	<i>Simira salvadorensis</i> (Standl.) Steyerm	Chakte-kok, chacahuanté, palo de rosa	A
	Rubiaceae 1		
Rutaceae	<i>Casimiroa tetrameria</i> Millsp.	Huyuuy, yu' uy, toyu	A
	<i>Esenbeckia pentaphylla</i> (Macfad.) Griseb.	Naranja che'	A, AR
	<i>Pilocarpus racemosus</i> Vahl var. <i>racemosus</i>	Tan kas che'	A
Salicaceae	<i>Laetia thamnina</i> L.	Ixim che'	A
	<i>Zuelania guidonia</i> (Sw.) Britton & Millsp.	Tamay, totolonche', xtamay, volador	A
Sapindaceae	<i>Allophylus cominia</i> (L.) Sw.	Bikbach, ixbaach, yaniya, tres marías	A
	<i>Cupania belizensis</i> Standl.	Sak poom, copal	A
	<i>Cupania dentata</i> DC.	Sakoy	A
	<i>Matayba oppositifolia</i> (A. Rich.) Britton.		A
	<i>Melicococcus oliviformis</i> Kunth. ssp. <i>oliviformis</i>	Huaya de monte	A
	<i>Paullinia</i> sp.		T
	<i>Serjania adiantoides</i> Radlk.	Buy, buy ak', k'ex-ak', buy che'	T
	<i>Talisia floresii</i> Standl.	K'oolok	A
	<i>Thouinia paucidentata</i> Radlk.	K' anchunup, hueso de tigre	A
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum mexicanum</i> Brandegeee in Standl.	Chikeh, caimitillo, chi-ke'	A
	<i>Manilkara zapota</i> (Linnaeus) van Royen.	Chakya, chicozapote, xapote	A
	<i>Pouteria amygdalina</i> Standl. Baehni.	Silillón	A
	<i>Pouteria campechiana</i> (Kunth) Baehni	Kanisté, zapotillo	A
	<i>Pouteria reticulata</i> (Engl.) Eyma ssp.	Zapotillo	A
	<i>Sideroxylon foetidissimum</i> Jacq. ssp. <i>gaumeri</i> (Pittier) Pennington.	Sibul, tsiimim che'	A
	<i>Sideroxylon salicifolium</i> (L.) Lamark.	Zapote faisán, Chakya, tsiitsil yah, sakchum, zapotillo	A
Simaroubaceae	<i>Alvaradoa amorphoides</i> Liebm. ssp. <i>Amorphoides</i>	Be sinik che'	A
	<i>Simarouba amara</i> Aubl.	Pa' sak che', pa' saak', sak-cedro, pistache	A
Smilacaceae	<i>Smilax mollis</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.		T
Solanaceae	<i>Solanum nudum</i> Dunal.	Punab che', p'ee'eyes, k' uuch	H
Urticaceae	<i>Cecropia peltata</i> L.	Xko' che', k' aaxil, koochle, guarumbo	A
Verbenaceae	<i>Duranta erecta</i> L.	K'aan pok'olche'	T
	<i>Lantana camara</i> L.	Orégano xiw	H
	<i>Petrea volubilis</i> L.	Oop ts'imín	T





MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Familia	Especie	Nombre común	F.B.
Zamiaceae	<i>Zamia prasina</i> W. Bull	Chak wa, palmita	H

Simbología: A=árbol, Ar=arbusto, P=palma, H=herbáceas, T=trepadoras

*Selva baja subperennifolia*

En este listado se presentan especies registradas en los muestreos realizados y las observadas durante los recorridos para establecer los puntos de muestreo. Se determinaron 43 familias, 100 géneros y 127 especies.

La familia con mayor riqueza de especies fue Orchidaceae con 24 especies, seguida de Bromeliaceae y Fabaceae con 13 especies, Rubiaceae con 7 especies. Las familias restantes tuvieron 6 especies o menos. Es evidente que la riqueza taxonómica es menor que en la selva mediana subperennifolia, pero con dominancia de familias bien adaptadas a las condiciones de inundación periódica estacional que permite una elevada humedad ambiental, como son las familias que poseen especies epífitas: Orchidaceae y Bromeliaceae.

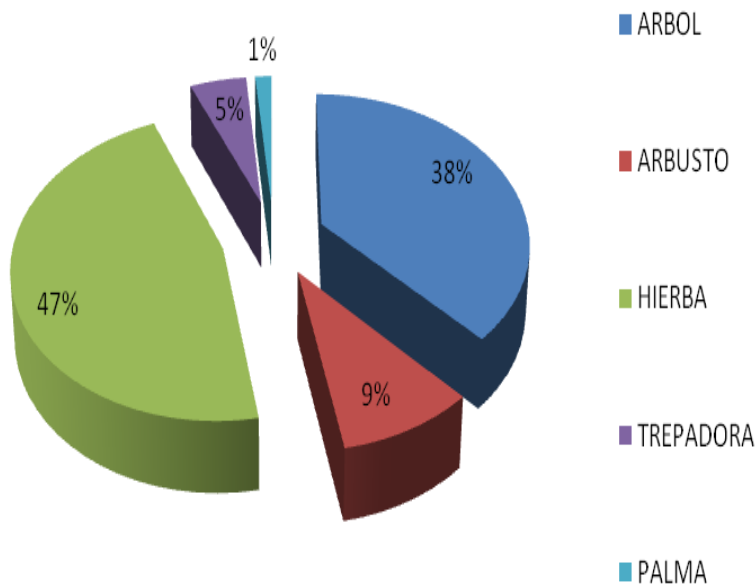


Figura IV.16 Porcentaje de de formas biológicas colectadas en la selva baja subperennifolia.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

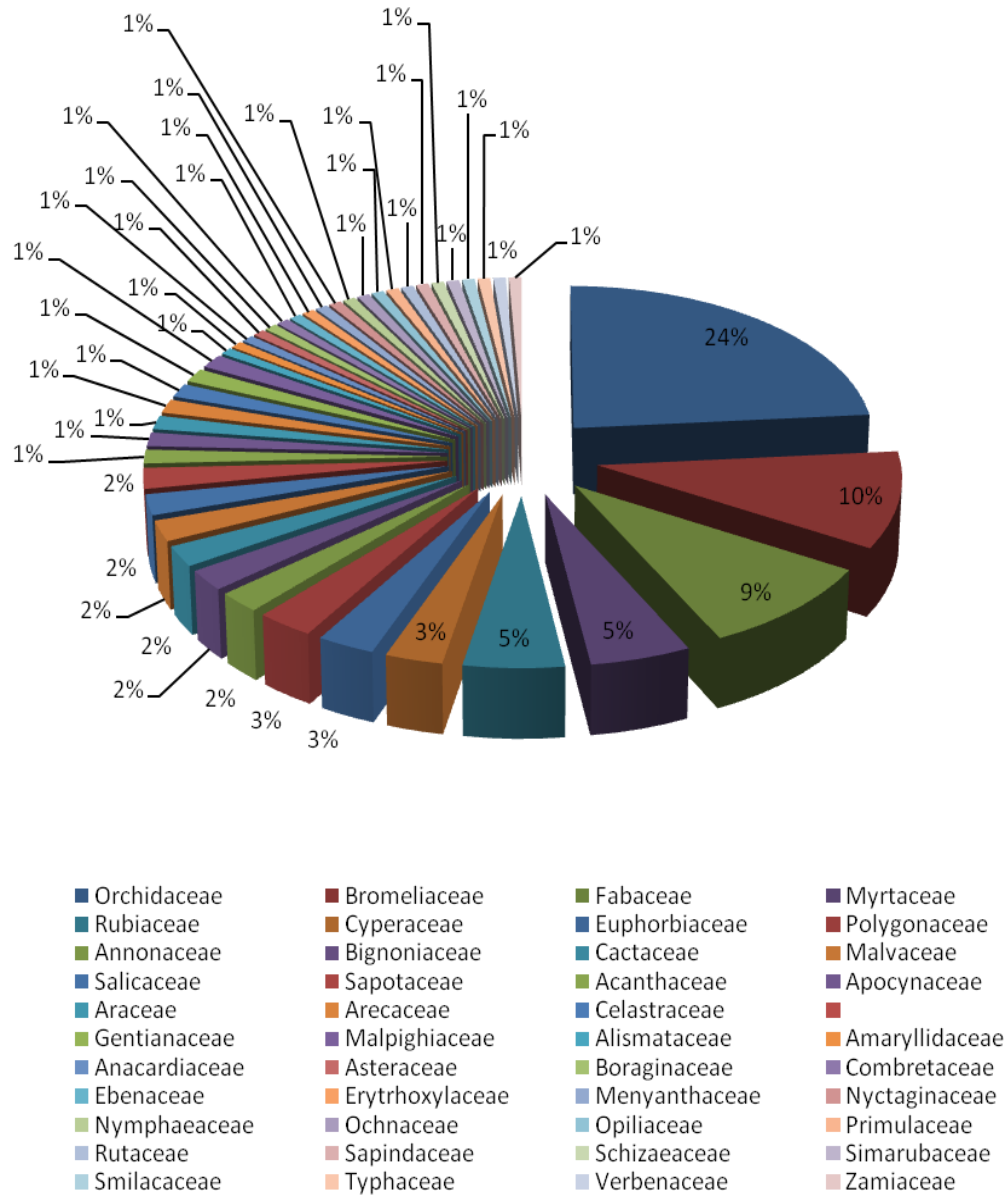


Figura IV.17 Porcentaje de familias botánicas colectadas en la selva baja subperennifolia.



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

**Tabla IV.22 Listado florístico de las especies vegetales registradas en la selva baja subperennifolia.**

Familia	Especie	Nombre común	F.B.
Acanthaceae	<i>Bravaisia berlandieriana</i> (Nees) T.F. Daniel.	Juluub, sak-hulub	AR
	<i>Stenandrium nanum</i> (Standl.) T.F. Daniel.		H
Alismataceae	<i>Sagittaria lancifolia</i> L. ssp. <i>lancifolia</i>	Lirio	H
Amaryllidaceae	<i>Hymenocallis littoralis</i> (Jacq.) Salisb.	Humpetzkin-xiu, lirio kax, lirio de mar, zopilote	H
Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i> (Jacq.) Urb.	Box cheechem, cheechem	A
Annonaceae	<i>Annona glabra</i> L.	Mak'che'	A
	<i>Mosannonna depressa</i> (Baill.) Chatrou.	Box e'ele' muuy, eek' le', pool boox	A
	<i>Sapranthus campechianus</i> (Kunth) Standl.	Zac elemuy, chacmax	A
Apocynaceae	<i>Cameraria latifolia</i> L.	Sak cheechem, sakal che', cheechem blanco	A
	<i>Cascabela gaumeri</i> (Hemsl.) Lippold.	Ajkits, sakits, akitz, campanilla	A
Araceae	<i>Lemna sp</i>	Lenteja de agua	H
	<i>Syngonium angustatum</i> Schott		T
Arecaceae	<i>Cryosophila stauracantha</i> (Heynh.) R. Evans	Ebano blanco, guano k'uuum	P
	<i>Sabal yapa</i> C. Wright. ex Becc.	Julok' xa'an, guano	P
Asteraceae	<i>Flaveria trinervia</i> (Spreng.) C. Mohr.	Sajum	H
Bignoniaceae	<i>Arrabidaea podopogon</i> (DC.) A.H. Gentry.	Bilin kak, sak ak'	T
	<i>Crescentia cujetel</i> L.	Homa', ghiro, jícara	A
	<i>Pithecoctenium crucigerum</i> (L.) A.H. Gentry.	Xtaabay, nej toolok, peine de mono	T
Boraginaceae	<i>Cordia dodecandra</i> DC.	Chak k'oopte', siricote, chakkopte	A
	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken.	Bojon	A
Bromeliaceae	<i>Aechmea bracteata</i> (Sw.) Griseb.	Gallito	H
	<i>Tillandsia balbisiana</i> Schult. f.	X chu, chu	H
	<i>Tillandsia brachycaulos</i> Schldtl.	Chu, k' nahsihil, mis, gallito	H
	<i>Tillandsia bulbosa</i> Hook.	Jolun siijal	H
	<i>Tillandsia compressa</i> Bertero ex Schult. & Schult. f., vel sp. aff.	Xch'u'	H
	<i>Tillandsia elongata</i> Kunth var. <i>subimbricata</i> (Baker) L. B. Sm.	Xch'u'	H
	<i>Tillandsia fasciculata</i> Sw., vel sp. aff.	Xch'u'	H
	<i>Tillandsia festucoides</i> Mez	Xch'u'	H
	<i>Tillandsia jaguactalensis</i> I. Ramírez, Carnevali & Chi	Xch'u'	H
	<i>Tillandsia juncea</i> (Ruiz & Pav.) Poiret vel sp. aff.	Xch'u'	H
	<i>Tillandsia polystachia</i> (L.) L.	Xch'u'	H
	<i>Tillandsia streptophylla</i> C. Morren	Xch'u'	H
<i>Tillandsia variabilis</i> Schldtl.	Xch'u'	H	



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Familia	Especie	Nombre común	F.B.
	<i>Tillandsia sp.</i>		H
Cactaceae	<i>Epiphyllum hookeri</i> Haw.	Pitaya k'uk	H
	<i>Selenicereus grandiflorus</i> (L.) Britton & Rose <i>ssp. donkerarii</i> (Slam-Dyck) Ralf Bauer	Pool tsu tsuy	H
	<i>Strophocactus testudo</i> (Karw. ex Zucc.) Bauer.	Pitaya de tortuga	H
Celastraceae	<i>Crossopetalum gaumeri</i> (Loes.) Lundell.	Kabamuk, chiki che'	AR
	<i>Semialarium mexicanum</i> (Miers) Mennega	Chun tok', sak boob	A
Combretaceae	<i>Terminalia buceras</i> L.	Puk'te', almendra de río	A
Cyperaceae	<i>Cladium jamaicense</i> Crantz	Holche', Xpuh, saibal, navajuela	H
	<i>Rhynchospora tracyi</i> Britton		H
	<i>Scleria bracteata</i> Cav.	Cortadora, navajuela	H
	<i>Scleria lithosperma</i> (L.) Sw.	Kan suuc, oxnon	H
Ebenaceae	<i>Diospyros anisandra</i> Blake.	Kakal che', pisit, uchulche,	A
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum rotundifolium</i> Lunan.	Lkilche, ikiche, iik'il che'	A
Euphorbiaceae	<i>Croton arboreus</i> Millsp.	Pak che', p'e'es k' uuch, xpáay che'	A
	<i>Croton reflexifolius</i> Kunth.	Pees kuut, x-pees kut, pets' k' uuts	A
	<i>Gymnanthes lucida</i> Swartz.	Tsi lilil, tsilil, yai ti, yaitil	A
	<i>Sebastiania adenophora</i> Pax & K. Hoffm.	K' anchunup, tox, sakchechem	A
Fabaceae	<i>Caesalpinia gaumeri</i> (Britton & Rose) Greenm.	Kitim che', xkitam che', xkitim che'	A
	<i>Dalbergia glabra</i> (Mill.) Standl.	Muk, ahmuk, kibix, k'uxubtooch	T
	<i>Diphysa carthagenensis</i> Jacq.	Sukuk, xbabalche', xsusuk	A
	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Steudel.	K'uchunuk, sak ye'eb, sak' yab, cocolito, madrecaao	A
	<i>Haematoxylum campechianum</i> L.	Tiinta che', eek, palo tinto, tinto	A
	<i>Havardia albicans</i> (Kunth) Britton & Rose	Chukum	A
	<i>Lonchocarpus guatemalensis</i> Benth.		A
	<i>Lonchocarpus rugosus</i> Benth.	Kanasin, choy che', chu'ul	A
	<i>Lonchocarpus xuul</i> Lundell.	Xuul, xu'ul, k'aan xu'ul, tamarindo cimarron	A
	<i>Mimosa bahamensis</i> Benth.	Katzim, katzin, sacatzin	A
	<i>Pithecellobium lanceolatum</i> (Willd.) Benth.	Tziuche, tsiw che', tukuy	A
	<i>Vachellia cornigera</i> (L.) Seigler & Ebinger	Subin, supte' xaax, cornezuelo	A
<i>Zygia stevensonii</i> (Standl.) Killip ex Record.	Xchook che', cacao-che'	A	
Gentianaceae	<i>Eustoma exaltatum</i> (L.) Salisb.		H
	<i>Lisianthus axillaris</i> (Hemsl.) Kuntze.	Chile rojo, x-putsche, chilillo	H
Malpighiaceae	<i>Byrsonima bucidifolia</i> Standl.	Sakpah, saakpa, nan che', nance blanco	A
	<i>Malpighia lundellii</i> C. V. Morton.	Wayate, wayakte'	A
Malvaceae	<i>Byttneria aculeata</i> (Jacq.) Jacq.	Eek k'iix, k'iil ix, tes-ak, uña de gato	AR



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Familia	Especie	Nombre común	F.B.
	<i>Hampea rovirosae</i> Standl.	Hool, Majaua	AR
	<i>Hampea trilobata</i> Standl.	Hool, sakitsa', toobhoob, majahau, sak jool, majagua	A
Menyanthaceae	<i>Nymphoides indica</i> (L.) Kuntze.	Ninfa	H
Myrtaceae	<i>Calyptanthes karlingii</i> Standl.	Guayabillo	A, AR
	<i>Eugenia acapulcensis</i> Steud.		A
	<i>Eugenia axillaris</i> (Sw.) Willd.	Ich-huh, iich juuj, kiis-yuk, granada cimarrona	A
	<i>Eugenia laevis</i> O. Berg		A
	<i>Eugenia winzerlingii</i> Standl.	Guayabillo	A
	<i>Eugenia sp.</i>		A
	<i>Psidium sartorianum</i> (O. Berg) Nied.	Kabal sak loob che', x-pichi'che, guayabillo, pichiche	A
Nyctaginaceae	<i>Pisonia aculeata</i> L.	Beeb, uña de gato, beeh	AR
Nymphaeaceae	<i>Nymphaea ampla</i> (Salisb.) DC.	le ja'	H
Ochnaceae	<i>Ouratea lucens</i> (Kunth) Engl.	Buy ch' iich', laurel de monte	AR
Opiliaceae	<i>Agonandra macrocarpa</i> L.O. Williams.	Pak' aalche', naap che'	A
Orchidaceae	<i>Acianthera tikalensis</i> (Correll & C. Schweinf.) Pridgeon & M.W. Chase		H
	<i>Brassavola cucullata</i> (L.) R. Br.	Orquídea	H
	<i>Brassia maculata</i> R. Br.	Orquídea	H
	<i>Campylocentrum sp</i>	Orquídea	H
	<i>Catasetum integerrimum</i> Hook.	Ch'it ku'uk, xanab miis	H
	<i>Cohniella ascendens</i> (Lindl.) Christenson.	Ahoche', puuts' che', x-ku' ben-bay	H
	<i>Cyrtopodium macrobulbn</i> (Llave & Lex.) G. Romero y Carnevali	Chi'it och	H
	<i>Encyclia alata</i> (Batem.) Schlechter.	Orquídea	H
	<i>Encyclia guatemalensis</i> (Klotzsch) Dressler & G. E. Pollard.		H
	<i>Encyclia sp</i>	Orquídea	H
	<i>Epidendrum cardiophorum</i> Schltr.	Orquídea	H
	<i>Epidendrum chlorocorymbos</i> Schltr.	Orquídea	H
	<i>Epidendrum flexuosum</i> G. F. W. Mey.	Orquídea	H
	<i>Epidendrum galeottianum</i> A. Rich. & Galeotti.	Orquídea	H
	<i>Epidendrum isthmi</i> Schlechter.	Orquídea	H
	<i>Epidendrum nocturnum</i> Jacq.	Orquídea	H
	<i>Epidendrum sp.</i>		H
	<i>Epidendrum stamfordianum</i> Batem.	Orquídea	H
<i>Habenaria sp</i>	Orquídea	H	
<i>Lophiaris sp</i>	Orquídea	H	





MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Familia	Especie	Nombre común	F.B.
	<i>Maxillariella sp.</i>	Orquídea	H
	<i>Maxillariella tenuifolia</i> (Lindl.) M. A. Blanco & G. Carnevali		H
	<i>Myrmecophila christinae</i> Carnevali & Gómez-Juárez var. <i>christinae</i>	X-k'ubenba	H
	<i>Notylia sp</i>	Orquídea	H
	<i>Oeceoclades maculata</i> (Lindl.) Lindl.	Orquídea	H
	<i>Ornithocephalus inflexus</i> Lindl.	Puuts' mukuy, orquídea	H
	<i>Pleurothallis grobyi</i> Batem. ex Lindley.	Orquídea	H
	<i>Polystachya clavata</i> Lindl.	Orquídea	H
	<i>Rhyncholaelia digbyana</i> (Benth.) Schltr.	Orquídea	H
	<i>Trigonidium egertonianum</i> Lindl.	Orquídea	H
	<i>Vanilla planifolia</i> Andrews.	Vainilla	H
	<i>Vanilla sp</i>		H
Polygonaceae	<i>Coccoloba barbadensis</i> Jacq.	Bob. Boob che', tokoy, uvero	A
	<i>Coccoloba cozumelensis</i> Hemsl.	Ch' ich'boob, kambabob, boob, sak boob	A
	<i>Coccoloba reflexiflora</i> Standl.	Chich bob, sac boob, uvero	A
	<i>Gymnopodium floribundum</i> Rolfe.	Ts' its' ilche', saks' its' ilche'	A
Primulaceae	<i>Bonellia macrocarpa</i> (Cav.) B. Ståhl & Källersjö.	Chak sik' iix le', naranjillo, pincha huevo	AR
Rubiaceae	<i>Guettarda elliptica</i> Sw.	Kibche', lu'um che', subin deel	A
	<i>Guettarda combsii</i> Urb.	Pay luuk, tasta' ab, manzanillo	A
	<i>Psychotria nervosa</i> Sw.	K'aanan, ya'ax anal, retamo	AR
	<i>Randia aculeata</i> L.	Crux-quix, peeck kitam	AR
	<i>Randia armata</i> (Sw.) DC.	Peeck kitam	AR
	<i>Randia longiloba</i> Hemsl.	Ah akam k'ax, kax, ya'ax k'am che'	AR
	<i>Randia obcordata</i> S. Watson.	Cruz kiix, kat kax, altamisa	AR
Rutaceae	<i>Amyris elemifera</i> L.	K'an chan, palo igaso	A
Salicaceae	<i>Casearia subsessiliflora</i> Lundell.		A
	<i>Xylosma flexuosa</i> (Kunth) Hemsl.	Puuts' mukuy	AR
	<i>Zuelania guidonia</i> (Sw.) Britton & Millsp.	Tamay, totolonche', xtamay, volador	A
Sapindaceae	<i>Paullinia cururu</i> L.	Xcheem ak', xtu' ak', p' ahuh-ak'	T
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum mexicanum</i> Brandegees in Standl.	Chikeh, caimitillo	A
	<i>Manilkara zapota</i> (L.) van Royen.	Chakya, chicozapote, xapote	A
	<i>Sideroxylon salicifolium</i> (L.) Lamark.	Chakya, tsiitsil yah, sakchum, zapotillo	A
Schizaeaceae	<i>Lygodium venustum</i> Sw.		T
Simarubaceae	<i>Simarouba amara</i> Aubl.	Pa' sak che', pa' saak', sak-cedro, pistache	A



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Familia	Especie	Nombre común	F.B.
Smilacaceae	<i>Smilax mollis</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.		T
Typhaceae	<i>Typha domingensis</i> Pers.	Tule, póop, flor de pato	H
Verbenaceae	<i>Lippia sp.</i>		H
Zamiaceae	<i>Zamia prasina</i> W. Bull	Chak wa, palmita	H

Simbología: A=árbol, Ar=arbusto, P=palma, H=herbáceas, T=trepadoras

**Estructura de la comunidad vegetal de las selvas perennifolias**

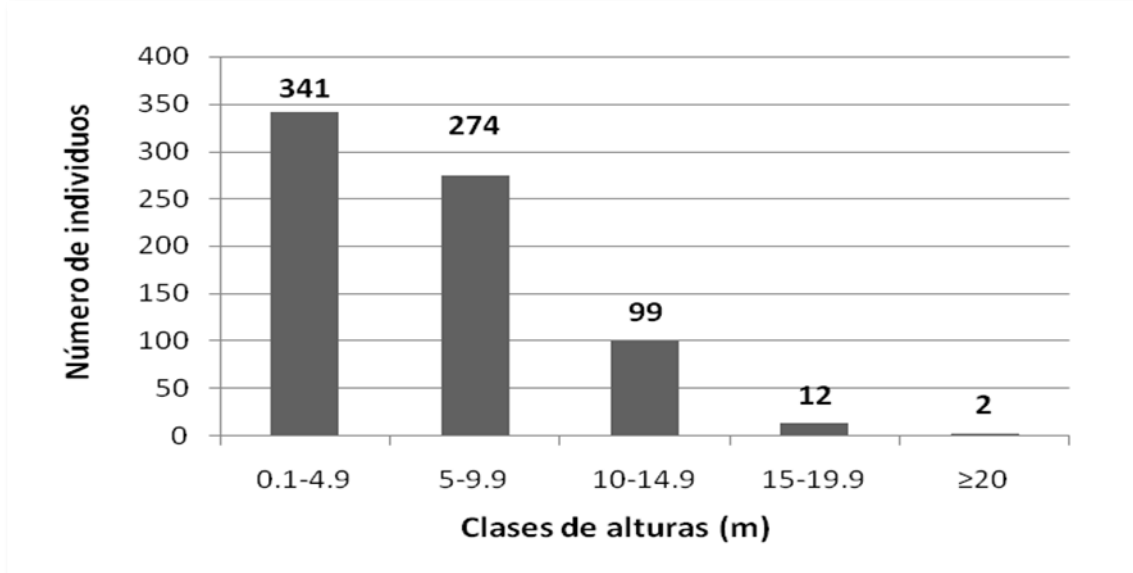
En todas las comunidades vegetales se pueden distinguir una estructura física del ecosistema, la cual puede desarrollarse en dirección vertical y horizontal, refiriéndose en ambos casos a estratificación. La estructura vertical representa la distribución en alturas de los individuos que forman la comunidad vegetal y nos proporciona una imagen sobre la estratificación de los organismos, reconociéndose tres estratos: herbáceo, arbustivo y arbóreo; cada uno dominado generalmente por diferentes especies. La estructura horizontal nos indica la distribución espacial de los organismos de acuerdo al diámetro de los individuos que forman la comunidad. Así podemos reconocer zonas densamente arboladas, con apertura del dosel o zonas con dominancia de herbáceas.

**Estructura vertical de la selva mediana subperennifolia**

En los muestreos realizados se registraron 728 individuos, los cuales se distribuyen verticalmente según se muestra en la figura 2. El 46.84% de los individuos se presentan en el estrato más bajo entre 0.1-4.9 m de altura, 37.63% se presentan en el estrato entre 5.0-9.9, 13.60% se presentan en el estrato entre 10-14.9 m y solamente 1.93% de los individuos muestreados posee alturas de más de 15 m de altura, la cual representa el estrato arbóreo superior que caracteriza a esa comunidad vegetal. Este muy bajo porcentaje de individuos registrados en el dosel superior en este tipo de vegetación nos da una idea del alto grado de perturbación de la misma, ya que por definición, los árboles del dosel superior de la selva mediana subperennifolia miden en promedio más de 15 metros de altura.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

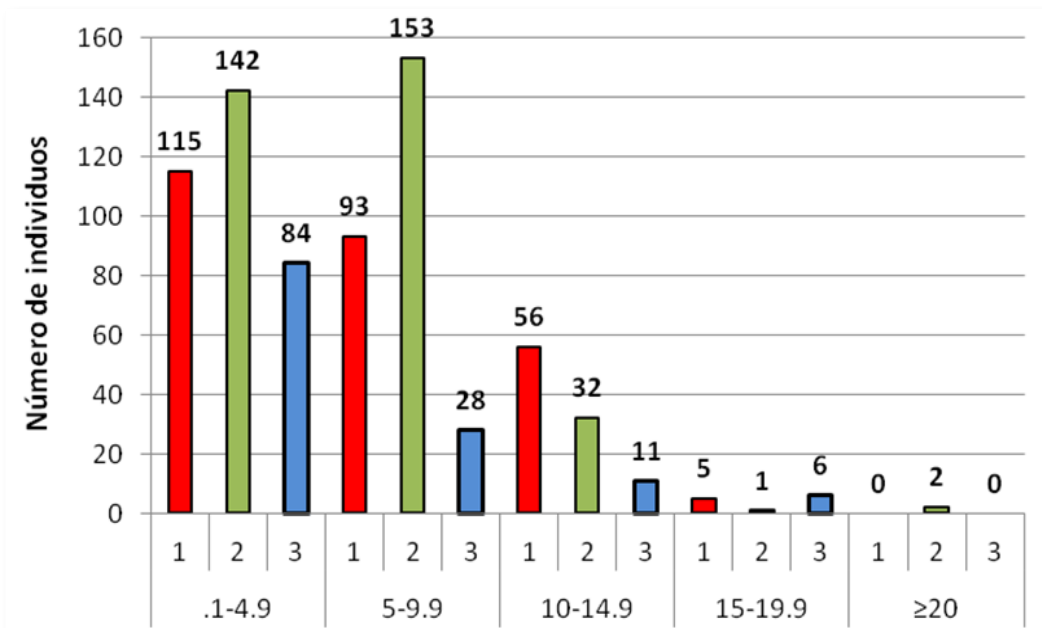
Figura IV.18 Estructura vertical de la selva mediana subperennifolia.



En la siguiente figura se muestra la estructura vertical para cada uno de los tres sitios muestreados en selva mediana subperennifolia. En el sitio Xpujil se presentaron los dos únicos árboles con altura  $\geq 20$  m, aunque también en ese sitio se presentó la mayor abundancia de plantas ubicadas en las dos clases diamétricas inferiores, lo que nos indica que esta comunidad ha sido impactada a través de tala selectiva, lo que se hace evidente por el número de árboles con altura  $\geq 20$  m existentes, y que la comunidad se encuentra en una etapa de regeneración temprana por la gran cantidad de individuos en las clases de altura inferiores. El sitio Lomeríos parece ser el menos impactado ya que tiene el menor número de individuos en las clases de altura menores a 15 m, lo que nos indica que el dosel se encuentra cerrado por lo que existen menos individuos con alturas bajas, en comparación con los otros dos sitios muestreados. Esto es congruente con la fisiografía del sitio, al ubicarse en una zona de pendientes, lo que dificulta el establecimiento de cultivos.

La mayoría de los organismos que se presentan en el estrato bajo (0.1-4.9) son juveniles de las especies arbóreas que dominan los estratos superiores, lo que nos indica que todos los sitios muestreados se encuentran en una etapa de regeneración en diferentes grados.

**Figura IV.19 Estructura vertical para cada sitio muestreado de la selva mediana subperennifolia. 1=Río Bec, 2=Xpujil, 3=Lomeríos.**



En la tabla IV.23 se presenta la abundancia de especies de herbáceas registradas en los tres sitios muestreados. En los tres sitios la densidad es muy baja, variando de 0.4 a 0.6 individuos por metro cuadrado, lo que hace evidente la pobreza de este estrato. Esto significa que los estratos arbóreos superiores están cerrados, lo que impide el paso de luz al suelo para promover la germinación de las semillas. Todas las especies encontradas son comunes en el área, sin embargo, tres de ellas: *Chamaedorea oblongata*, *Cryosophila stauracantha* y *Zamia prasina*, están consideradas en la categoría de amenazadas de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010, por lo que se implementarán medidas de mitigación que disminuyan el impacto a estas especies.



**Tabla IV.23 Abundancia de especies herbáceas en los tres sitios muestreados de selva mediana subperennifolia.**

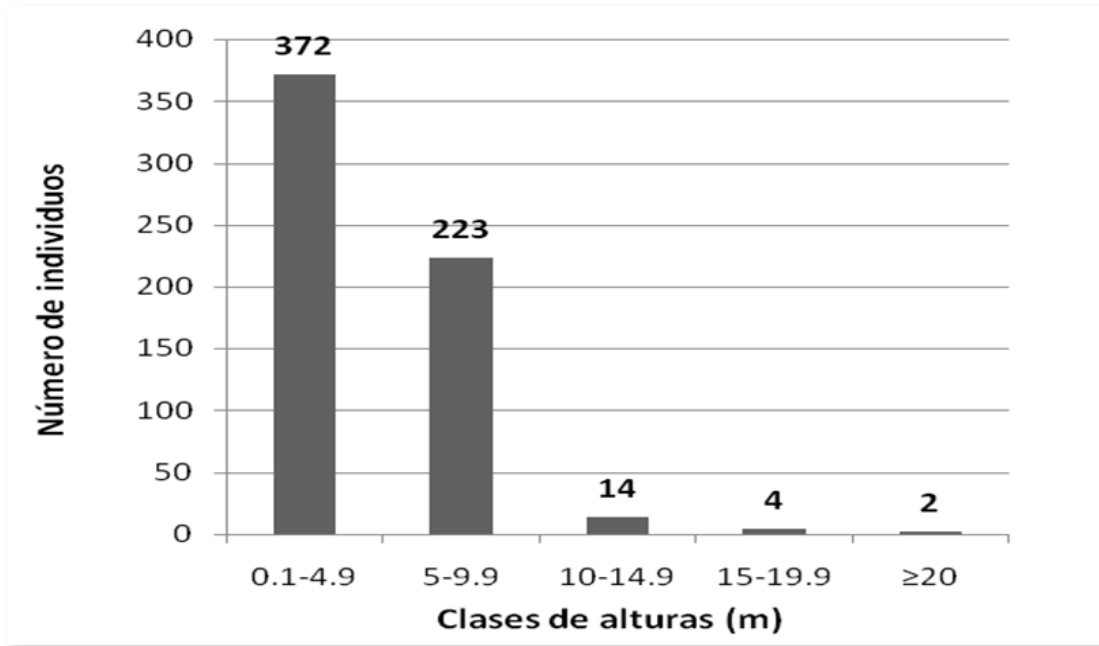
Especie	Sitios de muestreo		
	M1 Río Bec	M2 Xpujil	M3 Lomeríos
<i>Adiantum tenerum</i>	--	--	4
<i>Chamaedorea oblongata</i>	3	--	--
<i>Cryosophila stauracantha</i>	8	--	6
<i>Hyperbaena winzerlingii</i>	1	--	--
<i>Ichnanthus lanceolatus</i>	--	7	--
<i>Ichnanthus pallens</i>	--	--	9
<i>Lasiacis rugelii</i>	--	--	5
<i>Oeceoclades maculata</i>	--	--	6
<i>Paullinia sp.</i>	2	4	--
<i>Serjania adiantoides</i>	5	--	--
<i>Smilax mollis</i>	5	6	--
<i>Stenandrium nanum</i>	--	2	--
<i>Zamia prasina</i>	3	1	--
Total	27	20	30

### *Estructura vertical de la selva baja subperennifolia*

En las parcelas estudiadas se registraron 615 individuos, los cuales se distribuyen verticalmente según se muestra en la figura 4. El 60.48% de los individuos se presentan en el estrato más bajo entre 0.1-4.9 m de altura, 36.26% se presentan en el estrato entre 5.0-9.9, 2.27% se presentan en el estrato entre 10-14.9 y solamente el 1% de los individuos muestreados tiene altura igual o mayor a 15 m. Contrario a lo que caracteriza a la selva mediana subperennifolia que se describió anteriormente, la selva baja subperennifolia está dominada por árboles con alturas menores a 15 m, aunque algunos árboles dominantes como *Terminalia buceras*, pueden sobrepasar los 15 m de altura. La distribución de los organismos en las diferentes clases de altura nos indica que la selva baja subperennifolia está en un estado de conservación mejor que la selva mediana subperennifolia.



Figura IV.20 Estructura vertical de la selva baja subperennifolia.

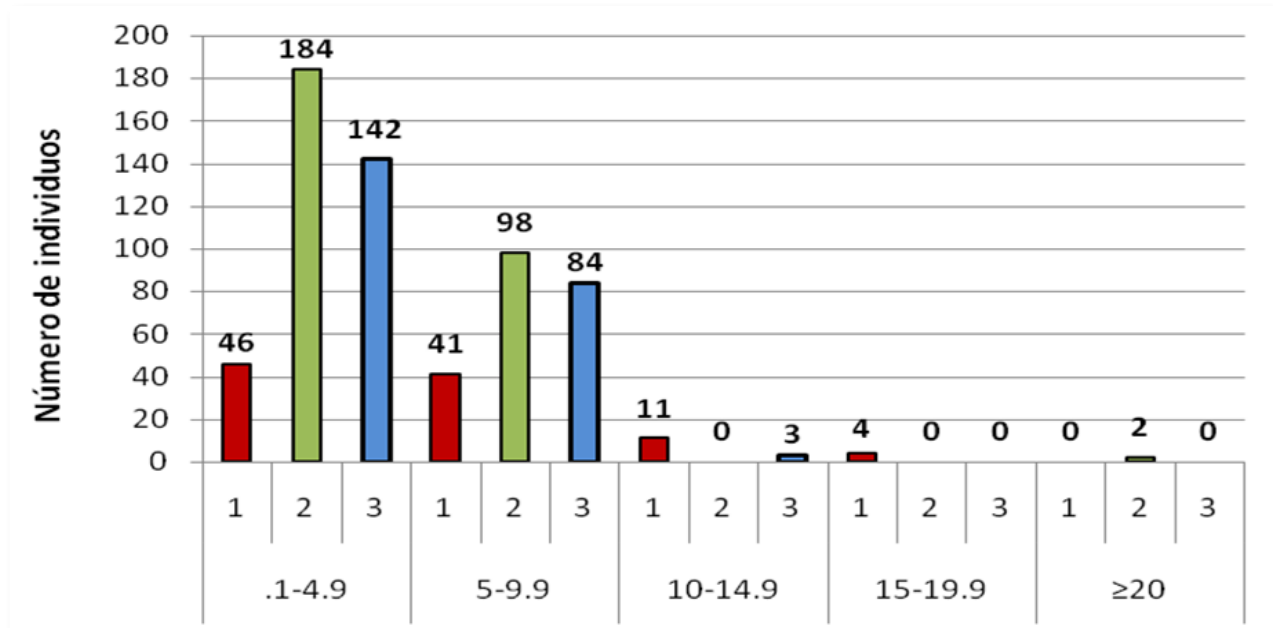


En la siguiente figura se muestra la estructura vertical para cada uno de los tres sitios muestreados en selva baja subperennifolia. En el sitio Lomeríos se presentaron los árboles más altos en la clase de altura  $\geq 20$  m, aunque también en ese sitio se presentó la mayor abundancia de plantas ubicadas en las dos clases diamétricas inferiores, indicando que la comunidad vegetal está en una etapa de regeneración temprana, aunque presenta organismos de más de 20 m de altura, que son elementos que comparte con la selva mediana adyacente, en especial *Manilkara zapota*. En el sitio puente se presentó la menor abundancia de organismos y está dominada por tres especies arbóreas: *Guettarda elliptica*, *Terminalia bucerasy* *Zygia stevensonii*.

Al igual que en la selva mediana, la mayoría de los organismos que se presentan en el estrato bajo (0.1-4.9) son juveniles de las especies arbóreas que dominan los estratos superiores.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Figura IV.21 Estructura vertical de la selva baja subperennifolia por sitio de muestreo  
1= Puente, 2= Lomeríos, 3= Zona de caña.



En la siguiente tabla se presenta la abundancia de especies de herbáceas registradas en los tres sitios muestreados. Al igual que en la selva mediana subperennifolia, la densidad de herbáceas es baja, con valor que van de 0.4 a 0.74 individuos por metro cuadrado, sin embargo, la riqueza de especies es mayor y se presentan varias especies de orquídeas y bromelias, así como dos especies, *Vanilla planifolia* (protegida) y *Zamia prasina* (amenazada) citadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, que deben ser rescatadas como medida de mitigación.

Tabla IV.24 Abundancia de herbáceas en los tres sitios muestreados de selva baja subperennifolia.

Especies	B1: Puente	B2: Lomeríos	B3: Zona de caña
<i>Arrabidaea podopogon</i>	7	--	--
<i>Epidendrum sp.</i>	--	7	--
<i>Hymenocallis littoralis</i>	3	--	--
<i>Lisianthus axillaris</i>	--	--	2
<i>Lygodium venustum</i>	1	--	--
<i>Panicum bartlettii</i>	5	--	--



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

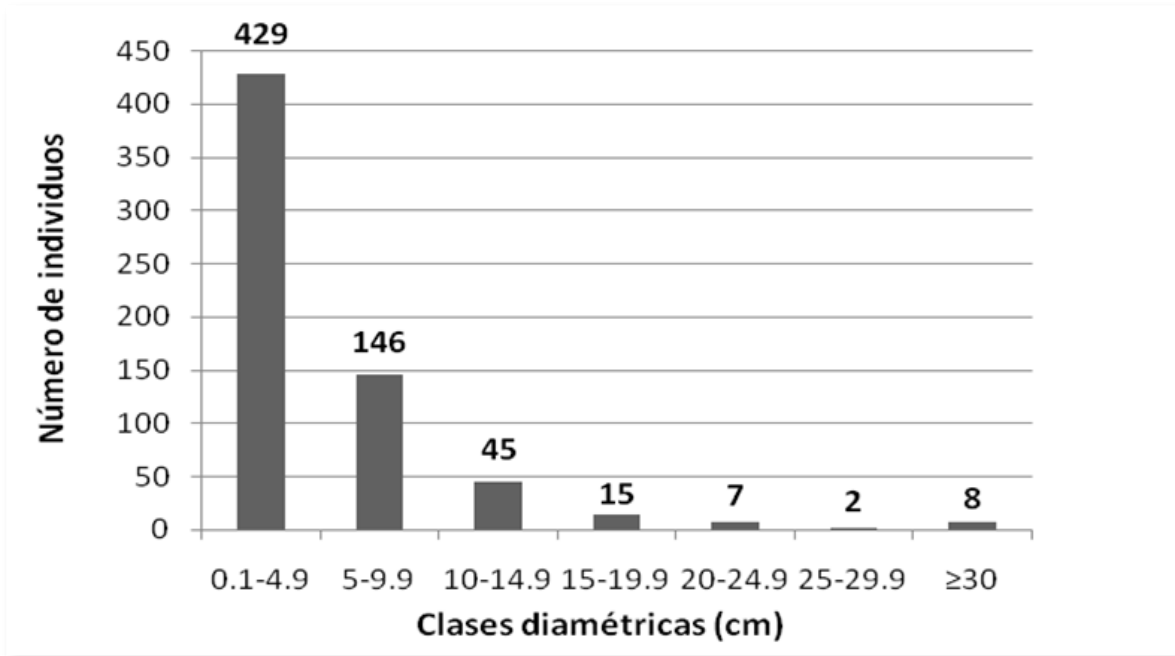
Especies	B1: Puente	B2: Lomeríos	B3: Zona de caña
<i>Paullinia cururu</i>	5	--	--
<i>Pithecoctenium crucigerum</i>	2	--	--
<i>Rhynchospora tracyi</i>	--	2	--
<i>Scleria lithosperma</i>	--	2	15
<i>Stenandrium nanum</i>	--	1	2
<i>Strophocactus testudo</i>	--	1	--
<i>Syngonium angustatum</i>	1	1	--
<i>Tillandsia sp.</i>	--	12	--
<i>Trigonidium egertonianum</i>	--	6	--
<i>Vanilla planifolia</i>	--	2	--
<i>Zamia prasina</i>	--	3	1
Total	24	37	20

### ***Estructura horizontal de la selva mediana subperennifolia***

El diámetro de los individuos solamente se estimó para aquellos con valores mayores a 1.5 m de altura, por lo que el estrato herbáceo no está representado en este análisis. La distribución de las clases diamétricas se muestra en la figura IV.22.

El 65.79% de los individuos se presentan en la clase entre 0.1-4.9 cm de diámetro, 22.39% se presentan en la clase entre 5.0-9.9, y solamente el 11.82% de los individuos muestreados tiene diámetro mayor a 10 cm. Estos datos están relacionados con las clases de altura y nos reflejan que la mayoría de los organismos leñosos son de diámetros pequeños, indicando que la vegetación se encuentra en etapa de recuperación temprana.

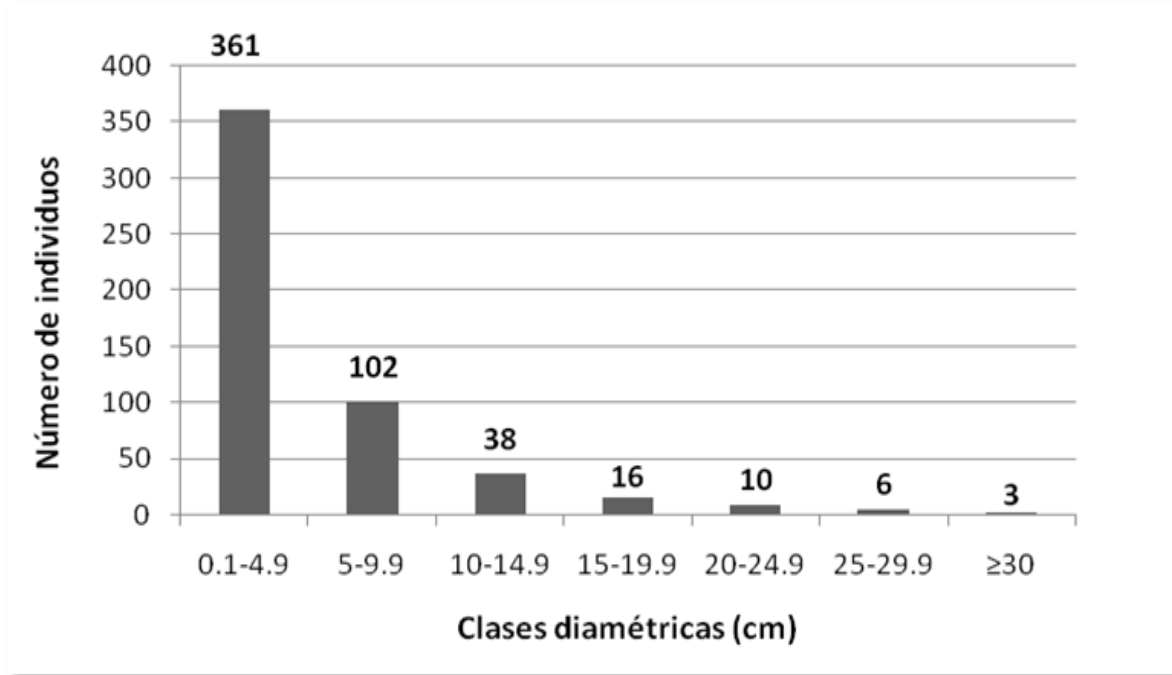
Figura IV.22 Estructura horizontal de la selva mediana subperennifolia



### ***Estructura horizontal de la selva baja subperennifolia***

Al igual que para la selva mediana subperennifolia, el diámetro de los individuos solamente se estimó para aquellos con valores mayores a 1.5 cm, por lo que el estrato herbáceo no está representado en este análisis. La distribución de las clases diamétricas se muestra en la figura 7. El 67.35% de los individuos se presentan en la clase entre 0.1-4.9 cm de diámetro, 19.02% se presentan en la clase entre 5.0-9.9, y solamente el 13.63% de los individuos muestreados tiene diámetro mayor a 10 cm. A pesar de que la tendencia es similar, se esperaría que los diámetros de los árboles fuesen menores, por lo que podemos interpretar que esta vegetación se encuentra en un estado de conservación mejor que la selva mediana subperennifolia.

**Figura IV.23 Estructura horizontal de la selva baja subperennifolia.**



### **Asociaciones vegetales**

#### *Tular*

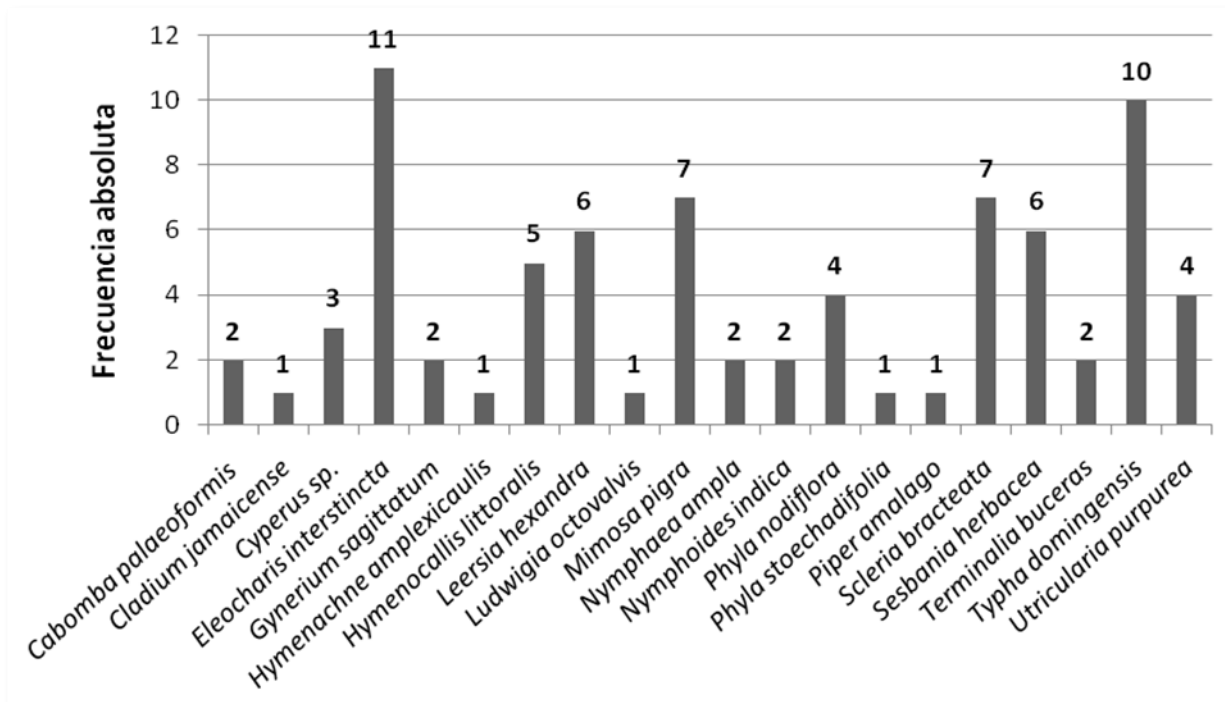
En zonas con inundación permanente se desarrollan asociaciones de hidrófitos en donde una o varias especies de plantas poseen las máximas frecuencias. En las zonas muestreadas en el área de influencia del proyecto, se encontraron varias de estas asociaciones, cuyos valores de frecuencia absoluta para las especies presentes se muestran en la figura 8. En esta figura observamos que las especies más frecuentes son *Eleocharis interstincta* (11) y *Typha domingensis* (10), esta última conocida localmente como tule, por lo que a esta asociación vegetal se le conoce como tular.

Este tipo de asociación vegetal se desarrolla en cuerpos de agua en los que se ha acumulado abundante materia orgánica, convirtiéndose en sitios pantanosos, por lo que se establece el tule como especie invasora. Varios sitios en los que se observó esta asociación están cercanos a potreros, en los cuales existe una abundante acumulación de



materia orgánica de origen animal. Estas asociaciones se vinculan con áreas perturbadas, por lo que no es necesario considerarlas en planes de conservación de ecosistemas.

**Figura IV.24 Frecuencia absoluta de especies reportadas el tular.**



### Sabana

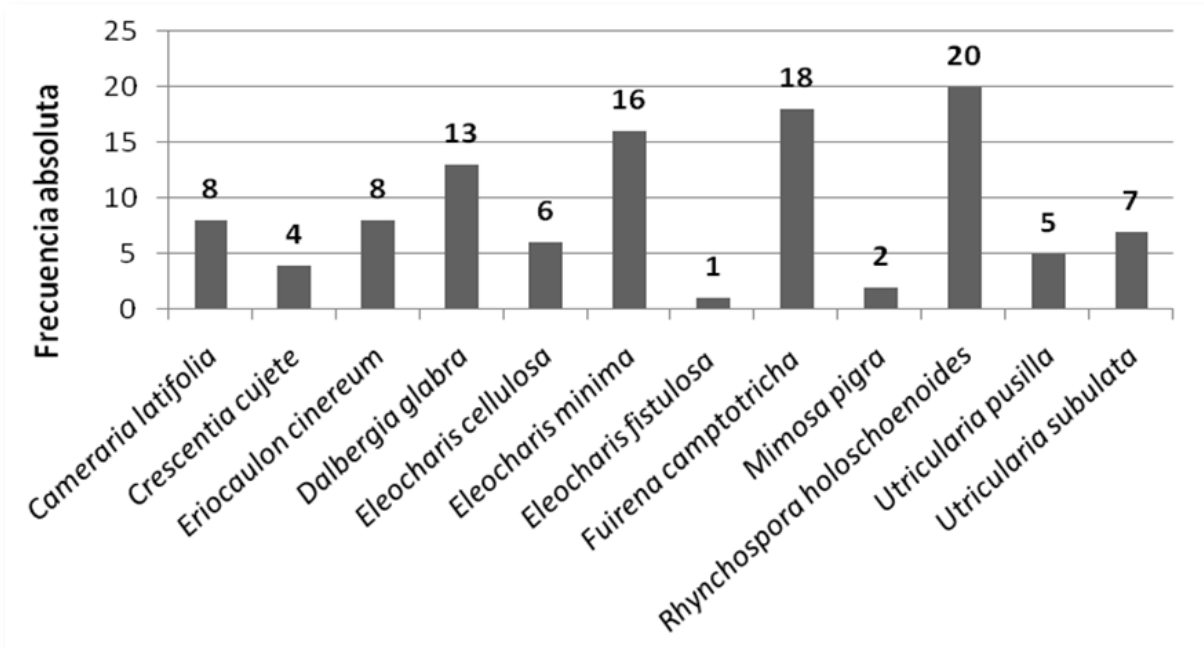
Las sabanas son asociaciones vegetales con dominancia de especies herbáceas, generalmente gramíneas y cyperaceas, las cuales se inundan periódicamente durante la temporada de lluvias. En la zona de influencia del proyecto se ubicó una sabana con composición de árboles de *Crescentia cujete* (4) y *Cameraria latifolia* (8) y dominancia de las cyperaceas: *Eleocharis minima*, *Fuirena camptotricha* y *Rhynchospora holoschoenoides*.

Estas asociaciones pueden ser de origen natural o antropogénico dependiendo de la composición de sus especies. La sabana muestreada posee solamente especies nativas, por lo que se interpreta de origen natural. Debido a lo anterior se establecerán medidas

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

que prevengan la modificación del ambiente en el que se desarrollan (como la modificación de los flujos de agua) para evitar su desaparición, ya que son sistemas dependientes de períodos de inundación.

Figura IV.25 Frecuencia absoluta de especies reportadas en la asociación de sabana.

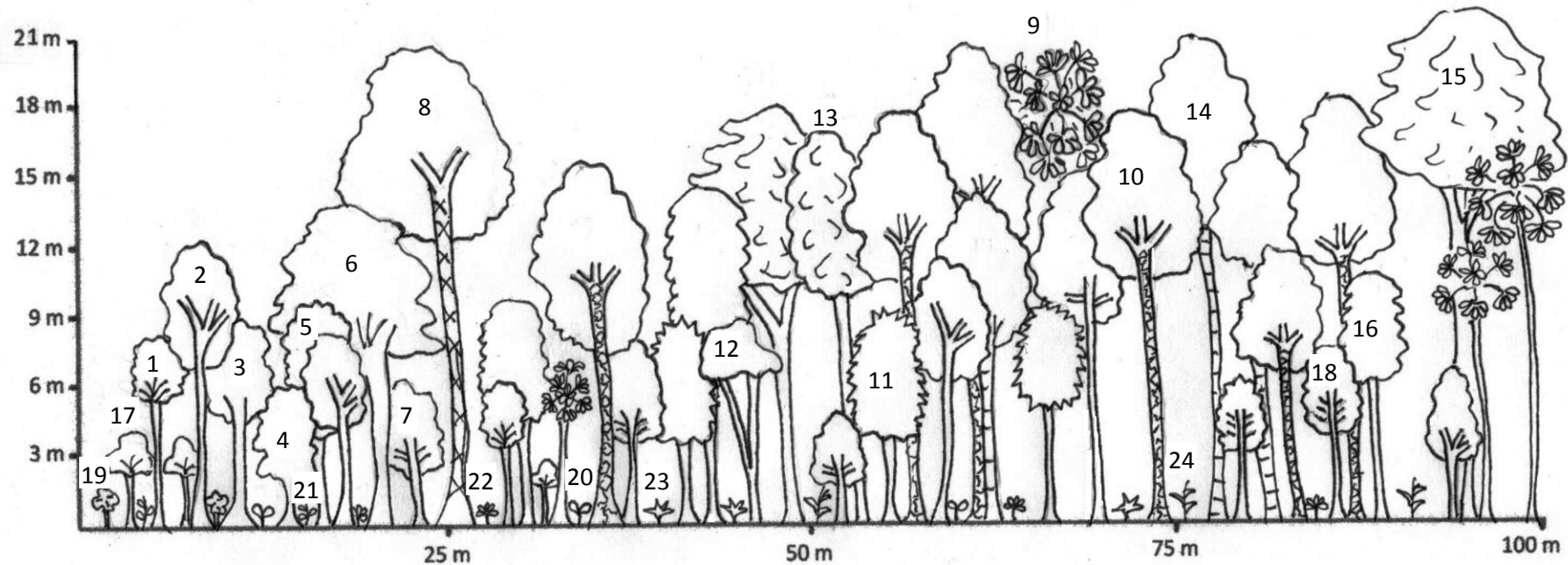


### Perfiles de la vegetación

En las siguientes figuras se presentan los perfiles diagramáticos para la selva mediana subperennifolia y selva baja caducifolia.

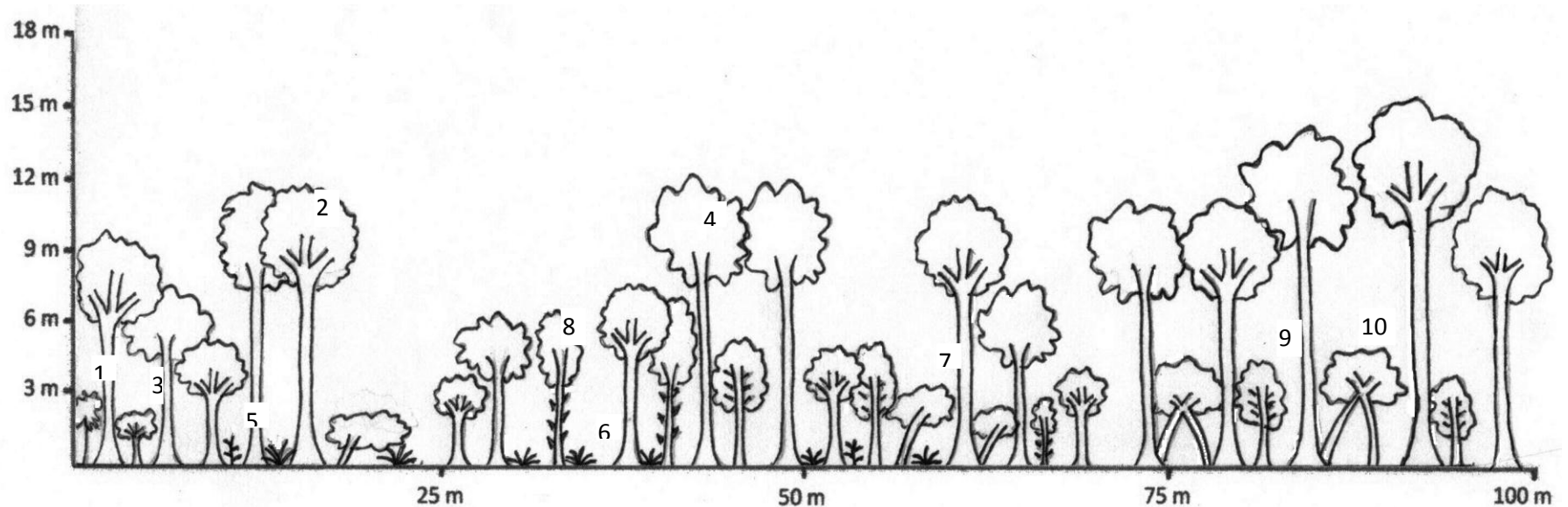
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Figura IV.26 Perfil de la vegetación con las especies registradas en un parche de vegetación de selva mediana subperennifolia (Río Bec M12, 16 Q 256792 2045987).



- 1) *Chrysophyllum mexicanum*; 2) *Croton arboreus*; 3) *Sideroxylon salicifolium*; 4) *Mosannonna depressa*; 5) *Coccoloba cozumelensis*; 6) *Platymiscium yucatanum*; 7) *Lonchocarpus xuul*; 8) *Manilkara zapota*; 9) *Dendropanax arboreus*; 10) *Bursera simaruba*; 11) *Protium copal*; 12) *Gymnopodium floribundum*; 13) *Coccoloba spicata*; 14) *Metopium brownei*; 15) *Mariosousa dolichostachya*; 16) *Nectandra salicifolia*; 17) *Psidium sartorianum*; 18) *Guettarda elliptica*; 19) *Bonellia sp.*; 20) *Piper amalago*; 21) *Olyra glaberrima*; 22) *Zamia prasina*; 23) *Cryosophila stauracantha*; 24) *Chamaedorea oblongata*

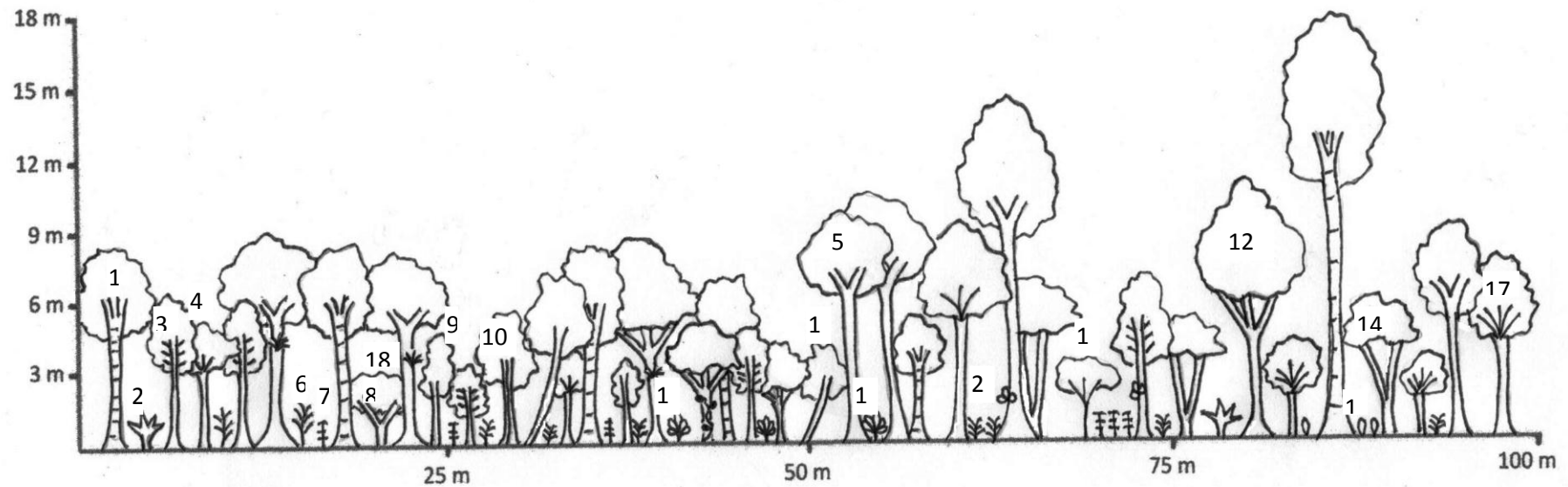
Figura IV.27 Perfil de la vegetación con las especies registradas en un parche de vegetación de selva baja subperennifolia (Puente B1, 16 Q 284925 2042353).



Dominancia de *Zygia stevensonii*. 1) *Casearia subsessiliflora*; 2) *Zygia stevensonii*; 3) *Malpighia lundellii*; 4) *Lonchocarpus guatemalensis*; 5) *Panicum bartlettii*; 6) *Hymenocallis littoralis*; 7) *Dalbergia glabra*; 8) *Vachellia cornigera*; 9) *Guettarda elliptica*; 10) *Pisonia aculeata*.



Figura IV.28 Perfil de la vegetación con las especies registradas en un parche de vegetación de selva baja subperennifolia (Lomeríos B2, 16 Q 310078 2044104).



Con codominancia de *Manilkara zapota* y *Metopium brownei* y presencia de *Haematoxylum campechianum*. 1) *Metopium brownei*; 2) *Cryosophila stauracantha*; 3) *Guettarda elliptica*; 4) *Psidium sartorianum*; 5) *Manilkara zapota*; 6) *Scleria lithosperma*; 7) *Lasiacis divaricata*; 8) *Crescentia cujete*; 9) *Erythroxylum rotundifolium*; 10) *Sebastiania adenophora*; 11) *Dalbergia glabra*; 12) *Haematoxylum campechianum*; 13) *Zamia prasina*; 14) *Gymnopodium floribundum*; 15) *Randia aculeata*; 16) *Oeceoclades maculata*; 17) *Chrysophyllum mexicanum*; 18) Varias especies de *Tillandsia*; 19) *Vanilla planifolia*; 20) *Trigonidium egertonianum*.





A continuación se presenta el análisis de la estructura de los tipos de vegetación, cabe destacar que en una asociación vegetal generalmente no se describen las características estructurales de la comunidad (e.g., índices de diversidad) debido a que presentan una clara dominancia de especies, como cyperaceas en el caso de la sabana y una pobre frecuencia de otras especies. Por esta razón solo se realizan estos análisis para los tipos de vegetación de la selva baja y mediana subperennifolia.

### ***Valor de Importancia Relativa (VIR)***

El VIR, representa el valor ecológico de una especie en una comunidad vegetal. Se representa por tres componentes: frecuencia relativa, densidad relativa y dominancia relativa.

#### *Selva mediana subperennifolia*

En la Tabla IV.25, se presentan los VIR obtenidos para las especies leñosas con alturas mayores a 1.5 m de altura registradas en la selva mediana subperennifolia. En este cuadro podemos observar que *Croton arboreus* representa el 10% del VIR en este tipo de vegetación, debido a su elevado valor de densidad relativa y dominancia relativa, principalmente en los sitios Río Bec y Xpujil. Otras dos especies con elevado VIR son *Bursera simaruba* y *Metopium brownei*, la primera con alto valor de dominancia relativa y frecuencia relativa principalmente en el sitio Xpujil, y la segunda por su mediano valor de densidad relativa en Río Bec.

Encontramos como en cualquier comunidad vegetal que existen pocas especies abundantes y muchas especies escasas, siendo la especie con mayor VIR (*Croton arboreus*) una especie ampliamente distribuida en selvas medianas de la península de Yucatán, en especial en áreas perturbadas, por lo que interpretamos que los parches de vegetación muestreados para este tipo de vegetación se



encuentran en diferentes etapas de regeneración, en especial Rio Bec y Xpujil, lo cual es congruente con la interpretación derivada del análisis de la estructura vertical y la estructura horizontal de este tipo de vegetación.

### *Selva baja subperennifolia*

En la Tabla IV.26, se presentan los VIR obtenidos para las especies leñosas con alturas mayores a 1.5 m de altura registradas en la selva baja subperennifolia. En este cuadro observamos que *Terminalia buceras* y *Guettarda elliptica* son las especies con mayor VIR, representando el 20% del VIR en este tipo de vegetación. La primera especie posee elevado valor de dominancia en este tipo de selva, lo que nos indica que son árboles con diámetros grandes, en tanto que la segunda especie tiene densidad elevada, principalmente en el sitio lomeríos. Ambas especies son características de este tipo de vegetación y son susceptibles a cambios en los regímenes de precipitación pluvial e inundación local, por lo que deben mantenerse las condiciones edáficas en sus sitios de distribución.

El hecho de encontrar otras especies características de este tipo de vegetación (*Coccoloba cozumelensis*, *Haematoxylum campechianum* y *Psidium sartorianum*), con los valores de VIR más altos, nos indican que los sitios estudiados representan parches con vegetación en buen estado de conservación.



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

**Tabla IV.25 Parámetros de la comunidad y Valor de Importancia Relativa (VIR) para las especies vegetales en selva mediana subperennifolia.**

Especie	M1	M2	M3	Área basal	Dominancia	Frecuencia	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	VIR
<i>Croton arboreus</i> Millsp.	44	48	0	4684.11797	92	8	14.1104294	3.9800995	13.9559893	32.0465183
<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	1	16	5	4068.34893	22	8	3.37423313	3.9800995	12.1213502	19.4756828
<i>Metopium brownei</i> (Jacq.) Urb.	50	1	1	2331.51499	52	6	7.97546012	2.9850746	6.94657961	17.9071144
<i>Coccoloba cozumelensis</i> Hemsl.	21	12	1	1212.5191	34	8	5.21472393	3.9800995	3.61261261	12.807436
<i>Lysiloma latisiliquum</i> (L.) Benth.	0	3	1	2686.78778	4	4	0.61349693	1.9900498	8.0050891	10.6086358
<i>Neomillspaughia emarginata</i> (H. Gross) S.F Blake.	0	38	0	783.298319	38	4	5.82822086	1.9900498	2.33378046	10.1520511
<i>Thouinia paucidentata</i> Radlk.	2	6	2	2023.94878	10	5	1.53374233	2.4875622	6.03020843	10.051513
<i>Mosannonna depressa</i> (Baill.) Chatrou.	11	24	0	160.845588	35	8	5.36809816	3.9800995	0.47922775	9.82742541
<i>Simarouba amara</i> Aubl.	0	0	1	2964.17431	1	1	0.15337423	0.4975124	8.8315421	9.48242877
<i>Cascabela gaumeri</i> (Hemsl.) Lippold.	0	16	1	1594.47495	17	4	2.60736196	1.9900498	4.75062233	9.34803404
<i>Swartzia cubensis</i> (Britton & Wills) Standl. var. <i>cubensis</i> .	1	3	1	1700.42733	5	4	0.76687117	1.9900498	5.06629975	7.82322067
<i>Psidium sartorianum</i> (O. Berg) Nied.	22	5	0	51.7849185	27	7	4.14110429	3.4825871	0.1542894	7.77798076
<i>Semialarium mexicanum</i> (Miers) Mennega.	11	11	0	349.785141	22	6	3.37423313	2.9850746	1.04215943	7.40146718
<i>Eugenia axillaris</i> (Sw.) Willd.	0	24	0	570.489559	24	4	3.6809816	1.9900498	1.69973222	7.37076356
<i>Nectandra salicifolia</i> (Kunth) Nees.	8	4	1	564.919149	13	6	1.99386503	2.9850746	1.68313558	6.66207524
<i>Eugenia acapulcensis</i> Steud.	0	19	0	344.271231	19	4	2.91411043	1.9900498	1.02573113	5.92989131
<i>Guarea petenensis</i> Colorado.	0	0	11	558.393812	11	4	1.68711656	1.9900498	1.66369381	5.34086013
<i>Randia longiloba</i> Hemsl.	0	19	0	89.5443405	19	4	2.91411043	1.9900498	0.26679086	5.17095104
<i>Lonchocarpus rugosus</i> Benth.	5	1	0	906.405176	6	3	0.9202454	1.4925373	2.7005684	5.11335111



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Especie	M1	M2	M3	Área basal	Dominancia	Frecuencia	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	VIR
<i>Eugenia</i> sp.	15	0	1	152.330819	16	4	2.45398773	1.9900498	0.45385861	4.89789609
<i>Lonchocarpus xuui</i> Lundell.	8	1	0	330.345206	9	5	1.3803681	2.4875622	0.98423955	4.85216984
<i>Sideroxylon salicifolium</i> (L.) Lamark.	4	0	0	970.226159	4	2	0.61349693	0.9950249	2.89071839	4.49924019
Moraceae.	0	0	6	678.794245	6	3	0.9202454	1.4925373	2.02241816	4.43520087
<i>Diospyros tetrasperma</i> Sw.	0	14	0	171.723007	14	3	2.14723926	1.4925373	0.51163623	4.15141281
<i>Protium copal</i> (Schltdl. & Cham.) Engl.	4	0	4	194.864878	8	4	1.22699387	1.9900498	0.58058575	3.79762937
<i>Croton reflexifolius</i> Kunth.	10	0	0	218.061656	10	3	1.53374233	1.4925373	0.64969887	3.67597852
<i>Coccoloba spicata</i> Lundell.	0	0	9	68.5956201	9	4	1.3803681	1.9900498	0.20437567	3.57479352
<i>Ardisia escallonioides</i> Schltdl. & Cham.	1	5	2	68.8741406	8	4	1.22699387	1.9900498	0.2052055	3.42224912
<i>Crossopetalum gaumeri</i> (Loes.) Lundell.	11	1	0	29.4833843	12	3	1.8404908	1.4925373	0.0878436	3.42087171
<i>Piper amalago</i> L.	0	0	11	30.1001082	11	3	1.68711656	1.4925373	0.08968109	3.26933496
<i>Gymnopodium floribundum</i> Rolfe.	0	7	0	359.314521	7	2	1.07361963	0.9950249	1.07055152	3.13919603
<i>Cedrela odorata</i> L.	0	0	1	795.772855	1	1	0.15337423	0.4975124	2.37094743	3.02183411
<i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Decne. & Planch.	3	0	3	17.5070028	6	4	0.9202454	1.9900498	0.05216084	2.96245599
<i>Diospyros yucatanensis</i> Lundell.	1	6	0	96.945028	7	3	1.07361963	1.4925373	0.28884067	2.85499762
<i>Guarea</i> sp.	0	0	4	76.4737713	4	3	0.61349693	1.4925373	0.22784805	2.33388229
<i>Guettarda gaumeri</i> Standl.	4	0	0	11.3795518	4	3	0.61349693	1.4925373	0.03390455	2.13993879
<i>Gymnanthes lucida</i> Swartz.	3	2	0	92.8269035	5	2	0.76687117	0.9950249	0.27657102	2.03846706
<i>Bunchosia swartziana</i> Griseb.	1	1	1	16.7112299	3	3	0.4601227	1.4925373	0.0497899	2.00244991
<i>Pimenta dioica</i> (L.) Merr.	0	0	3	7.08237841	3	3	0.4601227	1.4925373	0.02110143	1.97376144
<i>Cupania dentata</i> DC.	0	0	5	26.8175452	5	2	0.76687117	0.9950249	0.07990093	1.84179697
<i>Sabal</i> sp.	0	0	1	357.222434	1	1	0.15337423	0.4975124	1.0643183	1.71520497



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Especie	M1	M2	M3	Área basal	Dominancia	Frecuencia	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	VIR
<i>Randia obcordata</i> S. Watson.	0	4	0	7.61952508	4	2	0.61349693	0.9950249	0.02270182	1.63122363
<i>Zuelania guidonia</i> (Sw.) Britton & Millsp.	0	0	2	263.002928	2	1	0.30674847	0.4975124	0.78359813	1.58785903
<i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg.	0	0	3	14.0056022	3	2	0.4601227	0.9950249	0.04172867	1.49687625
<i>Vachellia cornigera</i> (L.) Seigler & Ebinger.	0	0	3	168.942577	3	1	0.4601227	0.4975124	0.50335214	1.46098728
<i>Heliocarpus mexicanus</i> (Turcz) Sprague.	0	1	1	45.2794754	2	2	0.30674847	0.9950249	0.13490691	1.43668025
<i>Guettarda elliptica</i> Sw.	0	2	0	11.1806086	2	2	0.30674847	0.9950249	0.03331181	1.33508515
<i>Mariosousa dolichostachya</i> (S.F. Blake) Seigler & Ebinger.	0	0	2	6.76406926	2	2	0.30674847	0.9950249	0.02015305	1.3219264
<i>Malpighia glabra</i> L.	0	2	0	6.46565444	2	2	0.30674847	0.9950249	0.01926395	1.32103729
<i>Guettarda combsii</i> Urb.	0	1	1	4.13801884	2	2	0.30674847	0.9950249	0.01232893	1.31410227
<i>Ouratea nitida</i> (Sw.) Engl.	0	0	2	3.58097785	2	2	0.30674847	0.9950249	0.01066926	1.31244261
<i>Manilkara zapota</i> (Linnaeus) van Royen.	2	0	0	146.601254	2	1	0.30674847	0.4975124	0.43678779	1.2410487
<i>Cecropia peltata</i> L.	0	0	1	154.061625	1	1	0.15337423	0.4975124	0.45901542	1.10990209
<i>Platymiscium yucatanum</i> Standl.	2	0	0	57.693532	2	1	0.30674847	0.4975124	0.17189369	0.97615459
<i>Sideroxylon foetidissimum</i> Jacq.ssp. <i>gaumeri</i> (Pittier) Pennington.	0	1	0	97.4821747	1	1	0.15337423	0.4975124	0.29044106	0.94132773
<i>Erythroxylum confusum</i> Britton	2	0	0	7.08237841	2	1	0.30674847	0.4975124	0.02110143	0.82536234
<i>Randia armata</i> (Sw.) DC.	2	0	0	5.17252355	2	1	0.30674847	0.4975124	0.01541116	0.81967206
<i>Hampea trilobata</i> Standl.	0	0	1	49.7358034	1	1	0.15337423	0.4975124	0.14818421	0.79907089
<i>Allophylus cominia</i> (L.) Sw.	0	0	1	38.5154062	1	1	0.15337423	0.4975124	0.11475386	0.76564053
<i>Sapranthus campechianus</i> (Kunth)Standl.	0	0	1	25.7830405	1	1	0.15337423	0.4975124	0.0768187	0.72770537
<i>Psychotria nervosa</i> Sw.	0	0	1	6.44576012	1	1	0.15337423	0.4975124	0.01920467	0.67009135





MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Especie	M1	M2	M3	Área basal	Dominancia	Frecuencia	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	VIR
<i>Senegalia gaumeri</i> (S. F. Blake) Britton & Rose S. F. Blake.	0	1	0	5.74945887	1	1	0.15337423	0.4975124	0.0171301	0.66801677
<i>Bauhinia</i> sp.	0	0	1	5.09294627	1	1	0.15337423	0.4975124	0.01517406	0.66606073
Rubiaceae.	0	0	1	5.09294627	1	1	0.15337423	0.4975124	0.01517406	0.66606073
<i>Bauhinia divaricata</i> L.	0	1	0	3.36214031	1	1	0.15337423	0.4975124	0.01001725	0.66090392
<i>Matayba oppositifolia</i> (A. Rich.) Britton.	1	0	0	2.40721289	1	1	0.15337423	0.4975124	0.00717212	0.65805879
<i>Annona primigenia</i> Standl. & Steyerl.	1	0	0	1.27323657	1	1	0.15337423	0.4975124	0.00379352	0.65468019
Myrtaceae.	0	0	1	1.27323657	1	1	0.15337423	0.4975124	0.00379352	0.65468019
<i>Trichillia</i> sp.	1	0	0	0.97482175	1	1	0.15337423	0.4975124	0.00290441	0.65379108
<i>Bauhinia jenningsii</i> Paul G. Wilson.	0	0	1	0.71619557	1	1	0.15337423	0.4975124	0.00213385	0.65302052
<i>Casimiroa tetrameria</i> Millsp.	0	1	0	0.49735803	1	1	0.15337423	0.4975124	0.00148184	0.65236851

Simbología: M1=Río Bec; M2=Xpujil; M3=Lomeríos; VIR=Valor de Importancia Relativa



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Tabla IV.26 Parámetros de la comunidad y Valor de Importancia Relativa (VIR) para las especies vegetales en selva baja subperennifolia.

Especie	Sitios de muestreo			Densidad	Frecuencia	Área basal	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	VIR
	B1	B2	B3							
<i>Terminalia buceras</i> L.	17	0	3	20	7	6980.6786	3.7313433	3.6082474	27.108741	34.448332
<i>Guettarda elliptica</i> Sw.	15	32	17	64	12	2577.6873	11.940299	6.185567	10.010181	28.136047
<i>Psidium sartorianum</i> (O. Berg) Nied.	0	44	10	54	6	785.06971	10.074627	3.0927835	3.0487368	16.216147
<i>Coccoloba cozumelensis</i> Hemsl.	0	6	18	24	6	1624.0928	4.4776119	3.0927835	6.306996	13.877391
<i>Metopium brownei</i> (Jacq.) Urb.	0	6	12	18	6	1727.782	3.358209	3.0927835	6.7096622	13.160655
<i>Haematoxylum campechianum</i> L.	0	4	13	17	5	1780.2235	3.1716418	2.5773196	6.9133131	12.662274
<i>Sebastiania adenophora</i> Pax & K. Hoffm.	1	18	12	31	8	290.57646	5.7835821	4.1237113	1.1284235	11.035717
<i>Gymnopodium floribundum</i> Rolfe.	0	7	5	12	7	1208.3015	2.238806	3.6082474	4.6923135	10.539367
<i>Croton reflexifolius</i> Kunth.	0	12	19	31	7	287.67189	5.7835821	3.6082474	1.1171439	10.508973
<i>Manilkara zapota</i> (L.) van Royen.	0	15	5	20	8	314.37325	3.7313433	4.1237113	1.2208359	9.0758905
<i>Cameraria latifolia</i> L.	0	3	14	17	5	654.7619	3.1716418	2.5773196	2.5426999	8.2916613
<i>Randia aculeata</i> L.	3	8	3	14	8	275.21804	2.6119403	4.1237113	1.0687807	7.8044324
<i>Semialarium mexicanum</i> (Miers) Mennega	0	8	7	15	5	530.86007	2.7985075	2.5773196	2.06154	7.4373671
<i>Erythroxylum rotundifolium</i> Lunan.	0	7	11	18	6	132.51607	3.358209	3.0927835	0.5146124	6.9656049
<i>Eugenia axillaris</i> (Sw.) Willd.	0	14	2	16	6	139.57856	2.9850746	3.0927835	0.5420389	6.619897
<i>Byrsonima bucidaefolia</i> Standl.	0	6	5	11	5	403.21811	2.0522388	2.5773196	1.5658557	6.1954141
<i>Zygia stevensonii</i> (Standl.) Killip ex Record.	18	0	0	18	3	309.47606	3.358209	1.5463918	1.2018182	6.1064189
<i>Pithecellobium lanceolatum</i> (Willd.) Benth.	0	4	5	9	7	127.56239	1.6791045	3.6082474	0.4953753	5.7827272
<i>Chrysophyllum mexicanum</i> Brandegees in Standl.	0	5	3	8	5	314.40985	1.4925373	2.5773196	1.2209781	5.290835
<i>Lonchocarpus xuul</i> Lundell.	4	1	0	5	3	716.05631	0.9328358	1.5463918	2.7807304	5.259958



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Especie	Sitios de muestreo			Densidad	Frecuencia	Área basal	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	VIR
	B1	B2	B3							
<i>Casearia subsessiliflora</i> Lundell.	9	0	0	9	2	555.15104	1.6791045	1.0309278	2.1558715	4.8659038
<i>Diospyros anisandra</i> Blake.	0	0	12	12	2	366.77171	2.238806	1.0309278	1.4243199	4.6940537
<i>Crossopetalum gaumeri</i> (Loes.) Lundell.	0	4	5	9	5	5.8887191	1.6791045	2.5773196	0.0228682	4.2792923
<i>Mimosa bahamensis</i> Benth.	0	3	3	6	4	270.56277	1.119403	2.0618557	1.0507025	4.2319611
<i>Amyris elemifera</i> L.	0	3	4	7	5	86.420932	1.3059701	2.5773196	0.3356067	4.2188965
<i>Gymnanthes lucida</i> Swartz.	0	5	2	7	5	39.470334	1.3059701	2.5773196	0.1532789	4.0365687
<i>Eugenia laevis</i> O. Berg.	0	3	4	7	3	293.87892	1.3059701	1.5463918	1.1412483	3.9936102
<i>Hampea trilobata</i> Standl.	0	3	3	6	4	145.46728	1.119403	2.0618557	0.5649071	3.7461657
<i>Ouratea lucens</i> (Kunth) Engl.	0	5	3	8	4	12.811943	1.4925373	2.0618557	0.0497539	3.6041468
<i>Randia longiloba</i> Hemsl.	0	3	1	4	4	144.59193	0.7462687	2.0618557	0.5615078	3.3696321
<i>Coccoloba barbadensis</i> Jacq.	0	5	0	5	2	287.9902	0.9328358	1.0309278	1.11838	3.0821437
<i>Agonandra macrocarpa</i> L.O. Williams.	1	0	0	1	1	602.32047	0.1865672	0.5154639	2.3390491	3.0410802
<i>Malpighia lundellii</i> C. V. Morton.	1	0	0	1	1	496.64184	0.1865672	0.5154639	1.9286571	2.6306881
<i>Dalbergia glabra</i> (Mill.) Standl.	1	1	1	3	3	61.194933	0.5597015	1.5463918	0.2376442	2.3437374
<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Steudel.	0	0	2	2	2	154.37993	0.3731343	1.0309278	0.5995185	2.0035806
<i>Coccoloba reflexiflora</i> Standl.	0	0	1	1	1	296.10708	0.1865672	0.5154639	1.1499011	1.8519322
<i>Bravaisia berlandieriana</i> (Nees) T.F. Daniel.	2	0	1	3	2	24.430227	0.5597015	1.0309278	0.0948723	1.6855016
<i>Psychotria nervosa</i> Sw.	0	2	1	3	2	18.223198	0.5597015	1.0309278	0.0707679	1.6613972
<i>Lonchocarpus rugosus</i> Benth.	0	2	0	2	1	169.10173	0.3731343	0.5154639	0.656689	1.5452873
<i>Sapranthus campechianus</i> (Kunth) Standl.	0	2	0	2	2	29.045709	0.3731343	1.0309278	0.112796	1.5168582
<i>Randia obcordata</i> S. Watson.	1	1	0	2	2	8.2760377	0.3731343	1.0309278	0.0321391	1.4362013



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Especie	Sitios de muestreo			Densidad	Frecuencia	Área basal	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	VIR
	B1	B2	B3							
<i>Zuelania guidonia</i> (Sw.) Britton & Millsp.	1	0	0	1	1	175.78622	0.1865672	0.5154639	0.6826476	1.3846786
<i>Eugenia</i> sp.	0	2	0	2	1	82.760377	0.3731343	0.5154639	0.3213913	1.2099896
<i>Sideroxylon salicifolium</i> (L.) Lamark.	0	1	0	1	1	108.9413	0.1865672	0.5154639	0.4230623	1.1250933
<i>Mosannonna depressa</i> (Baill.) Chatrou.	1	0	0	1	1	62.388592	0.1865672	0.5154639	0.2422796	0.9443107
<i>Xylosma flexuosa</i> (Kunth) Hemsl.	0	0	2	2	1	0.7161956	0.3731343	0.5154639	0.0027813	0.8913795
<i>Vachellia cornígera</i> (L.) Seigler & Ebinger	1	0	0	1	1	28.7274	0.1865672	0.5154639	0.1115599	0.813591
<i>Croton arboreus</i> Millsp.	0	1	0	1	1	20.371785	0.1865672	0.5154639	0.0791117	0.7811428
<i>Bonellia macrocarpa</i> (Cav.) B. Ståhl & Källersjö.	1	0	0	1	1	7.9577285	0.1865672	0.5154639	0.030903	0.7329341
<i>Eugenia acapulcensis</i> Steud.	0	0	1	1	1	7.9577285	0.1865672	0.5154639	0.030903	0.7329341
<i>Cascabela gaumeri</i> (Hemsl.) Lippold.	0	0	1	1	1	3.899287	0.1865672	0.5154639	0.0151425	0.7171736
<i>Randia armata</i> (Sw.) DC.	1	0	0	1	1	1.9894321	0.1865672	0.5154639	0.0077258	0.7097568
<i>Byttneria aculeata</i> (Jacq.) Jacq.	1	0	0	1	1	0.3183091	0.1865672	0.5154639	0.0012361	0.7032672

Simbología: B1=Puerto; B2=Lomeríos; B3= Zona de caña; VIR=Valor de Importancia Relativa



## Diversidad

Para este estudio se calculó el índice de diversidad de Shannon-Wiener, que expresa los valores de uniformidad de todas las especies muestreadas (incluyendo organismos leñosos y herbáceos) y asume que estas fueron muestreadas al azar y que todas las especies están representadas en los cuadrantes muestreados. Este índice fue estimado para los tres sitios muestreados en cada tipo de vegetación y para cada tipo de vegetación. También se estimó el índice de equitatividad máxima para cada sitio muestreado.

Los resultados de los índices aplicados se presentan en la Tabla IV.27, en donde observamos que el valor de diversidad es mayor para la selva mediana subperennifolia (SMS) que para la selva baja subperennifolia (SBS), lo cual coincide con los valores de riqueza específica. Para los sitios de SBS, el valor máximo de diversidad se reporta para lomeríos y zona de caña, en donde hay una mayor riqueza específica. Para los sitios de SMS, se reporta el máximo valor de diversidad para el sitio lomeríos, que tiene la mayor riqueza específica y estructuralmente parece ser el sitio más conservado.

**Tabla IV.27 Riqueza específica e índice de diversidad de Shannon-Wiener (H) para los dos tipos de selva muestreados y los tres sitios para cada selva.**

Índices de diversidad	Selva baja subperennifolia				Selva mediana subperennifolia			
	Global	B1 Puente	B2 Lomeríos	B3 Zona de caña	Global	M1 Rio Bec	M2 Xpujil	M3 Lomeríos
Diversidad (H)	3,675	2,642	3,294	3,287	3,749	2,947	3,044	3,422
Riqueza específica	70	25	45	39	84	37	39	44
Equitatividad Max	--	0.622	0.7754	0.7736	--	0.665	0.687	0.7724

Simbología: B1=Puente (SBS); B2=Lomeríos (SBS); B3= Zona de caña; (SBS) M1=Rio Bec (SMS); M2=Xpujil(SMS); M3=Lomerios (SMS).



### **Especies vegetales en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010**

En las parcelas muestreadas para describir la vegetación se registraron 5 especies catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, de las cuales tres están en la categoría de amenazadas y 2 en estatus de protección especial.

**Tabla IV.28 Especies vegetales en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010.**

Familia	Especie	Nombre común	Densidad registrada	Estatus
Arecaceae	<i>Cryosophila stauracantha</i> (Heynh.) R. Evans	Ebano blanco, guano k'uum	14/300 m <sup>2</sup>	Amenazada
Anacardiaceae	<i>Astronium graveolens</i>	Jobillo	3/800 m <sup>2</sup>	Amenazada
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i> L.	K'uj che', k' uyche', cedro rojo	1/600 m <sup>2</sup>	Protegida
Chamaedorea oblongata	<i>Chamaedorea oblongata</i>	Xyaat	3/150 m <sup>2</sup>	Amenazada
Orchidaceae	<i>Vanilla planifolia</i> Andrews.	Siis bik, Vainilla	2/150 m <sup>2</sup>	Protegida
Zamiaceae	<i>Zamia prasina</i> W. Bull	Chak wa, palmita	4/300 m <sup>2</sup>	Amenazada



*Chamaedorea oblongata*



*Cryosophila stauracantha*



---

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA



*Zamia prasina*



## **Fauna**

Para caracterizar todos los grupos de vertebrado se realizó una exhaustiva revisión bibliográfica a fin de tener una lista de especies de anfibios, reptiles, aves y mamíferos, cuyo rango de distribución potencial incluyera el SAR. Para los anfibios y reptiles se consultaron las guías de Campbell (1998), Lee (1996 y 2000), Calderón-Mandujano *et al.*, (2009), Cedeño-Vázquez *et al.*, (2006) y Köhler (2009 y 2011); para las aves se consultaron las guías de Howell y Webb (1995), National Geographic Society (2000), Sibley (2003), Van Perlo (2006), y MacKinnon (2013); y guías de campo de Medellín *et al.* (2008), Reid (2009) y Aranda (2012), para los mamíferos. En Anexo se presenta el listado de las especies de fauna con distribución potencial en el SAR y Área del Proyecto.

Se realizaron cuantificaciones exhaustivas de la fauna silvestre utilizando métodos directos e indirectos estandarizados y usados internacionalmente (Gallina y López-González, 2011). Se observaron y se capturaron individuos de los grupos de vertebrados: anfibios, reptiles, aves y mamíferos; dentro de este último grupo se consideraron las subdivisiones mamíferos medianos, mamíferos voladores (i.e. murciélagos) y mamíferos pequeños (i.e. roedores).

Se establecieron seis sitios de muestreo para los cuatro grupos de fauna (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) tratando de abarcar los dos principales tipos de vegetación selva baja y selva mediana subperennifolia y una asociación vegetal tular (Miranda y Hernandez, 1963). La sabana no fue muestreada debido a que presenta un área pequeña y por lo tanto no significativa para calcular densidades de vertebrados terrestres,

El criterio de selección del número de sitios elegidos por cada tipo de vegetación fue realizado de acuerdo al porcentaje de cobertura vegetal de cada tipo de vegetación distribuida en el sitio de muestreo.

En los sitios de interés se realizó un esfuerzo mínimo de captura para tener un muestreo representativo de acuerdo al a la superficie del SAR y el Área del Proyecto de la L.T. Xpujil - Xul Ha . Los sitios de muestreo se eligieron en aquellas zonas en donde se encontraron actividad de paso, descanso, sitios de alimentación, etc.



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUIJIL - XUL HA

**Tabla IV.29 Puntos de muestreo realizados para la caracterización de la fauna de la L.T. Xpujil - Xul Ha.**

Tipo de vegetación	Nombre	Ubicación coordenadas UTM		Descripción
		X	Y	
Selva mediana subperennifolia	SE-CFE-Xpujil (Campeche) Sitio 1	246602	2050841	Este sitio fue ubicado enfrente de la S.E. Xpujil cruzando el tramo carretero de Xpujil - Halatun. Dentro de él se puede identificar vegetación de tipo selva mediana subperennifolia (SMS) con un alto grado de perturbación antropogénica ya que el sitio presenta varias brechas de manera paralelas entre la vegetación. Dentro de este sitio se presenta un cuerpo de agua de forma irregular (246711.84 E; 2050702.00 N) que muestra fluctuaciones de tamaño originadas por la precipitación pluvial. En la época seca este cuerpo de agua muestra un eje mayor de 15 m lineales y un eje menor de 10 m lineales aproximadamente. Se pudo observar que el sitio es paso recurrente de cazadores de venado y de gente de los ranchos vecinos
	Carretera Rio-Bec (Campeche) Sitio 2	257033	2045542	Este sitio fue ubicado a 0.91 km de de la desviación Xpujil-Rio-Bec. En este sitio el tipo de vegetación es selva mediana subperennifolia (SMS) con un aparente buen estado de conservación. El sitio de muestreo cuenta con un camino de acceso usado para el mantenimiento de criaderos apícolas (apiarios) particulares. Dentro de este sitio se presenta un cuerpo de agua permanente (255984.94 E; 2045514.78 N). Este cuerpo de agua muestra un tamaño de 400 m lineales en el eje mayor de 250m lineales en el eje menor aproximadamente.
	Entrada Rancho Particular (Campeche) Sitio 3	269284	2044320	Este sitio fue ubicado a 350 m de la carretera Escarcega-Chetumal. Este sitio tiene una fracción de selva mediana subperennifolia (SMS) conservada, el resto del sitio tiene vegetación de pastizal cultivado y potreros de uso activo, pues es parte del territorio de un rancho particular. En el sitio se efectúan actividades como la agricultura, la ganadería y la apicultura.
	Terrenos CONAFOR (Q.Roo). Sitio 6	311623	2044837	Este sitio fue ubicado en una zona de reforestación de la Comisión Nacional Forestal. Dentro del sitio se puede identificar vegetación de tipo selva mediana subperennifolia (SMS), la cual se mantiene libre de lianas, bejucos y enredaderas para proteger a los arboles de las constantes quemas y fuegos característicos de la época seca. Dentro del sitio se pueden apreciar varias brechas de manera



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

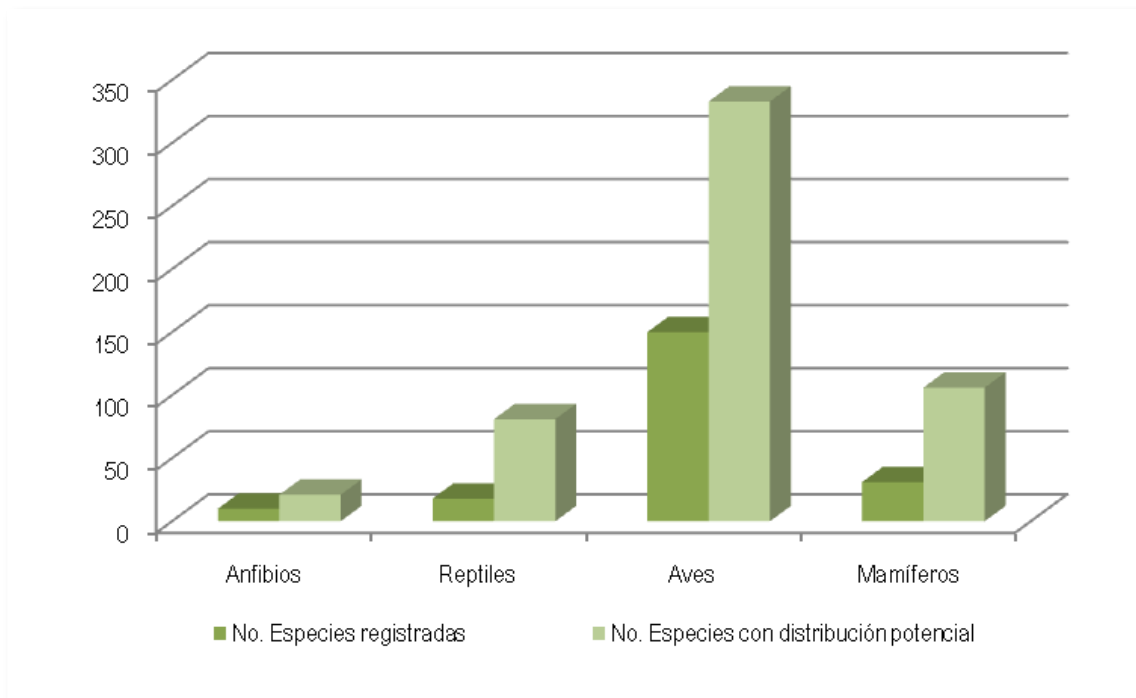
Tipo de vegetación	Nombre	Ubicación coordenadas UTM		Descripción
		X	Y	
				paralelas entre la vegetación. El mantenimiento de las brechas y el cuidado de los arboles por parte del personal de CONAFOR es la única actividad humana que se desarrolla en el sitio, pues están prohibidas la cacería, la quema y la tala de árboles
Selva baja espinosa subperennifolia	Puente "Sorpresas" (Q.Roo) Sitio 5	285040	2042427	(Quintana Roo). Este sitio fue ubicado exactamente debajo del "puente sorpresas" (carretera Escarcega-Chetumal) en el cual atraviesa un pequeño río con corriente activa (3.30 km de longitud aproximadamente). El tipo de vegetación en este sitio es selva baja subperennifolia (SBS). En el sitio se llevan a cabo actividades humanas como, pesca de subsistencia y cacería de mamíferos medianos.
Tular	Laguna "Chancabacab" (Q.Roo) Sitio 4	279642	2044391	Este sitio fue ubicado a 1.16 km de la carretera Escarcega-Chetumal. Este sitio presenta en su mayoría selva mediana subperennifolia en alto estado de conservación, y una barrera de vegetación herbácea en partes someras de cuerpos de agua (tular). Este sitio presenta una fusión de diferentes cuerpos de agua irregulares, que se unen a un cuerpo de agua permanente (279642.00 E; 2044391.00 N). Este cuerpo de agua permanente muestra un tamaño de 3.12 m lineales en el eje mayor y 1.75 m lineales en el eje menor aproximadamente. En el sitio se llevan a cabo actividades humanas como, pesca de subsistencia, cacería de mamíferos medianos, cacería de patos, y ecoturismo (paseo con kayaks y senderismo).





Durante los muestreos realizados se verificó la presencia de 209 especies (10 anfibios, 18 reptiles, 151 aves y 31 mamíferos) que corresponden al 39% de las potencialmente distribuidas en el SAR de la L.T. Xpujil - Xul Ha, y a un 24.1% de las posibles para la Provincia Biótica Península de Yucatán (Howell y Webb, 1995; Lee 1996, 2000; Campbell, 1998; National Geographic Society, 2000; Sibley, 2003; Van Perlo, 2006; Cedeño-Vázquez *et al.*, 2006; Medellín *et al.*, 2008; Köhler, 2008: 2011; Calderón-Mandujano *et al.*, 2009; Reid, 2009; Aranda, 2012 y MacKinnon, 2013).

**Figura IV.29 Número de especies con distribución potencial en el SAR y especies verificadas en los trabajos de campo.**





## Reptiles y anfibios

Para la caracterización de anfibios y reptiles, se realizaron muestreos intensivos en los seis sitios listados en la Tabla IV.29 dentro del SAR. La verificación de anfibios y reptiles se realizó mediante la técnica denominada “búsqueda directa no restringida”. Este es el método más simple y frecuentemente utilizado en el levantamiento de inventarios para ambos grupos; consiste en realizar caminatas diurnas y nocturnas en busca minuciosa de reptiles y anfibios (“buscar en todos los sitios posibles de encontrarlos”; González-Romero y Murrieta-Galindo, 2008). Aporta información relativamente rápida acerca de las especies presentes y de sus abundancias relativas aproximadas en cada sitio. Esta búsqueda se realizó en transectos lineales de 5 km de largo con ancho de banda fijo de 6 m para calcular la densidad de las especies de reptiles y anfibios.

El intervalo de búsqueda de herpetofauna fue de 7:00 a 12:00 hrs. durante el día y de 18:00 a 23:00 hrs. durante la noche; esta metodología se llevó a cabo durante dos días completos por sitio de muestreo para obtener un esfuerzo total de 20 horas/persona por sitio. Todos los organismos capturados fueron identificados y liberados posteriormente en el mismo sitio de captura.

**Tabla IV.30 Esfuerzo de captura empleado para anfibios y reptiles.**

Grupo	Selva mediana	Selva baja	Tular	Total
Anfibios	80 horas persona	20 horas persona	20 horas persona	120 horas persona
Reptiles	80 horas persona	20 horas persona	20 horas persona	120 horas persona

Las especies de anfibios y reptiles fueron identificadas de manera auditiva, visual, por rastros (mudas de piel y huesos) y mediante captura manual. La literatura especializada para la identificación de las especies fue la siguiente: Campbell (1998), Lee (1996 y 2000), Calderón-Mandujano *et al.* (2009), Cedeño-Vázquez *et al.* (2006) y Köhler (2008 y 2011). Adicionalmente, se utilizó la nomenclatura más reciente para cada grupo taxonómico



según Liner y Casas-Andreu (2008) y se utilizó la base de datos en línea de Integrated Taxonomic Information System (disponible en [www.itis.gov/](http://www.itis.gov/)).

Con un esfuerzo total de 120 horas persona (sumatoria de todos los sitios de muestreo), se verificó la presencia de 28 de las 102 especies (27.4%) de herpetofauna con distribución potencial en el SAR (Lee, 2000; Campbell, 1998; Köhler, 2008). Durante los recorridos se verificaron 10 especies de anfibios distribuidas en cinco familias: Leptodactylidae, Bufonidae, Hylidae, Microhylidae y Ranidae, mientras que para los reptiles fueron 18 especies. Todas fueron registradas de manera visual, auditiva y por captura.



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Tablal V.31 Densidades de la herpetofauna registrada por sitio de muestreo.

Grupo	Especie	Densidad (individuos por hectárea)						Total
		Sitio 1 SMS	Sitio 2 SMS	Sitio 3 SMS	Sitio 4 TUL	Sitio 5 SBS	Sitio 6 SMS	
Anfibios	<i>Leptodactylus fragilis</i>	--	--	--	0.666	--	--	0.666
	<i>Leptodactylus melanonotus</i>	--	11.666	--	6.666	4.333	--	22.667
	<i>Rhinella marina</i>	0.666	--	1	--	--	--	1.666
	<i>Dendropsophus microcephalus</i>	6.666	--	--	10.333	--	--	17
	<i>Tlalocohyla loquax</i>	8.333	--	--	--	--	--	8.333
	<i>Trachycephalus typhonius</i>	0.666	0.333	1.666	--	1.666	--	4.666
	<i>Scinax staufferi</i>	--	--	--	--	--	0.333	0.333
	<i>Smilisca baudinii</i>	0.666	--	--	--	--	0.333	0.666
	<i>Hypopachus variolosus</i>	--	--	--	0.666	--	--	0.666
	<i>Lithobates brownorum</i>	--	2.333	--	--	3.333	--	5.666
Reptiles	<i>Crocodylus moreletii</i>	--	--	--	1.333	0.333	--	1.666
	<i>Coleonyx elegans</i>	--	--	0.333	--	--	--	0.333
	<i>Basiliscus vittatus</i>	1	--	--	7	5	--	13
	<i>Corytophanes hernandezii</i>	--	0.333	--	--	--	--	0.333
	<i>Sceloporus chrysostictus</i>	--	--	--	--	0.333	--	0.333
	<i>Norops lemurinus</i>	--	1.666	2	3.333	0.333	--	7.666
	<i>Norops tropidonotus</i>	--	2.333	2.666	2.333	0.333	0.333	7.666
	<i>Sphenomorphus cherriei</i>	--	--	--	--	--	0.666	0.666
	<i>Ameiva undulata</i>	--	2	0.333	1.333	--	0.666	3.666
	<i>Aspidoscelis angusticeps</i>	1	--	--	--	0.666	--	1.666



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Grupo	Especie	Densidad (individuos por hectárea)						Total
		Sitio 1 SMS	Sitio 2 SMS	Sitio 3 SMS	Sitio 4 TUL	Sitio 5 SBS	Sitio 6 SMS	
	<i>Coniophanes imperialis</i>	--	0.333	--	0.333	--	1.666	2.333
	<i>Coniophanes schmidtii</i>	--	--	--	0.333	--	--	0.333
	<i>Drymobius margaritiferus</i>	--	0.333	0.333	--	--	--	0.666
	<i>Imantodes cenchoa</i>	--	--	--	--	--	0.333	0.333
	<i>Imantodes tenuissimus</i>	--	--	0.333	--	--	--	0.333
	<i>Leptodeira frenata</i>	1	--	--	--	--	--	1
	<i>Leptophis mexicanus</i>	0.333	--	--	--	--	--	0.333
	<i>Spilotos pullatus</i>	--	0.333	--	--	--	--	0.333

Simbología: SMS: Selva mediana subperennifolia, SBS: Selva baja subperennifolia: Tul: Tular



Con respecto a los resultados obtenidos, cabe mencionar que el muestreo fue realizado durante la época seca, lo que explica la baja abundancia de muchas especies de anfibios que potencialmente se distribuyen en la zona (Cedeño-Vázquez, *et. al.*, 2006).

En la selva mediana subperennifolia (sitios 1, 2, 3 y 6) se encontró una gran abundancia y densidad del sapo gigante (*Rhinella marina*), la rana habladora (*Tlalocohyla loquax*), la rana arborícola mexicana (*Smilisca baudinii*), lagartija escamosa gigante (*Norops tropidonotus*), lagartija arcoíris (*Ameiva undulata*), y la serpiente petatilla de puntas verdes (*Drymobius margaritiferus*). De acuerdo con Lee (1996), las especies *Rhinella marina*, *Smilisca baudinii* y *Ameiva undulata* tienen gran plasticidad ecológica que les permite ocupar todo tipo de selva con poco o mucho grado de perturbación. La serpiente *Drymobius margaritiferus* (familia Colubridae) está presente en este tipo de vegetación ya que en ella se pueden encontrar lagartijas pequeñas como *Ameiva undulata*, *Norops tropidonotus*, *Sceloporus chrysostictus*, *Norops lemurinus* y *Aspidoscelis angusticeps* que conforman su dieta.



Rana arborícola mexicana  
(*Smilisca baudinii*)



Ranita del sabinal  
(*Leptodactylus melanonotus*)



Rana arborícola lechosa  
(*Trachycephalus typhonius*)

En la selva baja subperennifolia (sitio 5), las especies más abundantes que se verificaron fueron: la ranita del sabinal (*Leptodactylus melanonotus*), la rana leopardo (*Lithobates brownorum*) y el basilisco marrón (*Basiliscus vittatus*). Este sitio presentó los valores de densidad más bajos en comparación con los otros sitios, manteniendo una escasa representatividad de las especies de herpetofauna que no se verificaron. Las especies

encontradas en este sitio son las más generalistas de la herpetofauna esperada, por lo cual se puede identificar este sitio como un lugar con una alta perturbación ambiental.

Tanto en la selva baja subperenifolia como en la selva mediana subperenifolia, se verificó una gran abundancia del basilisco (*Basiliscus vittatus*) el cuál de acuerdo con Lee (1996), es una especie que habita en selvas y que está relacionado con cuerpos de agua temporales de las zonas inundables, perchando en una gran variedad de árboles, lianas y plantas epifitas. De la misma familia Corytophanidae, se verificó la presencia del turipache de montaña (*Corytophanes hernandezii*) el cual es poco común en este tipo de selvas, donde permanece inmóvil en las ramas (Lee, 2000).



Basilisco marrón (*Basiliscus vittatus*)



*Corytophanes hernandezii*



*Norops lemurinus*

Igualmente se registró la presencia de ocho especies de serpientes pertenecientes a la familia Colubridae (*Coniophanes imperialis*, *Coniophanes schmidti*, *Drymobius margaritiferus*, *Imantodes cenchoa*, *Imantodes tenuissimus*, *Leptodeira frenata*, *Leptophis mexicanus* y *Spilotes pullatus*) las cuales (a excepción de *Imantodes cenchoa* e *Imantodes tenuissimus* que tienen una dieta especializada en moluscos gasterópodos terrestres) poseen una dieta muy especializada en unas cuantas especies de lagartijas del género *Norops* sp., ranas, sapos y ocasionalmente pequeños mamíferos. Por esta razón son considerados indicadores de la presencia y abundancia de las especies de las cuáles se alimentan.



*Culebra rayada de Schmidt (Coniophanes schmidti)*



*Petatilla de puntas verdes (Drymobius margaritiferus).*

En el tular (sitio 4) se verificó un gran número de ejemplares de la rana grillo (*Dendropsophus microcephalus*), así como la presencia de cuatro individuos de cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*) y del basilisco marrón (*Basiliscus vittatus*). De acuerdo con Lee (2009), las primeras dos especies (*Dendropsophus microcephalus* y *Crocodylus moreletii*) están relacionadas a hábitats conservados, mientras que *Basiliscus vittatus* es generalista en cuestión de la selección del hábitat; sin embargo las tres especies están presentes en el sitio ya que tienen una preferencia hacia cuerpos de agua permanentes (Calderón-Mandujano *et al.*, 2008).

Dentro de la herpetofauna registrada en el SAR destacan las especies rana leopardo (*Lithobates brownorum*), cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*), la serpiente cordelilla manchada (*Imantodes cenchoa*), la serpiente endémica cordelilla yucateca (*Imantodes tenuissimus*), la serpiente ranera bronceada (*Leptophis mexicanus*) y el gecko bandeado yucateco (*Coleonyx elegans*) por encontrarse en estatus de protección según la NOM-059-SEMARNAT-2010.

## **Aves**

Para caracterizar al grupo aves, se realizaron muestreos intensivos en los seis sitios listados en la Tabla IV.29. Para este grupo se aplicaron dos tipos de métodos directos: las redes de niebla y el transecto de banda con conteo por puntos (Ralph *et al.* 1994).



Las redes de niebla fueron colocadas a diferentes alturas (nivel del dosel y del sotobosque), en sitios estratégicos donde se observó mayor actividad de aves y en fragmentos de vegetación con mayor cobertura en cada sitio. En total se colocaron siete redes de niebla, una de 12 m de largo por 2.6 m de altura y con un ancho de malla de 33 mm y seis redes de 6 m de largo por 2.6 m de altura y ancho de malla de 33 mm, las cuales estuvieron abiertas desde las 6:00 hasta las 11:00 hrs durante dos días en cada sitio para obtener un esfuerzo total de 480 MRH por sitio. Las redes fueron revisadas cada media hora y los individuos capturados fueron identificados con ayuda de guías de campo especializadas para este grupo (Howell y Webb, 1995; National Geographic Society, 2000; Sibley, 2003; Van Perlo, 2006; y MacKinnon 2013).

Se utilizó el método de transecto en banda con conteo por puntos (cada punto con 20 m de radio) con un largo de 1 Km y un ancho de banda de 15 m a cada lado; los muestreos se realizaron de las 06:00 a las 10:00 hrs. Por las tardes únicamente se realizaron recorridos para completar el listado avifaunístico de las 17:00 a las 18:00 hrs. Las especies fueron registradas de forma auditiva y/o visual con la ayuda de binoculares e identificadas con las mismas guías especializadas que se citaron en el párrafo anterior. La nomenclatura de las aves que se siguió es la sugerida por la American Ornithologists' Union (AOU, 2013) y el ultimo suplemento 54 (Chesser, *et al.*, 2013). Los nombres comunes se obtuvieron del trabajo de Escalante *et al.*, (1996) y para el estatus de residencia de las especies se consultó literatura especializada (Howell y Webb, 1995; Rappole, 1995 y MacKinnon, 2013).

La elección de ambos métodos (redes y transectos) utilizados en el área del proyecto se justifica debido a que ambos son complementarios, de manera que permiten una mayor representatividad en el registro de especies en el área estudiada (Whitman *et al.*, 1997). Ambos métodos son adecuados para obtener de manera rápida y confiable el mayor número de especies en períodos relativamente cortos (Ralph *et al.*, 1994).





Vista de las redes ornitológicas que se colocaron durante los muestreos realizados

Tabla IV.32 Esfuerzo de captura empleado para aves.

Grupo	Selva Mediana	Selva Baja	Tular	Total
Aves (Redes)	1920 m red/hora	480 horas red/hora	480 m red/hora	2880 mred/hora
Aves (Transecto)	48 horas persona	12 horas persona	12 horas persona	72 horas persona

Como resultado del muestreo realizado, se obtuvo el registro de 150 especies de aves (18 órdenes, 43 familias y 116 géneros taxonómicos) de las 333 posibles en el sitio de muestreo (45%). Las familias mejor representadas fueron Tyrannidae con 23 especies e Icteridae con diez; seguidas por Columbidae y Cardinalidae, ambas con ocho especies.

Se registraron 776 individuos, fueron 14 las especies más abundantes para todo el estudio (con 15 individuos o más) que en su conjunto conforman el 38.6% de la abundancia total; de las que destacan *Habia fuscicauda*, *Vireo flavoviridis*, *Ortalis vetula* y *Myiozetetes similis*. Por otra parte fueron 39 las especies que presentaron abundancias muy bajas (un individuo). Algunos ejemplos fueron: *Ceratopipra mentalis*, *Micrastur ruficollis*, *Myiarchus crinitus* y *Setophaga citrina*. Estas especies son consideradas generalistas en cuanto a preferencia de hábitat y fácilmente adaptables a condiciones de perturbación como son las

zonas abiertas y selvas secundarias (Howell y Webb, 1995). En el Anexo fotográfico se presentan algunas de las especies capturadas y las coordenadas de registro.



Chipe encapuchado (*Setophaga citrina*)



Tangara-hormiguera garganta roja (*Habia fuscicauda*)  
hembra izq, macho derecha.

Del total de especies, 71 especies resultaron únicas o exclusivas, por lo contrario, se registraron diez especies de manera compartida entre los sitios: *Arremonops chloronotus*, *Crypturellus cinnamomeus*, *H. fuscicauda*, *M. similis*, *Pheugopedius maculipectus*, *Ramphocaenus melanurus*, *Turdus grayi*, *Uropsila leucogastra*; todas residentes permanentes; y los chipes *Mniotilta varia* y *Setophaga magnolia*; ambas migratorias de invierno.

Con respecto a la frecuencia de ocurrencia, se encontró que 25 especies fueron registradas en cuatro o más sitios de muestreo de las que destacan *Aratinga nana*, *Amblycercus holosericeus*, *Leptotila verreauxi*, *Myiodynastes luteiventris* y *Trogon melanocephalus*.

De acuerdo con su estatus de residencia, el grupo de las residentes fue el mejor representado con el 80% de las especies, le siguieron en representatividad las migratorias de invierno con 19 especies, cinco residentes con poblaciones migratorias, cuatro migratorias de verano y tres transeúntes. Lo anterior es de esperarse y a que la región sureste de México es una de las más diversas en cuanto a aves residentes. (Escalante *et al.*, 1998). Asimismo la proporción registrada concuerda con los estudios realizados por Salgado Ortiz (1999). Referente al grupo de la migratorias se registró el 12% de las aves que se reproducen en el norte del trópico de Cáncer e invernan al sur de éste límite; ya sea en su totalidad o una parte (Rappole *et al.*, 1993). Comparando ésta proporción con el

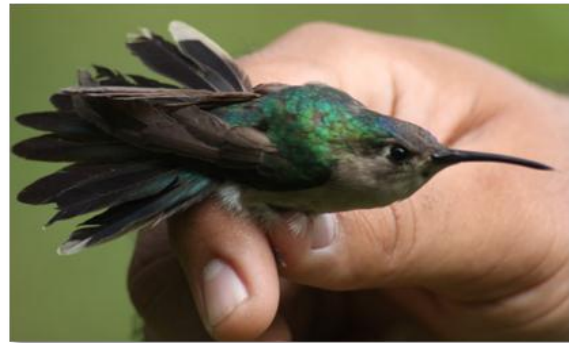


36% registrada por Salgado Ortiz (1999) se observa una gran disminución; esto puede deberse a que el presente estudio se realizó a finales de la temporada migratoria.

Con respecto a los endemismos se registró el 66% de las aves endémicas de la Provincia Biótica Península de Yucatán (Howell y Webb, 1995).



*Cyanocorax yucatanicus (chara yucateca)*



*Campylopterus curvipennis (fandanguero mexicano)*



*Buteo magnirostris (aguillilla caminera)*



*Ciccaba virgata (búho café)*



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Tabla IV.33 Densidades de aves por sitio de muestreo.

Especie	Densidad (individuos por hectárea)						
	Sitio 1	Sitio 2	Sitio 3	Sitio 4	Sitio 5	Sitio 6	Total
<i>Accipiter bicolor</i>	--	--	0.666	--	--	--	0.666
<i>Actitis macularius</i>	--	--	--	--	0.333	--	0.333
<i>Agamia agami</i>	--	--	--	0.333	--	--	0.333
<i>Amazilia candida</i>	--	0.666	--	--	--	0.333	1
<i>Amazilia tzacatl</i>	--	0.333	--	0.333	0.666	--	1.333
<i>Amazilia yucatanensis</i>	--	0.333	0.333	--	--	--	0.666
<i>Amazona albifrons</i>	--	0.666	--	--	--	--	0.666
<i>Amazona xantholora</i>	--	--	--	--	--	0.666	0.666
<i>Amblycercus holosericeus</i>	--	1	1.333	--	1.333	0.333	4
<i>Anhinga anhinga</i>	--	--	--	0.666	--	--	0.666
<i>Anthracothorax prevostii</i>	--	--	0.333	--	--	--	0.333
<i>Aramides cajaneus</i>	0.333	--	--	0.333	0.666	--	1.333
<i>Aramus guarauna</i>	0.333	--	--	--	--	--	0.333
<i>Aratinga nana</i>	0.666	0.666	0.666	4.666	--	--	6.666
<i>Archilochus colubris</i>	--	--	0.333	--	--	--	0.333
<i>Arremonops chloronotus</i>	0.333	2.666	0.333	--	0.666	0.333	4.333
<i>Arremonops rufivirgatus</i>	0.333	1	0.666	--	--	--	2
<i>Attila spadiceus</i>	--	0.333	0.666	--	--	0.333	1.333
<i>Bubo virginianus</i>	--	0.333	--	--	--	--	0.333
<i>Bubulcus ibis</i>	--	--	--	--	0.666	--	0.666
<i>Campephilus guatemalensis</i>	--	--	--	--	--	0.333	0.333
<i>Camptostoma imberbe</i>	--	0.333	0.333	--	--	--	0.666
<i>Campylopterus curvipennis</i>	--	0.333	--	0.333	0.333	--	1
<i>Caprimulgus badius</i>	--	0.333	--	--	--	--	0.333
<i>Cathartes aura</i>	--	--	--	0.333	--	0.666	1
<i>Chloroceryle aenea</i>	--	1	--	0.333	--	--	1.333
<i>Chloroceryle americana</i>	--	--	--	--	1	--	1
<i>Chlorostilbon canivetii</i>	--	--	--	--	0.333	--	0.333



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Especie	Densidad (individuos por hectárea)						
	Sitio 1	Sitio 2	Sitio 3	Sitio 4	Sitio 5	Sitio 6	Total
<i>Ciccaba virgata</i>	--	2.333	--	--	--	--	2.333
<i>Claravis pretiosa</i>	--	--	--	--	0.666	--	0.666
<i>Cochlearius cochlearius</i>	--	--	--	--	0.333	--	0.333
<i>Columbina minuta</i>	--	--	--	--	0.666	--	0.666
<i>Columbina passerina</i>	0.333	--	--	--	--	--	0.333
<i>Contopus cinereus</i>	--	--	--	--	0.333	--	0.333
<i>Contopus virens</i>	--	--	--	--	0.333	--	0.333
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	--	--	--	--	1	--	1
<i>Crypturellus cinnamomeus</i>	--	2	0.333	0.333	0.333	--	3
<i>Cyanerpes cyaneus</i>	--	--	0.666	--	--	--	0.666
<i>Cyanocompsa parellina</i>	--	1	0.666	0.666	--	--	2.333
<i>Cyanocorax yncas</i>	--	0.666	--	--	--	--	0.666
<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	2.666	--	1	--	--	--	3.666
<i>Cyclarhis gujanensis</i>	0.333	--	0.333	--	--	--	0.666
<i>Dendrocincla anabatina</i>	--	--	--	--	0.333	--	0.333
<i>Dives dives</i>	--	--	0.666	1	0.666	--	2.333
<i>Dromococcyx phasianellus</i>	--	0.333	--	--	--	--	0.333
<i>Dryocopus lineatus</i>	--	--	--	0.666	--	--	0.666
<i>Dumetella carolinensis</i>	--	--	0.333	--	--	--	0.333
<i>Egretta caerulea</i>	--	--	--	--	0.333	--	0.333
<i>Egretta thula</i>	--	--	--	--	0.333	--	0.333
<i>Empidonax minimus</i>	0.333	--	--	--	--	--	0.333
<i>Eucometis penicillata</i>	--	0.333	--	--	--	0.666	1
<i>Eumomota superciliosa</i>	0.666	--	--	--	--	--	0.666
<i>Euphonia affinis</i>	--	0.333	--	--	--	--	0.333
<i>Euphonia hirundinacea</i>	--	--	--	0.666	--	0.333	1
<i>Formicaris analis</i>	--	0.333	--	0.333	--	--	0.666
<i>Geothlypis trichas</i>	0.333	--	--	0.333	0.666	--	1.333
<i>Geotrygon montana</i>	--	--	--	0.333	--	--	0.333
<i>Geranospiza caerulescens</i>	--	--	--	0.333	--	--	0.333



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Especie	Densidad (individuos por hectárea)						
	Sitio 1	Sitio 2	Sitio 3	Sitio 4	Sitio 5	Sitio 6	Total
<i>Granatellus sallaei</i>	0.666	1.333	--	--	--	0.333	2.333
<i>Habia fuscicauda</i>	0.333	3.666	1.666	1.333	0.666	0.666	8.333
<i>Habia rubica</i>	--	--	0.333	0.333	--	--	0.666
<i>Herpetotheres cachinnans</i>	--	--	--	0.333	--	--	0.333
<i>Hylophilus ochraceiceps</i>	--	--	--	0.666	--	0.333	1
<i>Icterus auratus</i>	--	--	0.333	--	--	--	0.333
<i>Icterus chrysater</i>	--	--	--	--	--	0.666	0.666
<i>Icterus cucullatus</i>	--	--	0.333	--	--	--	0.333
<i>Icterus galbula</i>	0.666	--	--	--	--	--	0.666
<i>Icterus gularis</i>	0.666	--	--	0.333	0.333	--	1.333
<i>Icterus mesomelas</i>	0.666	--	0.333	--	--	--	1
<i>Icterus spurious</i>	1.666	--	--	--	--	--	1.666
<i>Jacana spinosa</i>	--	--	--	1.333	--	--	1.333
<i>Legatus leucophaui</i>	--	--	0.333	--	--	--	0.333
<i>Leptotila jamaicensis</i>	0.666	--	1	--	--	--	1.666
<i>Leptotila verreauxi</i>	1	--	2	0.666	0.666	0.333	4.666
<i>Megaceryle alcyon</i>	--	--	--	--	0.333	--	0.333
<i>Megaceryle torquata</i>	--	--	--	0.333	--	--	0.333
<i>Megarynchus pitangua</i>	--	--	0.666	--	0.333	--	1
<i>Melanerpes aurifrons</i>	--	--	--	0.666	--	--	0.666
<i>Melanerpes pygmaeus</i>	0.666	--	--	--	0.333	0.333	1.333
<i>Micrastur ruficollis</i>	--	0.333	--	--	--	--	0.333
<i>Mionectes oleaginus</i>	--	0.333	--	--	--	--	0.333
<i>Mniotilta varia</i>	--	0.333	0.666	0.666	0.666	--	2.333
<i>Momotus momota</i>	0.333	1.333	--	0.333	--	--	2
<i>Myiarchus crinitus</i>	--	--	--	--	0.333	--	0.333
<i>Myiarchus tyrannulus</i>	--	--	--	--	0.333	--	0.333
<i>Myiarchus yucatanensis</i>	0.333	--	0.333	--	--	--	0.666
<i>Myiodynastes luteiventris</i>	--	--	1.333	2	0.666	0.333	7.333
<i>Myiopagis viridicata</i>	--	0.333	0.333	--	0.666	--	1.333



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Especie	Densidad (individuos por hectárea)						
	Sitio 1	Sitio 2	Sitio 3	Sitio 4	Sitio 5	Sitio 6	Total
<i>Myiozetetes similis</i>	1.666	0.666	1	--	3.333	--	6.666
<i>Nyctanassa violacea</i>	--	--	--	--	0.333	--	0.333
<i>Nyctidromus albicollis</i>	--	0.666	--	--	--	--	0.666
<i>Nyctiphrynus yucatanicus</i>	--	0.333	--	--	--	--	0.333
<i>Oncostoma cinereigulare</i>	0.333	0.666	0.666	--	0.666	--	2.333
<i>Onychorhynchus coronatus</i>	--	0.666	0	--	--	--	0.666
<i>Ortalis vetula</i>	2.666	--	0.666	0.333	0.666	1	5.333
<i>Otus guatemalae</i>	0	0.666	--	--	--	--	0.666
<i>Pachyramphus aglaiae</i>	0.666	--	--	--	--	--	0.666
<i>Parkesia noveboracensis</i>	--	--	--	--	0.333	--	0.333
<i>Passerina cyanea</i>	0.333	--	0.333	--	--	--	0.666
<i>Patagioenas flavirostris</i>	0.333	--	0.333	--	2.333	--	3
<i>Pheugopedius maculipectus</i>	1	1	0.666	1	2	0.666	6.333
<i>Piaya cayana</i>	0.333	0.333	--	--	--	--	0.666
<i>Picoides fumigates</i>	--	0.333	--	--	--	0.333	0.666
<i>Piranga roseogularis</i>	1	0.666	0.333	0.333	--	--	2.333
<i>Piranga rubra</i>	--	0.333	--	--	--	--	0.333
<i>Pitangus sulphuratus</i>	0.666	--	--	--	0.666	--	1.333
<i>Platyrinchus cancrominus</i>	--	1	--	--	--	--	1
<i>Polioptila caerulea</i>	--	0.333	--	--	--	--	0.333
<i>Polioptila plumbea</i>	--	0.666	0.333	0.333	--	--	1.333
<i>Porphyrio martinicus</i>	--	--	--	0.333	--	--	0.333
<i>Progne subis</i>	--	--	--	--	1.333	--	1.333
<i>Psilorhinus morio</i>	--	0.333	--	1	0.666	--	2
<i>Quiscalus mexicanus</i>	0.666	--	--	--	--	--	0.666
<i>Ramphastos sulfuratus</i>	--	1.333	--	--	--	--	1.333
<i>Ramphocaenus melanurus</i>	0.333	0.666	0.333	0.333	0.333	--	2
<i>Rhynchocyclus brevirostris</i>	0.333	0.333	--	--	--	--	0.666
<i>Saltator atriceps</i>	0.333	--	0.333	0.666	--	0.333	1.666
<i>Saltator coerulescens</i>	--	--	--	--	0.666	0	0.666





MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Especie	Densidad (individuos por hectárea)						
	Sitio 1	Sitio 2	Sitio 3	Sitio 4	Sitio 5	Sitio 6	Total
<i>Setophaga magnolia</i>	1.666	1.333	2	0.333	0.666	0.666	6.666
<i>Setophaga ruticilla</i>	--	0.333	1.333	--	--	0.666	2.333
<i>Sittasomus griseicapillus</i>	--	1.333	--	0.333	--	--	1.666
<i>Spiza Americana</i>	0.333	--	--	--	--	--	0.333
<i>Sporophila torqueola</i>	0.333	--	--	0.333	--	--	0.666
<i>Thamnophilus doliatus</i>	--	--	0.666	--	--	--	0.666
<i>Thraupis episcopus</i>	--	--	0.333	--	--	--	0.333
<i>Thryothorus ludovicianus</i>	0.333	1	--	--	--	--	1.333
<i>Tigrisoma mexicanum</i>	--	--	--	0.666	--	--	0.666
<i>Tityra inquisitor</i>	--	--	0.333	--	--	--	0.333
<i>Tityra semifasciata</i>	--	0.333	0.333	0.333	--	--	1
<i>Tolmomyias sulphurescens</i>	0.333	--	1.666	1.333	0.666	0.666	4.666
<i>Tringa solitaria</i>	--	--	--	--	0.333	--	0.333
<i>Trogon caligatus</i>	--	0.333	0.333	0.333	--	--	1
<i>Trogon melanocephalus</i>	0.333	0.666	1.666	--	0.333	0.333	3.333
<i>Turdus grayi</i>	0.666	0.333	1.333	0.333	0.333	0.333	3.333
<i>Tyrannus couchii</i>	--	0.333	0.666	--	--	0.666	1.666
<i>Tyrannus melancholicus</i>	1	--	--	--	--	--	1
<i>Tyto alba</i>	--	--	--	--	0.666	--	0.666
<i>Uropsila leucogastra</i>	--	2	1.333	0.666	--	1.666	5.666
<i>Vireo flavifrons</i>	--	--	--	0.333	--	--	0.333
<i>Vireo flavoviridis</i>	0	0.333	2.666	3.666	1.333	2	10
<i>Vireo pallens</i>	0.666	--	--	--	0.666	--	1.333
<i>Xiphorhynchus flavigaster</i>	0.333	0.666	--	--	--	0.333	1.333

Simbología: SMS: Selva mediana subperennifolia, SBS: Selva baja subperennifolia: Tul: Tular



## Mamíferos

Se registró un total de 149 individuos pertenecientes a 9 órdenes, 18 familias y 31 especies de mamíferos (29.2%) de las 106 especies potenciales del sitio de muestreo, 5.6% del total de mamíferos terrestres para México (550 especies) y 25.2% de los mamíferos terrestres para la Península de Yucatán (123 especies). De las especies registradas diez fueron quirópteros (cinco familias y 93 individuos), ocho fueron de roedores (cuatro familias y 24 individuos) y 13 de mamíferos medianos (7 familias, 33 individuos).

## Quirópteros

El muestreo de murciélagos se realizó en los seis sitios listado en la Tabla IV.29, se utilizaron redes de niebla (las mismas redes usadas para aves) que fueron colocadas a diferentes alturas (a nivel del dosel y del sotobosque), en sitios estratégicos donde se observó mayor actividad de murciélagos y en fragmentos de vegetación con mayor cobertura en cada sitio.

En total se colocaron siete redes de niebla, una de 12 m de largo por 2.6 m de altura y con un ancho de malla de 33 mm y seis redes de 6 m de largo por 2.6 m de altura y ancho de malla de 33 mm (siete redes = 480 MRH por sitio). Las redes se abrieron cinco horas desde el atardecer a las 18:00 hasta las 23:00 hrs. Las revisiones se realizaron cada treinta minutos y para las identificaciones se utilizaron guías de campo especializadas (Medellín *et al.*, 2008 y Reid 2009). Los individuos fueron liberados después de su identificación.

**Tabla IV.34 Esfuerzo de captura empleado para mamíferos.**

Grupo	Selva Mediana	Selva Baja	Tular	Total
Murciélagos	1920 m red/hora	480 mred/hora	480 m red/hora	2880 m red/hora

Con un esfuerzo total de 2880 m red/hora (sumatorio de todos los sitios de muestreo), se verificó la presencia de 10 de las 52 especies de murciélagos (19.2%) con distribución



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

potencial en el SAR, las cuales corresponden a cinco familias (Phyllostomidae, Glossophaginae, Carollinae, Stenodermatinae y Desmodontinae) y siete géneros, de los cuales solamente el murciélago de oreja redonda de Davis (*Lophostoma evotis*) se encuentra listado en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo el estatus de *amenazada*.

En cuanto al número de individuos: se puede apreciar una mayor abundancia del murciélago come frutas jamaiquino (*Artibeus jamaicensis*) que está presente en los seis sitios de muestreo, seguido del gran murciélago come frutas (*Artibeus lituratus*) que se encontró en cuatro de los sitios de muestreo y del murciélago cola corta de Sowell (*Carollia sowelli*) presente en cuatro de los seis sitios de muestreo. Las abundancias de estas tres especies (familia Phyllostomidae) en conjunto suman 58 individuos que representan el 62.3% de los 93 individuos de murciélagos registrados. Con respecto a lo anterior, se ha descrito que las especies del género *Artibeus* son más abundantes y diversos en los bosques tropicales porque están asociados a árboles altos como los amates (*Ficus spp.*), jobos (*Spondias spp.*) zapote (*Manilkara zapota*) y ramón (*Brosimum alicastrum*) por el tipo de alimentación que presentan (Medellín y Redford 1992).

La gran mayoría de los sitios de muestreo fueron representados con más de tres especies, sin embargo, los sitios: 3 (seis especies), 4 (cinco especies), y 6 (siete especies) fueron los mejor representados en cuanto a riqueza específica. Se puede identificar al sitio 1 como el de menor representatividad en la comunidad de quirópteros, probablemente debido a la perturbación ambiental permanente que representa la fragmentación de la vegetación observada en el sitio. En el Anexo fotográfico se presentan algunas de las especies capturadas, así como sus coordenadas de registro.



Murciélago cola corta de Sowell



Murciélago cola corta de Sebas



Murciélago come frutas pigmeo.



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

(*Carollia sowellii*)



Murciélago peludo de ojos grandes  
(*Chiroderma villosum*)

(*Carollia perspicillata*)



Murciélago vampiro común  
(*Desmodus rotundus*)

(*Artibeus phaeotis*)



Pequeño murciélago de hombros  
amarillos (*Sturnira lilium*)



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Tabla IV.35 Abundancias de murciélagos por sitio de muestreo.

Especie	Nombre común	Sitio 1 SMS	Sitio 2 SMS	Sitio 3 SMS	Sitio 4 TUL	Sitio 5 SBS	Sitio 6 SMS	TOTAL
<i>Lophostoma evotis</i>	Murciélago de oreja redonda de Davis	--	1	--	--	--	--	1
<i>Glossophaga soricina</i>	Murciélago de lengua larga común	--	--	1	--	--	--	1
<i>Carollia sowelli</i>	Murciélago cola corta de Sowell	--	--	1	4	13	1	19
<i>Carollia perspicillata</i>	Murciélago cola corta de Sebas	--	--	--	--	--	2	2
<i>Sturnira lilium</i>	Pequeño murciélago de hombros amarillos	--	--	1	--	--	2	3
<i>Artibeus lituratus</i>	Gran murciélago come frutas	--	4	--	6	5	5	20
<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murciélago come frutas jamaicano	2	1	5	11	3	3	25
<i>Artibeus phaeotis</i>	Murciélago come frutas pigmeo	--	--	2	4	5	6	17
<i>Chiroderma villosum</i>	Murciélago peludo de ojos grandes	--	1	--	--	--	--	1
<i>Desmodus rotundus</i>	Murciélago vampiro común	--	--	2	1	--	1	4

Simbología: SMS: Selva mediana subperennifolia, SBS: Selva baja subperennifolia: Tul: Tular





Mamíferos pequeños (roedores)

El muestreo de roedores se realizó con trampas tipo Sherman plegables (8 X 9 X 3 cm) cebadas con una mezcla de avena, semillas de girasol y esencia de vainilla, Las trampas fueron revisadas y cebadas cada mañana.

El trampeo se realizó en cuatro transectos paralelos con una distancia de 10 m entre cada uno, se colocaron 21 trampas por cada transecto alternadas de izquierda a derecha por 10 m de distancia entre cada trampa, durante dos noches consecutivas para cada sitio de muestreo, con lo cual se abarcó un área de 2000 m<sup>2</sup> en cada transecto realizado, resultando un total de 8000 m<sup>2</sup> muestreados por sitio (0.8 ha). En total se muestrearon 12 noches, utilizando un total de 84 trampas Sherman para obtener un esfuerzo de muestreo total de 1008 noches trampa, (168 noches trampa por sitio).

Para las identificaciones se utilizó la guía de campo especializadas de Reid (2009). Las especies fueron identificadas y liberadas al instante en su lugar de captura.

**Tabla IV.36 Esfuerzo de captura empleado para mamíferos pequeños (roedores).**

Grupo	Selva Mediana	Selva Baja	Tular	Total
Pequeños roedores	672 noches trampa	168 noches trampa	168 noches trampa	1008 noches trampa

Se verificaron ocho especies de mamíferos pequeños (roedores) lo que representan el 42.10% de los roedores con distribución potencial en el SAR de la L.T. Xpujil - Xul Ha.

La captura de roedores durante los muestreos realizados fue relativamente alta. Se registraron cinco especies, *Heteromys gaumeri*, *Heteromys desmarestianus*, *Oryzomys couesi*, *Otodylomys phyllotis* y *Peromyscus yucatanicus*, las cuales son características de vegetación semiconservada, principalmente el ratón trepador (arborícola) de orejas grandes (*Otodylomys phyllotis*), que como su nombre lo indica, necesita de árboles para desarrollar sus actividades de alimentación, pernocta, etc. (Reid, 2009). En el Anexo



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

fotográfico se presentan algunas de las especies capturadas y las coordenadas de registro.



Ratón venado yucateco  
(*Peromyscus yucatanicus*)



Ratón trepador de orejas grandes  
(*Ototylomys phyllotis*)



Ratón de abazones  
(*Heteromys gaumeri*)



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

**Tabla IV.37 Densidad de roedores capturados por sitio de muestreo.**

Especie	Densidad (individuos por hectárea)						Total
	Sitio 1 SMS	Sitio 2 SMS	Sitio 3 SMS	Sitio 4 TUL	Sitio 5 SBS	Sitio 6 SMS	
<i>Heteromys gaumeri</i>	0.000125	--	0.000125	--	--	--	0.00025
<i>Heteromys desmarestianus</i>	0.000125	--	--	--	--	--	0.000125
<i>Oryzomys couesi</i>	--	--	0.000125	--	0.00025	--	0.000375
<i>Ototylomys phyllotis</i>	--	--	--	--	--	0.00025	0.000125
<i>Peromyscus yucatanicus</i>	0.000875	0.000375	--	--	--	--	0.00125

Simbología: SMS: Selva mediana subperennifolia, SBS: Selva baja subperennifolia: Tul: Tular

### Mamíferos de talla mediana y grande

Para el registro de estas especies se utilizó la metodología recomendada por Reid (2009) y Aranda (2012) que consiste en realizar recorridos diurnos (durante las 7:00 hasta las 12 hrs.) en su mayoría y recorridos nocturnos ocasionales a través de caminos y senderos existentes en la zona, registrando las especies observadas directamente, también se registraron las especies de forma indirecta a través de sus rastros, como son echaderos, excretas, huellas, residuos de alimentos, madrigueras, huesos, pelos y vocalizaciones. Las huellas y rastros fueron identificadas en el sitio con ayuda de guías de campo adecuadas (Reid, 2009 y Aranda, 2012).



Excreta de venado cola blanca  
*Odocoileus virginianus*



Excreta de tapir (*Tapirus bairdii*)



Huella de la pata trasera de armadillo  
(*Dasypus novemcinctus*)

Adicionalmente se colocaron tres trampas tipo Tomahawk por sitio de muestreo, en lugares que indicaron la presencia de mamíferos (lugares de alimentación, de descanso o de paso frecuente; a una distancia mayor de 500 m entre cada trampa), utilizando como cebo una mezcla de carne (sardina o pollo crudo) y frutas (piña, mango, plátano y papaya). También fueron colocadas cuatro cámaras trampa en zonas donde se registraron rastros de mamíferos de talla grande; brechas con huellas, echaderos, o cualquier otro tipo de evidencia que demostraba el paso cotidiano de los animales. Este procedimiento se realizó en los seis sitios que formaron parte del muestreo. Todas las trampas fueron activadas dos noches por sitio para mantener un mismo esfuerzo de captura. Las trampas Tomahawk fueron revisadas y cebadas cada mañana. Los ejemplares rastreados por medio de huellas o excretas, visualizados y capturados tanto en trampas como en las

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

cámaras trampa se identificaron de acuerdo con las claves de Reid (2009) y Aranda (2012); todos los individuos que fueron capturados mediante las trampas fueron liberados en el mismo sitio de captura.



Vista de las diferentes trampas utilizadas durante los trabajos de campo

Tabla IV.38 Esfuerzo de captura empleado para mamíferos medianos y grandes.

Grupo	Selva Mediana	Selva Baja	Tular	Total
Medianos mamíferos (trampas Tomahawk)	24 noches trampa	6 noches trampa	6 noches trampa	36 noches trampa
Medianos mamíferos (Cámaras trampa)	32 noches trampa	8 noches trampa	8 noches trampa	48 noches trampa
Medianos mamíferos (Rastro y Huellas)	40 horas persona	10 horas persona	10 horas persona	60 horas persona

Como resultado del muestreo se verificaron 13 especies de mamíferos de talla mediana y grande, que representan el 38.23% de los mamíferos potenciales en el SAR.

Las especies encontradas son principalmente generalistas, como el tlacuache de Virginia (*Didelphis virginiana*), el tlacuache común (*Didelphis marsupialis*), el tlacuache cuatro ojos (*Philander opossum*), el armadillo (*Dasypus novemcinctus*), y la zorrilla gris (*Urocyon cinereoargenteus*). En el Anexo fotográfico se presentan algunas de las especies capturadas y las coordenadas de registro.





MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA



Zorrita gris (*Urocyon cinereoargenteus*)



Tlacuache cuatro ojos (*Philander oposum*)

También se verificó la presencia de mamíferos de talla grande como el puma (*Puma concolor*) que en el sitio 6 fue verificado de manera auditiva, el jaguar (*Panthera onca*) el cual se verificó por medio de huellas, las cuales se encontraron cerca a las huellas de un venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), y las huellas, excretas, pelo, y echadero de dos tapires (*Tapirus bairdii*), uno para el sitio 1 y otro para el sitio 2.





MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

**TablaIV.39 Densidad de mamíferos medianos y grandes capturados por sitio de muestreo.**

Especie	Nombre común	Sitio 1 SMS	Sitio 2 SMS	Sitio 3 SMS	Sitio 4 TULAR	Sitio 5 SBS	Sitio 6 SMS	Total
<i>Sciurus deppei</i>	Ardilla	--	1	2	--	--	--	3
<i>Orthogeomys hispidus</i>	Tuza	*	*	--	--	--	--	--
<i>Didelphis marsupialis</i>	Tlacuache común	--	--	--	--	1	--	1
<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache de virginia	1	--	--	1	--	--	2
<i>Philander opossum</i>	Tlacuache cuatro ojos	--	1	--	1	2	--	4
<i>Dasyopus novemcinctus</i>	Armadillo	1	--	--	--	--	--	1
<i>Ateles geoffroyi</i>	Mono araña	--	3	--	7	--	--	10
<i>Alouatta pigra</i>	Mono aullador	--	1	--	--	--	--	1
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorrita gris	--	1	--	--	1	--	2
<i>Puma concolor</i>	Puma	--	--	--	--	--	1	1
<i>Panthera onca</i>	Jaguar	--	--	--	--	1	--	1
<i>Potos flavus</i>	Martucha	--	1	--	--	--	2	3
<i>Tapirus bairdii</i>	Tapir	1	1	--	--	--	--	2
<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	1	1	--	--	1	--	3
<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo castellano	1	--	--	--	--	--	1

Simbología: SMS: Selva mediana subperennifolia, SBS: Selva baja subperennifolia: Tul: Tular



El hecho de que el tapir haya sido registrado puede estar relacionado a que no es una especie cazada con frecuencia (Naranjo, 2002), a sus hábitos completamente terrestres que implican un uso frecuente de senderos bien marcados (que usa la gente), y a la notoriedad de sus huellas por su gran masa corporal (hasta 300 kg; Bolaños y Naranjo, 2003). El registro del tapir fue verificado en un remanente de vegetación semiconservada (una “isla de vegetación”: en el sitio 1, enfrente de la Subestación Electrica Xpujil, Campeche) delimitada por la carretera Escarcega-Chetumal y varios ranchos y potreros que se encuentran alrededor del lugar de verificación. La fragmentación de este punto podría reducir el hábitat natural de este ejemplar (Diamond, 1975), ya que se trata de una especie especialista de hábitats de alta calidad, que además requiere grandes extensiones de cobertura forestal en buenas condiciones para reproducirse y alimentarse (Naranjo, 2009).

De los mamíferos que fueron registrados por rastros, huellas y excretas dentro de los seis sitios de muestreo se encuentran la tuza (*Orthogeomys hispidus*), el tapir (*Tapirus bairdii*) y el jaguar (*Panthera onca*), estos dos últimos se encuentra en peligro de extinción de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su rastro fue encontrado en los sitios 1 y 2 para el tapir y sitio 5 para el jaguar.

De acuerdo con Alonzo y Granados (1991) el jaguar realiza sus actividades de alimentación en manchones de selva en los límites con los estados de Campeche y Quintana Roo (ubicación del sitio 5) información con la cual coincide el estudio mas reciente hecho con un modelo de regresión logística sobre el hábitat del jaguar en Yucatán (Pereira, 2006). Esta especie está estrechamente vinculada con el estado de conservación de los ecosistemas terrestres de la región y su incidencia declina con la presencia de alteraciones antropogénicas (Faller-Menéndez, 2010). Algunos resultados de estudios hechos en la Península de Yucatán muestran que la densidad de una población puede oscilar entre uno y dos jaguares adultos por cada 3000 hectáreas (Ceballos *et al.*, 2002; Faller-Menéndez *et al.*, 2007), por lo que se considera que su presencia depende de la persistencia de porciones de selva bien conservadas en las colindancias entre Quintana Roo y Campeche (Faller-Menéndez, 2010).



## Diversidad

Para cada sitio se determinó la riqueza de especie para cada grupo, se calcularon índices de abundancia relativa y cuando fue posible se calculó la densidad (individuos/ha). Así mismo como indicadores de la diversidad de pequeños roedores y abundancias para cada sitio, se usaron las siguientes variables:

**Tabla IV.40 Índices de diversidad aplicados.**

Índice	Descripción
Riqueza (S)	Número de especies para cada grupo
Shannon-Wiener (H')	Medida con el índice de empleando el paquete estadístico Diversity 3, el cual se basa en el número de especies raras (Magurran, 2004). Estas variables son comúnmente usadas como indicadores de la diversidad y estructura de una comunidad (Medellín <i>et al.</i> , 2008). Las especies raras son aquellas que viviendo y reproduciéndose en el lugar de muestreo, están representadas por poblaciones con muy pocos individuos (Halfter y Moreno, 2005).
Berger-Parker (D)	El índice de dominancia de Berger-Parker (d), un índice de diversidad simple basado en la importancia proporcional de las especies más abundantes, es completamente independiente del número de especies (S), por lo que algunos autores lo recomiendan como uno de los mejores índices (Moreno, 2001).
Equidad de Pielou	Mide la proporción de la diversidad observada con la relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 0.1 de forma de que 0.1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Magurran, 1988).

El índice de diversidad y la riqueza muestran que en su mayoría los sitios de muestreo tienen una gran diversidad y riqueza de especies, debido a que la vegetación permanece en términos relativos sin grandes perturbaciones antropogénicas (sitios 2, 3, 4 y 6) y a que en ellos hay presencia de cuerpos de agua permanentes (sitios 2, 4 y 5) y temporales (sitio 1) que se inundan durante las lluvias proveyendo humedad y agua a plantas circundantes que se encuentran en floración y fructificación. Estas condiciones sugieren que los sitios de muestreo son adecuados para los distintos grupos de animales, principalmente de polinizadores y dispersores naturales de semillas (roedores, murciélagos y aves), como son las distintas especies de colibríes.

De la misma manera la formación de cuerpos de agua y almacenes naturales de humedad permite la presencia de anfibios que hacen uso de estos hábitats para su reproducción y



alimentación, así como de reptiles que llegan a estos sitios para alimentarse de anfibios, aves y mamíferos pequeños.

**Tabla IV.41 Índice de diversidad y riqueza de vertebrados terrestre por sitio de muestreo.**

Índice	Sitio 1 SMS	Sitio 2 SMS	Sitio 3 SMS	Sitio 4 TUL	Sitio 5 SBS	Sitio 6 SMS
Riqueza	75	93	78	71	80	57
Índice de Diversidad H'	0.8434	0.8202	0.6755	0.9979	0.9456	0.793

Simbología: SMS: Selva mediana subperennifolia, SBS: Selva baja subperennifolia: Tul: Tular.

### **Anfibios y reptiles**

La mayor riqueza de especies se registró en los sitios de muestreo de selva mediana subperennifolia (sitios 2 y 4) debido a la presencia de cuerpos de agua permanentes y a la heterogeneidad de microhabitats, sin embargo el sitio establecido en la selva baja superenifolia (sitio 5), fue el segundo más diverso. Los valores más altos de diversidad de herpetofauna estuvieron ligados al establecimiento de cuerpos de agua permanentes. Los anfibios prefieren este medio para pasar su reproducción, establecimiento y desarrollo embrionario evitando de desecación fisiológica (Díaz-Gamboa, 2012). Al mismo tiempo los anfibios son la dieta principal de muchas especies de serpientes. El sitio menos diverso para la herpetofauna fue el sitio 6 (terrenos de la CONAFOR), ya que representa un ambiente modificado por el hombre y sin cuerpos de agua, sin embargo en este punto se encontraron especies únicas para el estudio (*Sphenomophus cherriei* e *Imantodes cenchoa*).

En la mayoría de los casos, las especies que se compartieron entre sitios fueron aquellas de tipo generalista en cuanto al uso de hábitat o más adaptables a condiciones de urbanización o perturbación. Tal es el caso de *Trachycephalus typhonius*, *Norops lemurinus*, *Norops tropidonotus* y *Coniophanes imperialis*.

Los índices de diversidad se obtuvieron considerando a todos los reptiles y anfibios que fueron verificados en los muestreos realizados, de tal manera que los sitios de mayor diversidad y riqueza para la herpetofauna fueron: el sitio 4 con once especies (índice de Shannon-Weiner= 1.908), el sitio 5 con diez especies (índice de Shannon-Weiner= 1.837) y el sitio 2 con diez especies (índice de Shannon-Weiner= 1.552), seguido por los sitios: 1, 3 y 6 con nueve, ocho y cinco especies



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

respectivamente para cada uno. El que presentó menor riqueza y diversidad fue el sitio 6, con cinco especies (índice de Shannon-Weiner =1.55).

**Tabla IV.42 Parámetros de diversidad de la herpetofauna muestreada.**

Índice	Sitio 1 SMS	Sitio 2 SMS	Sitio 3 SMS	Sitio 4 TULAR	Sitio 5 SBS	Sitio 6 SMS	General
S	9	10	8	11	10	5	28
N	61	65	26	103	53	7	315
H'	1.579	1.552	1.769	1.908	1.837	1.55	2.532
Dominancia	0.4098	0.5385	0.3077	0.301	0.283	0.2857	0.2159
Equidad	0.7187	0.6739	0.8505	0.7959	0.7976	0.963	0.7598

S= Número de especies, N= Frecuencia de registros.

Los sitios con mayor dominancia fueron: el sitio 2 (índice de Berger-Parker= 0.5385) y el sitio 1 (índice de Berger-Parker= 0.4098) los cuales son los más representativos por contener especies similares (Magurran, 1988). En general en cuanto a valores de equidad todos los sitios tuvieron especies igualmente abundantes (con un valor general de 0.75) sin embargo, el sitio 2 presentó el valor de equidad más bajo al tener valores de abundancias de especies con un solo individuo. Este valor de equidad se considera alto debido a que dentro de una comunidad un valor de equidad igual a 1 indicaría que todas las especies están representadas de la misma manera (i.e. mismo valor de abundancia para todas las especies).

Así, como conclusión general, se puede decir que el SAR contiene una comunidad con un nivel de diversidad de anfibios y reptiles considerable.

### Aves

La riqueza de especies registradas en el presente estudio representó el 27% de las especies de la península de Yucatán (MacKinnon, 2013); el 34% de la avifauna estatal (Salgado, 1999) y el 45% de las aves registradas como potenciales para el SAR(Howell y Webb, 1995 y MacKinnon, 2013).

Para comprender mejor la composición, riqueza y diversidad de las especies de aves en el SAR, se dividieron estos factores priorizando los sitios de muestreo como muestras





únicas, y dejando como secundario el tipo de vegetación al que pertenecen estos sitios, ya que cada sitio de muestreo representa características completamente únicas para las aves que los usan y aprovechan.

La mayor riqueza específica se presentó en el sitio 2 (selva mediana subperennifolia) con 69 especies, seguido por los sitios 5 (selva baja subperennifolia) y 6 (selva mediana subperennifolia) con 62 y 61 especies, respectivamente. Con respecto a las abundancias y frecuencias registradas por cada sitio, el sitio 2 (selva mediana subperennifolia) fue donde se registró el mayor número de frecuencias, así como de individuos.

En cuanto a la riqueza general de especies, se observó que la mayoría de los sitios presentan una gran heterogeneidad específica, ya que cada sitio registra una gran cantidad de especies exclusivas. El sitio 1 se caracterizó por presentar una combinación entre selva mediana subperennifolia conservada y en recuperación; esta particularidad permitió la presencia de especies granívoras; como el semillero brincador (*Volatinia jacarina*), el arrocero americano (*Spiza americana*) y el colorín azul (*Passerina cyanea*).

El sitio 2 fue el que presentó la mayor riqueza y abundancia en todo el estudio gracias a sus características particulares como la presencia de un cuerpo de agua permanente de gran extensión dentro una selva mediana subperennifolia con alto grado de conservación que propició la presencia de especies de mosqueros como el mosquero ocrillo (*Mionectes oleagineus*), el mosquero de anteojos (*Rhynchocyclus brevirostris*) y el mosquerito pico chato (*Platyrinchus cancrinus*); la presencia del trepatroncos sepia (*Dendrocincla anabatina*) y la tangara yucateca (*Piranga roseogularis*), ambas especies catalogadas como especies indicadoras de ambientes conservados, así como la presencia del martín pescador enano (*Chloroceryle aenea*).

El sitio 3 se caracterizó por presentar una selva mediana subperennifolia con un alto grado de conservación, con árboles cercanos a los 25 m de altura y un ambiente muy húmedo, esto propició la presencia de especies muy particulares y carismáticas como son el mosquero real (*Onychorhynchus coronatus*) y el saltarín de cabeza roja (*Ceratopipra mentalis*). El sitio 4, presente dentro de un Tular, se caracterizó por la presencia de



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

especies acuáticas tales como la gallineta morada (*Porphyrio martinicus*), la jacana norteña (*Jacana spinosa*) y la garza tigre (*Tigrisoma mexicanum*). El registro de especies frugívoras tales como el tucán pico canoa (*Ramphastos sulfuratus*) se debe a la presencia de árboles de zapote (*Manilkara zapota*) de gran altura.

El sitio 5 fue el que registró el mayor número de especies exclusivas; en particular especies acuáticas. Esto es debido a las características del sitio, especialmente la presencia de un arroyo entre vegetación de selva baja inundable. Especies como el playero alzacolita (*Actitis macularius*), la garza cucharón (*Cochlearius cochlearius*), y el martín pescador verde (*Chloroceryle americana*) fueron representativas de este ambiente. El sitio 6 fue el sitio que presentó la menor riqueza y abundancia de todos los sitios muestreados. En este sitio no se registraron especies de aves con mayor sensibilidad a perturbaciones ambientales. Esto posiblemente se deba a la gran influencia humana que hay en ese lugar, al ser este sitio un hábitat modificado como parte de los programas de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR).

En general, al igual que para la herpetofauna, los datos de la estructura de la comunidad sugieren que la avifauna es considerablemente diversa, esto se refleja claramente en los bajos valores de dominancia y los muy altos valores de equidad.

**Tabla IV.43 Parámetros de diversidad de la avifauna registrada.**

Índice	Sitio 1 SMS	Sitio 2 SMS	Sitio 3 SMS	Sitio 4 TUL	Sitio 5 SBS	Sitio 6 SMS	General
S	57	69	61	52	62	40	151
N	138	177	152	115	128	67	777
H'	3.841	3.935	3.858	3.62	3.873	3.514	4.509
Dominancia	0.06522	0.06215	0.05263	0.1217	0.07813	0.08955	0.0399
Equidad	0.942	0.9327	0.9386	0.9118	0.9423	0.9527	0.8988

S= Número de especies, N= Frecuencia de registros.



## **Mamíferos**

Los valores de los índices de diversidad se obtuvieron tomando en cuenta a todos los mamíferos que fueron verificados en este estudio, de tal manera que el sitio de mayor diversidad y riqueza para los mamíferos fue el sitio 2 con 15 especies (índice de Shannon-Weiner = 2.539), seguido por los sitios: 1, 3, 5 y 6 con diez especies cada uno. El que presentó menor riqueza y diversidad fue el sitio 4, con ocho especies (índice de Shannon-Weiner = 1.789).

De acuerdo a los valores de dominancia los sitios 1 (índice de Berger-Parker= 0.4118), 4 (índice de Berger-Parker= 0.3143) y 5 (índice de Berger-Parker= 0.3824) son los que obtuvieron mayores densidades de las especies más representadas. (Magurran, 1988). En general, en cuanto a valores de equidad todos los sitios tuvieron especies igualmente abundantes (con un valor general de 0.8165, sugiriendo nuevamente que la diversidad de la fauna que se encuentra en el Área del Proyecto y SAR definido es notablemente diversa.

**Tabla IV.44 Parámetros de diversidad de los mamíferos**

Índice	Sitio 1 SMS	Sitio 2 SMS	Sitio 3 SMS	Sitio 4 TULAR	Sitio 5 SBS	Sitio 6 SMS	General
S	10	15	10	8	10	10	31
N	17	22	17	35	34	24	149
H'	1.95	2.539	2.115	1.789	1.894	2.084	2.804
Dominancia	0.4118	0.1818	0.2941	0.3143	0.3824	0.25	0.1678
Equidad	0.8471	0.9377	0.9186	0.8601	0.8225	0.9052	0.8165

S= Número de especies, N= Frecuencia de registros.

### ***Presencia de especies de fauna bajo régimen de protección legal***

Durante el muestreo se registraron y verificaron 33 especies de fauna listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, de las cuáles hay un anfibio, cinco reptiles, veinte aves y siete mamíferos. Con respecto al estatus se tienen que seis están en peligro de extinción, diez en la categoría de amenazadas y 17 en protección especial.



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Estos datos de las especies bajo régimen de protección especial, además de los altos valores de diversidad y de equidad que presentan las comunidades de los diferentes grupos, sin duda son indicativos de que SAR en donde se desarrollará el proyecto mantiene una fauna de gran importancia, a pesar de que a nivel regional las tasas de deforestación han sido sumamente altas en la última década.

**Tabla IV.45 Especies registradas que se encuentran en alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010.**

Familia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
<b>Anfibios y reptiles</b>			
Ranidae	<i>Lithobates brownorum</i>	Rana leopardo	Protección especial
Crocodylidae	<i>Crocodylus moreletii</i>	Cocodrilo de pantano	
Colubridae	<i>Imantodes cenchoa</i>	Cordelilla manchada	
	<i>Imantodes tenuissimus</i> *	Cordelilla yucateca	
Colubridae	<i>Leptophis mexicanus</i>	Ranera bronceada	Amenazada
Eublepharidae	<i>Coleonyx elegans</i>	Geco bandeado yucateco	
<b>Aves</b>			
Tinamidae	<i>Tinamus mayor</i>	Tinamú mayor	Amenazada
Accipitridae	<i>Accipiter bicolor</i>	Gavilán bicolor	
Accipitridae	<i>Geranospiza caerulescens</i>	Gavilán zancón	
Aramidae	<i>Aramus guarana</i>	Carao	
Ramphastidae	<i>Ramphastos sulfuratus</i>	Tucán pico canoa	
Psittacidae	<i>Amazona xantholora</i> *	Loro yucateco	
Tinamidae	<i>Crypturellus cinnamomeus</i>	Tinamú canelo	Protección especial
Ardeidae	<i>Agamia agami</i>	Garza agami	
Picidae	<i>Campephilus guatemalensis</i>	Carpintero pico plata	
Falconidae	<i>Micrastur ruficollis</i>	Halcón selvático barrado	
Psittacidae	<i>Aratinga nana</i>	Perico pecho sucio	
	<i>Amazona albifrons</i>	Loro frente blanca	
Furnariidae	<i>Dendrocicla anabatina</i>	Trepatroncos sepia	
Tyrannidae	<i>Platyrrinchus cancrinus</i>	Mosquero pico chato	
Vireonidae	<i>Vireo pallens</i>	Vireo manglero	
Vireonidae	<i>Hylophilus ochraceiceps</i>	Verdillo ocre	
Poliptilidae	<i>Poliptila plumbea</i>	Perlita tropical	

**Tabla IV.45 Especies registradas que se encuentran en alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010.**

Familia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
Thraupidae	<i>Eucometis penicillata</i>	Tangara cabeza gris	
Tyrannidae	<i>Onychorhynchus coronatus</i>	Mosquero real	Peligro de extinción
Cathartidae	<i>Sarcoramphus papa</i>	Zopilote rey	
<b>Mamíferos</b>			
Muridae	<i>Oryzomys couesi</i>	Ratón arrocero de Coess	Amenazada
Phyllostomidae	<i>Lophostoma evotis</i>	Murciélago de oreja redonda de Davis	
Procyonidae	<i>Potos flavus</i>	Martucha	Protección especial
Cebidae	<i>Ateles geoffroyi</i>	Mono araña	Peligro de extinción
Cebidae	<i>Alouatta pigra</i>	Mono aullador	
Felidae	<i>Panthera onca</i>	Jaguar	
Tapiridae	<i>Tapirus bairdii</i>	Tapir	

Nota: \*Especie endémica de la Provincia biótica península de Yucatán.



*Lithobates brownorum* (rana leopardo) registrada en selva mediana subperennifolia (Sitio 2 X:257033; Y:2045542) y en selva baja subperennifolia (Sitio 5 X:285040; Y:2042427). Protección especial.



*Crocodylus moreletii* (cocodrilo de pantano) registrada en tular (sitio 4 X:279642; Y:2044391) y en la selva baja subperennifolia (sitio 5 X:285040; Y:2042427). Protección especial.



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA



*Coleonyx elegans* (gecko bandeado yucateco) registrada en selva mediana subperennifolia (sitio 3 X:269284; Y:2044320). Amenazada.



*Imantodes cenchoa* (cordelilla manchada) registrada en selva mediana subperennifolia (sitio 6 X:311623; Y:2044837). Protección especial.



*Imantodes tenuissimus* (cordelilla yucateca) registrado en la carretera cerca del sitio 3 selva mediana subperennifolia X:269284; Y:2044320. Protección especial.



*Onychorhynchus coronatus* (mosquero real) verificada en selva mediana subperennifolia (Sitio 2 X:257033; Y:2045542 y Sitio 3 (X:269284; Y:2044320). especie residente permanente. En peligro de extinción.



*Ramphastos sulfuratus* (tucán pico canoa) especie verificada en selva mediana subperennifolia (Sitio 2 X:257033 Y:2045542 y sitio 3 X:269284; Y:2044320). especie residente permanente. Amenazada



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA



*Campephilus guatemalensis* (carpintero pico plata) verificada en selva mediana subperennifolia (Sitio 2 X:257033; Y:2045542 y Sitio 6 X:311623; Y:2044837). residente permanente Protección especial.



*Dendrocincla anabatina* (trepatroncos sepia) verificada en selva mediana subperennifolia (Sitio 2 X:257033; Y:2045542; Sitio 3 X:269284; Y:2044320 y Sitio 6 X:311623; Y:2044837). especie residente permanente en estatus de Protección especial.



*Sarcoramphus papa* (zopilote rey) verificada en selva mediana subperennifolia (X:25500; Y:2046403). especie residente permanente en estatus de Peligro de extinción.



*Hylophilus ochraceiceps* (verdillo ocre) verificada selva mediana subperennifolia (Sitios 3 X:269284; Y:2044320; sitio 5 X:257033; Y:2045542), en tular (Sitio 4 X:279642; Y:2044391), Especie residente permanente en estatus de Protección especial.



*Lophostoma evotis* (murciélago de oreja redonda de Davis) registrada en selva mediana subperennifolia (sitio 2 X:257033; Y:2045542). Especie amenazada.



*Oryzomys couesi* (ratón arrocero) verificada en selva mediana subperennifolia (sitios 3 X:269284; Y:204432 y sitio 5 X:257033; Y:2045542). Especie amenazada.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA



*Ateles geoffroyi* (mono araña)  
verificada en selva mediana subperennifolia (sitios 2 X:257033; Y:2045542) y en tular (siti 4 X:279642; Y:2044391). Peligro de extinción



*Potos flavus* (martucha)  
verificada en selva mediana subperennifolia los sitios 2 Sitio 2 X:257033;Y:2045542 y Sitio 6 X:311623; Y:2044837). Protección especial



Rastro de *Panthera onca* (jaguar)  
Rastro, árbol rasgado utilizado para afilar las garras verificado en selva mediana subperennifolia (Sitio 5 X:257033; Y:2045542). Peligro de extinción.



Huella individuo juvenil de *Tapirus bairdii* (tapir)verificada por medio de huellas, excretas y echaderos en selva mediana subperennifolia (Sitio 1 X:246602; Y:2050841 y Sitio 2 X:257033; Y:2045542). Peligro de extinción.



### IV.3.3 Medio socioeconómico

El municipio de Calakmul se localiza en el Estado de Campeche, entre los paralelos 19° 12' 00" y 17° 48' 39" de latitud norte; así como en los meridianos 89°09'04" longitud este y 90°29'05" de longitud oeste. Tiene una área total de 13,987 km<sup>2</sup> que representa el 24.32% de la superficie del estado. Se considera un municipio rural debido a más del 50% de la población vive en localidades con menos de 2500 habitantes.

El municipio de Othón P. Blanco, se localiza en el Estado de Quintana Roo, entre las coordenadas extremas 19 °19´y 17°50´de latitud norte y a los 87°15´ y 89°25´de longitud oeste. Cuenta con una superficie de 15,955 km<sup>2</sup> que representa el 35.63% del Estado de Quintana Roo. El municipio se clasifica de acuerdo al tamaño de las localidades como urbano grande, es decir que más del 50% de la población vive en localidades entre 100 mil y menos de un millón de habitantes.

**Tabla IV.46 Datos generales de los municipios de Calakmul y Othón P. Blanco.**

Indicador	Calakmul	Othón P. Blanco	Indicador	Calakmul	Othón P. Blanco
Superficie en km <sup>2</sup>	13,987	15,995	Cabecera municipal	Xpujil	Chetumal
Número de localidades	158	727	Población de la cabecera municipal	3,984	151,243
Población Total	26,882	202,046	Clasificación	Rural	Urbano grande

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda, 2010.

### **Demografía**

El municipio de Calakmul, registró en el 2010 una población total de 26,882 personas, que representaron el 3.27 % con respecto a la población total del Estado de Campeche. Se registraron 158 localidades y una densidad de población de 1.92 personas por km<sup>2</sup>.

Con respecto al municipio de Othón P. Blanco, la población total en el 2010 fue de 244,553 personas que representó el 18.45% de la población del Estado de Quintana Roo. Existen 727 localidades y una densidad de 15.33 habitantes por km<sup>2</sup>.





MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

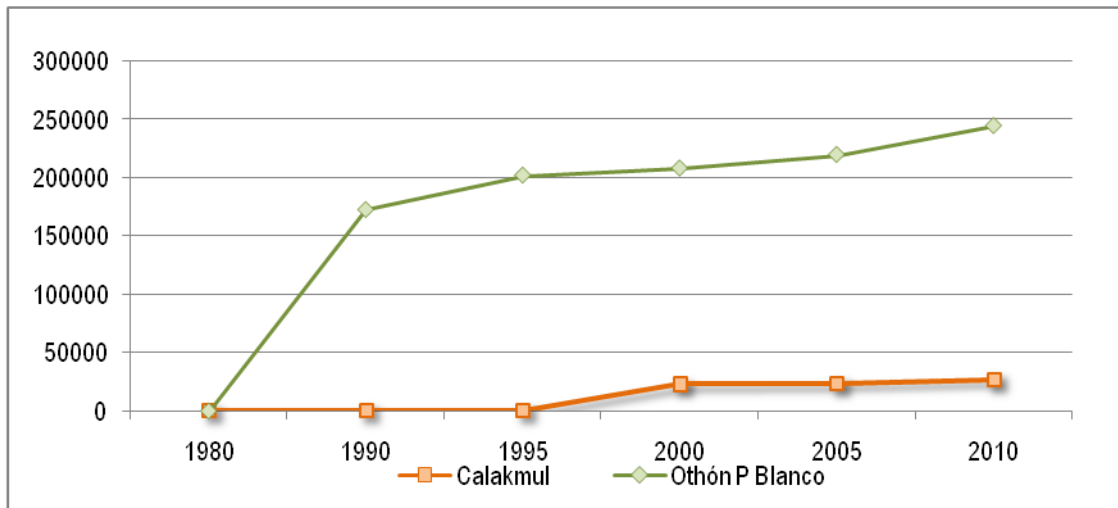
**Tabla IV.47 Población de los municipios de Calakmul y Othón P. Blanco durante el periodo de 1980-2010.**

Año	Calakmul	Othón P. Blanco
1980	0	0
1990	0	172,563
1995	0	202,046
2000	23,115	208,164
2005	23,814	219,763
2010	26,882	244,553

Fuente: INEGI. Censos de Población y Vivienda 2010, 2000, 1990, 1980. INEGI. Conteos de Población y Vivienda, 1995 y 2005 consultado en <http://www.snim.rami.gob.mx/>

Como se observa en la siguiente gráfica, en el municipio de Calakmul la tasa de crecimiento se ha mantenido en los últimos diez años mientras que en el municipio de Othón Blanco la tasa de crecimiento se ha incrementado desde hace veinte años.

**Figura IV.30 Crecimiento poblacional en los municipios de Calakmul y Othón Balnco durante el periodo 1980-2010**



En el SAR se registran 97 localidades con una población total de 18,702 personas, 32 corresponden al municipio de Calakmul, Campeche y 65 al municipio de Othón Balnco, Quintana Roo. El 96% de la población se concentra en diez localidades.



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

**Tabla IV.48 Principales localidades ubicadas dentro del Sistema Ambiental**

Municipio	Localidad	Población total
Calakmul	Tomás Aznar Barbachano (La Moza)	169
	Xpujil	3984
Othón Blanco	Jesús Gonzalez Ortega	620
	Nachi Cocom	833
	Francisco Villa	882
	Ucum	1495
	Carlos Madrazo	1825
	Xul-Ha	2037
	Sergio Butrén Casas	2235
	Nicolás Bravo	4011

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda, 2010

En la siguiente tabla se presenta la clasificación de las 97 localidades registradas en el SAR.

**Tabla IV.49 Clasificación de las localidades por rango de tamaño de población.**

Municipio	Rango de población	Localidad
Calakmul	Menos de 100 habitantes	Ninguno (1), Los Morales (2), Ninguno (2), Los Morales (2), Ninguno (2), San Francisco (2), Chamisal (2), El Milagro (2), Ninguno (2), Los Laureles, (3), La Providencia (3), Servicio Xpujil La Gasolinera (3), Rancho Alegre II (4), Félix (4), El Toro (4), San José (4), El Edén (5), Tierra Prometida (5), Dos Arbolitos (5), Los 3 Martínez (5), El Iris (5), Ninguno Ecohabitat (5), San Antonio (6), Ninguno Fayip (7) El Delfín (8), Santa Cruz (9), San José (9), La Lucha (10), San Nicolás (11), El Porvenir (13).
	De 100 hasta 500	Ninguno (124), Tomás Aznar Barbachano (La Moza) (169), Xpujil (3984).
Othón Blanco	Menos de 100 habitantes	Ninguno (Estación de microrondas) (1), Progreso (1), Los Cascabeles (1), Ninguno (19), Dos Hermanos (1), Los Potrillos (1), Los Cítricos (1), La Alianza (1), Rancho Escondido (1), Los González (2), El Roble (2), El puente (2), Ramón García Gémez (2), Aragón (2), El Coyol (2), Grupo Laguna (2), San Felipe (2), Nido de Águila (2), Emiliano Zapata (3), Ninguno (3), Moncho (3), La Esperanza (3), Ninguno (4), Las Auroras (4), La Pasadita





MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Municipio	Rango de población	Localidad
		(4), Loma Seca (4), El Vergel (4), Sergio Vargas (4), El Productor R (4), El Gaucho (5), El Potrillo (5), La Guera (5), Patricio (5), Ninguno (5), Las Glorias (5), Inchatiro (5), Erick Paolo Martínez (5), El Espejo (5), Villa Conny (5), Valerio Chuayo Villamil (6), Alfredo Barradas Domínguez (6), Rancho Isabel (6), La Flor (6), Nicolás Bravo (7), Seis Hermanos El Ranchito (7), San Rafael (7), Chaparral (7), San Pablo (8), Paso María (8), Santo Nido (9), Los Mangos (11), El Cedralito (11), El Naranja (13), Linda Vista (13), El Cocal (18), Arco Iris (38), Juan Sarabia (41).
	Más de 100 hasta 1000	Jesús González Ortega (620), Nachi Cocom (833), Francisco Villa (882)
	Más de 1000	Ucum (1495), Carlos Madrazo (1825), Xul-Ha (2037), Sergio Butrón Casas (2235), Nicolás Bravo (4011)

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda, 2010.

### Grupos étnicos

El municipio de Calakmul cuenta con una población de 7,401 personas de tres años y más que hablan alguna lengua indígena, mientras que en el municipio de Othón P. Blanco es de 21,973 personas. En Anexo se presenta un diagnóstico sobre las comunidades y con presencia indígena.

**Tabla IV.50 Distribución de la población de 3 años y más según condición de habla de lengua indígena y español, 2010**

Población	Calakmul	Othón P. Blanco
De 3 años y más que habla alguna lengua indígena	7,401	21,973
Hombres	3,668	11,565
Mujeres	3,713	10,408
Habla español	6,861	20,683
No habla español	443	342
No especificado	97	851

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda, 2010

Entre las lenguas indígenas que se hablan en el municipio de Calakmul, están: chol, tzetzal, maya, tozotzil y totonaca, también se hablan, aunque en menor medida, el zoque,



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

náhuatl, kekchi, otomí, zapoteco, chinanteco, popolucan, chontal, mazateco, mixteco, mixe, tepehua, tlapaneco, purépecha, cakchiquel, chuj, mixteco de la mixteca baja, chontal de Tabasco y huasteco.

En el municipio de Othón P Blanco se habla principalmente maya, seguido kanjobal, mame, chol, y totonaca, kekchi, tzotzil, náhuatl, tzeltal, zapoteco, zoque, mixteco, mixe, quiché, mazateco, ixil, popolucan y otomí. Otras lenguas que se hablan aunque de forma más reducida son: chinanteco, huasteco, chontal, mazahua, mayo, chatino, chuj, tojolobal, purépecha, cakchiquel, jacalteco, huichol, triqui, tarahumara, ixcateco, popolocan, huave amuzgo de Oaxaca, tepehua y cora.

En el SAR se registran catorce localidades con población de 3 años y más que hablan alguna lengua indígena. En la siguiente tabla se enlistan las localidades.

**Tabla IV.51 Localidades ubicadas dentro del SAR con personas de 3 años y más que hablan alguna lengua indígena**

Municipio	Localidad	Población total	Población de 3 años y más que habla lengua indígena
Calakmul	Xpujil	3984	462
	Sin nombre	124	25
	Tomás Aznar Barbachano (La Moza)	169	13
Othón Blanco	Nicolás Bravo	4011	529
	Xul-Ha	2037	179
	Francisco Villa	882	64
	Nachi Cocom	833	59
	Jesús González Ortega	620	49
	Carlos A. Madrazo	1825	33
	Ucum	1495	21
	Sergio Butren Casas	2235	19
	Linda Vista	13	4
	Juan Sarabia	41	2
	El Naranjal	13	1

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda, 2010.



## Migración

En el año 2002, la CONAPO se propuso caracterizar al país según la ocurrencia de la migración a Estados Unidos en sus distintas entidades federativas y municipios, para lo cual estimó un índice de intensidad migratoria “que considera las dimensiones demográfica y socioeconómica de la migración internacional y constituye una medida resumen que permite diferenciar a las entidades federativas y municipios del país según la intensidad de las distintas modalidades de la migración a Estados Unidos y la recepción de remesas. El Índice de intensidad migratoria es una medida-del fenómeno migratorio tanto entre entidades federativas como entre municipios, en la elaboración del índice se consideran cuatro variables.

- Viviendas que reciben remesas (ingresos procedentes del exterior).
- Viviendas con emigrantes a Estados Unidos durante el quinquenio 2005-2010 que a la fecha del levantamiento censal permanecían en ese país (emigrantes).
- Viviendas con migrantes a Estados Unidos durante el quinquenio 2005-2010 que regresaron al país durante ese mismo periodo (migrantes circulares) y que a la fecha del levantamiento censal residían en México; y
- Viviendas con migrantes que residían en Estados Unidos en 2005 y regresaron a vivir a México antes del levantamiento censal de 2010 (migrantes de retorno)

Los movimientos migratorios de la población son un indicador demográfico, pues determinan también la dinámica poblacional que experimenta la zona. De acuerdo con el Índice de intensidad migratoria se tiene que el municipio de Calakmul tiene una intensidad media mientras que en Othón P. Blanco la intensidad es muy baja.

**Tabla IV.52 Indicadores de migración.**

Concepto	Calakmul	Othón P. Blanco
Grado de intensidad migratoria	Medio	Muy bajo
Total de viviendas	5,789	66 064
% Viviendas que reciben remesas	3.12	1.81



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Concepto	Calakmul	Othón P. Blanco
% Viviendas con emigrantes a EUA del quinquenio anterior	2.94	1.16
% Viviendas con migrantes circulares del quinquenio anterior	1.92	0.31

Fuente: CONAPO. Índice de Intensidad Migratoria, 2010

### Vivienda

En el municipio de Calakmul existen 26,882 viviendas particulares habitadas, en promedio el número de ocupantes es de 4.6 personas y el 86.13% de las viviendas tienen un piso con material diferente de tierra. En cuanto a servicios se tienen deficiencias importantes ya que solo el 29.38% cuentan con los tres servicios básicos, (luz eléctrica, agua entubada y energía eléctrica).

Las viviendas particulares habitadas del municipio de Othón Blanco presentan mejores condiciones que la de Calakmul, el promedio de ocupantes es menor con 3.7 personas, el 94.4% de las viviendas tienen piso con material diferente de tierra y con respecto a los servicios el 89.49% cuentan con los tres servicios básicos.

Tabla IV.53 Características de las viviendas particulares.

Viviendas particulares habitadas	Calakmul		Othón P. Blanco	
	Total	(%)	Total	(%)
Total	26,882	--	243,088	--
Promedio ocupantes	4.6	--	3.7	--
Con piso de material diferente de tierra	5,080	86.13	61,924	94.49
<b>Servicios</b>				
Que disponen de luz eléctrica	5,434	92.13	63,890	97.49
Que disponen de agua entubada de la red eléctrica	4,017	68.11	64,133	97.86
Que disponen de excusado	5,247	88.96	63,344	96.66
Que disponen de drenaje	2,891	49.02	61,475	93.81
Que disponen de luz eléctrica, agua entubada de la red pública y drenaje	1,733	29.38	58,648	89.49

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda, 2010 en <http://www.snim.rami.gob.mx/>



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

## Educación

La población de 15 años y más del municipio de Calakmul es de 16,241 personas de las cuales el 17.78% es analfabeta, presentándose una mayor proporción en las mujeres con el 20.95% y 14.71% para los hombres.

Para el municipio de Othón Blanco la población de quince años y más es de 173,479 personas de las cuales el 7.06% son analfabetas, al igual que en Calakmul la proporción es mayor en las mujeres con el 8.07% y 6.03% para las mujeres.

**Tabla IV.54 Población analfabeta de 15 años y más de los municipios de Calakmul y Othón P. Blanco.**

Concepto	Calakmul			Othón P. Blanco		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
Analfabeta	2,888	1,211	1,677			
(%)	17.78	14.71	20.95			

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda, 2010 en <http://www.snim.rami.gob.mx/>

El grado promedio de escolaridad de la población de 15 años y más, en el municipio de Calakmul es 6.02 años siendo más bajo para las mujeres con 5.88 años y para los hombres de 6.17. Aproximadamente el 16.39% tiene la primaria completa y el 28.61% la secundaria completa.

Con respecto al municipio de Othón Blanco el grado promedio de escolaridad es más alto ya que es de 8.79 años, 8.96 para los hombres y 8.63 para las mujeres. El 12.76% tiene la primaria completa y 24.71% tiene secundaria completa.

**Tabla IV.55 Población de quince años y más por nivel de escolaridad en los municipios de Calakmul y Othón P. Blanco.**

Concepto	Calakmul			Othón P. Blanco		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
Sin escolaridad	2735	1221	1514	13262	5986	7276
Primaria completa	2662	1373	1289	22141	10324	11817
Secundaria completa	4646	2341	2305	42871	21186	21685

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda, 2010 en <http://www.snim.rami.gob.mx/>





## **Marginación**

La marginación social se define como aquella situación que tiene una población humana que ha quedado al margen de los servicios que en general tiene la sociedad, dichos servicios son básicos como la disponibilidad del agua en la vivienda, el acceso al drenaje de las aguas servidas y la disponibilidad de energía eléctrica. Para el desarrollo adecuado de las personas es relevante los servicios educativos que proporcionan la escolaridad, que al no darse con suficiente cobertura propician el analfabetismo, uno de los principales indicadores de marginación social; resultan también importantes los ingresos económicos y otros aspectos dados por la dispersión de los asentamientos humanos, lo cual dificulta el establecer las obras de infraestructura básica para las localidades. (CONAPO, 1995).

El índice de marginación es una medida-resumen que permite diferenciar municipios y localidades según el impacto global de las carencias que padece la población y mide su intensidad espacial como porcentaje de la población que no participa del disfrute de bienes y servicios esenciales para el desarrollo de sus capacidades básicas. La construcción del índice por municipio considera cuatro dimensiones estructurales de la marginación: falta de acceso a la educación, residencia en viviendas inadecuadas, percepción de ingresos monetarios insuficientes y residir en localidades pequeñas e identifica nueve formas de exclusión.

De acuerdo con el índice de marginación de 2010 el municipio de Calakmul, entre las áreas con mayor rezago están el nivel de ingresos ya que el 79.66% de la población ocupada recibe un ingreso de hasta 2 salarios mínimos, el 36.5% de la población de 15 años y más no cuenta con primaria completa y el 31.4% de las viviendas no cuentan con agua entubada.

Con respecto al municipio de Othón Blanco la marginación es baja, aunque en menor porcentaje, las áreas con mayor rezago son casi las mismas que en el municipio de Calakmul, ya que el 41.67% gana hasta dos salarios mínimos, el 19.65% de la población de 15 años y más no cuenta con primaria completa, la mayoría de las viviendas cuentan con servicios, pero el 42.19 % presenta cierto grado de hacinamiento.



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

**Tabla IV.56 Población total, indicadores socioeconómicos, índice y grado de marginación de los municipios de Calakmul y Othón P. Blanco.**

Concepto	Calakmul	Othón P. Blanco
Grado de marginación	Alto	Bajo
Población total (número de personas)	26,882	244,553
Población analfabeta de 15 años o más (%)	17.87	7.11
Población sin primaria completa de 15 años o más (%)	36.56	19.65
Ocupantes en viviendas sin drenaje ni servicio sanitario (%)	7.98	2.15
Ocupantes en viviendas sin energía eléctrica (%)	6.44	1.83
Ocupantes en viviendas sin agua entubada (%)	31.40	1.57
Viviendas con algún nivel de hacinamiento (%)	64.49	42.19
Ocupantes en viviendas con piso de tierra (%)	13.48	5.60
Población en localidades con menos de 5000 habitantes (%)	100.00	31.46
Población ocupada con ingreso de hasta 2 s.m (%)	79.66	41.67

Fuente: CONAPO. 2010. Índice de marginación municipal.

### **Aspectos económicos**

De acuerdo con el INEGI la Población Económicamente Activa (PEA) se refiere a todas las personas en edad de trabajar, o bien que contaban con una ocupación durante el periodo de referencia o no contaban con una, pero estaban buscando emplearse con acciones específicas. Al primer grupo se les denomina ocupados y el segundo corresponde a los abiertamente desempleados. La porción de la población en edad de trabajar que no se encuentra ocupada ni tampoco en situación de búsqueda se le denomina Población Económicamente Inactiva.

La población económicamente activa del municipio de Calakmul asciende a 8219 personas, de las cuáles el 98% corresponde a una población ocupada, mientras que en el municipio de Othón P Blanco la PEA es de 10,142 personas, el 97% corresponde a la población ocupada.



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

**Tabla IV.57 Distribución de la población por condición de actividad económica según sexo, 2010.**

Concepto	Calakmul			Othón P. Blanco		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
Población económicamente activa*	8219	7185	1034	101425	68956	32469
Población ocupada	8136	7112	1024	98766	66839	31927
Población desocupada	83	73	10	2659	2117	542
Población no económicamente activa**	10247	2199	8048	85929	23702	62227

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda, 2010 en <http://www.snim.rami.gob.mx/>

Notas: \* Personas de 12 años y más que trabajaron, tenían trabajo pero no trabajaron o buscaron trabajo en la semana de referencia. \*\*Personas de 12 años y más pensionadas o jubiladas, estudiantes, dedicadas a los quehaceres del hogar, que tenían alguna limitación física o mental permanente que le impide trabajar.

### **Actividades económicas**

En el municipio de Calakmul, los principales cultivos son el maíz y el chile jalapeño, también es importante la producción de naranja, plátano y limón. La ganadería es limitada, se desarrolla en la zona sureste y norte del municipio, destaca la ganadería de bovinos, porcinos y ovinos.

La explotación de los recursos forestales, representa una importante fuente de ingresos para la población. Los aprovechamientos forestales maderables, entre las especies que se aprovechan están el guayacán, el cedro y la caoba, entre los recursos no maderables se explota el látex del chicozapote (chicle), la palma xiat y la pimienta.

Es una actividad económica de gran tradición, el municipio ocupa el cuarto lugar en la producción de miel en el Estado de Campeche. En los últimos años ha habido un auge en la producción de miel orgánica.

Calakmul se encuentra incluido dentro del proyecto turístico Mundo Maya. El turismo se basa en las zonas arqueológicas de la cultura maya, que existen en el municipio de Calakmul. Dentro de la zona arqueológica podemos mencionar lugares como: Becán,



---

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Calakmul, Río Bec, Hormiguero, El Ramonal, Chicanná, La Muñeca, entre otros. La Reserva de la Biosfera de Calakmul, declarada patrimonio de la humanidad también es un punto turístico importante.

En el municipio de Calakmul existe el comercio al menudeo con una oferta restringida concentrada en la cabecera municipal de Xpujil por lo que la Ciudad de Escárcega o Chetumal son los principales puntos de abastecimiento de la población.

El municipio de Othón P Blanco la principal actividad económica es el turismo, cuenta con varios sitios arqueológicos, entre los más destacados están: Kohunlich (que cuenta con aeropista), Dzibanché y Kinichná y también Oxtankah.

En la llamada Costa Maya se desarrolla turismo de playa, entre los puntos turísticos importantes están Xcalak y Mahahual donde es posible practicar la pesca deportiva y el buceo en Banco Chinchorro que ahora forma parte del llamado Arrecife Mesoamericano.

la Laguna de Bacalar también llamada de los 7 colores por las diferentes tonalidades de azul que reflejan sus aguas, ésta se encuentra ubicada a 30 minutos de la capital y cuenta con un bellissimo cenote llamado "Cenote Azul" que tiene una profundidad aproximada de 90 metros.

Otro de los atractivos de la capital es la propia Bahía de Chetumal; el canal que divide a nuestro país de Belice que se denomina Bacalar Chico y los esteros de pargo. Existen además grandes extensiones de selva muy conservada y numerosos balnearios a lo largo de la ribera del Río Hondo.

#### **IV.3.4 Paisaje**

El concepto de paisaje tiene varias maneras de ser concebido y también de abordar su análisis. De manera general se puede afirmar que el estudio del paisaje se puede enfocar desde dos aproximaciones el paisaje total y el paisaje visual.

En la primera en lo que concierne al paisaje total el interés se centra en el estudio del paisaje como indicador o fuente de información sintética del territorio, en donde el paisaje es un conjunto de fenómenos naturales y culturales referidos a un territorio. Dicho conjunto



---

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

posee una estructura ordenada no reductible a la suma de sus partes, sino que constituye un sistema de relaciones en el que los procesos se encadenan.

En la segunda aproximación referente al paisaje visual la atención se dirige hacia lo que el observador es capaz de percibir en ese territorio, el paisaje como expresión espacial y visual del medio. Se contempla o analiza aquello que el hombre ve, que son los aspectos visibles de la realidad.

Para evaluar la calidad del paisaje existe la dificultad de ser un componente básicamente subjetivo, pero destacan tres criterios básicos: la visibilidad, la calidad paisajística y la fragilidad visual, los cuales se definen a continuación:

- La visibilidad: se entiende como el espacio del territorio que puede apreciarse desde un punto o zona determinada.
- La calidad paisajística: incluye tres elementos de percepción: las características intrínsecas del sitio, la calidad visual del entorno inmediato y la calidad del fondo escénico.
- La fragilidad del paisaje: es la capacidad del mismo para absorber los cambios que se produzcan en él. La fragilidad está conceptualmente unida a los atributos anteriormente descritos. Los factores que la integran se pueden clasificar en biofísicos (suelos, estructura y diversidad de la vegetación, contraste cromático) y morfológicos (tamaño y forma de la cuenca visual, altura relativa, puntos y zonas singulares).

Además se consideraron otros dos criterios:

- Frecuencia de la presencia humana: no es lo mismo un paisaje prácticamente sin observadores que uno muy frecuentado, ya que la población afectada es superior en el segundo caso.
- Singularidades paisajísticas: o elementos sobresalientes de carácter natural o artificial.

La evaluación de cada uno de los criterios se presenta en la siguiente tabla:





MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

**Tabla IV.58 Evaluación del paisaje del SAR.**

criterio	Calificación	Sustento
Visibilidad	Baja a Moderada	El SAR se caracteriza por ubicarse predominantemente en una llanura con algunas elevaciones y una cobertura vegetal que tiene alturas máximas que van de 18 a 25 mpor lo que la visibilidad es baja. En las áreas planas y con sabana tular o con zonas agropecuarias la visibilidad es moderada.
Calidad paisajísticas	Baja a Moderada	La calidad del paisaje en el SAR ha disminuido por la eliminación de la cobertura vegetal para el desarrollo de las actividades agropecuarias. Los tramos con mejor calidad debido a la mejor conservación de las selvas se encuentran en los tramos 4 y 5 que se observan en la Tabla IV.59.
Fragilidad	Baja a Moderada	El SAR tiene una capacidad moderada para absorber los cambios en las áreas con selvas, sin embargo, en las áreas con sabana, tular y agropecuarias la capacidad es baja.
Frecuencia de la presencia humana	Moderada	En el SAR existen 97 localidades con una población total de 18,702 personas, además la carretera Chetumal-Escarcega que atraviesa el SAR es muy transitada.
Singularidades paisajísticas	Moderada	La presencia de áreas inundadas, cuerpos de agua y arroyos son una singularidad paisajística.

En la siguiente tabla se hace una breve descripción del paisaje con fotografías por cada 10 km a lo largo de la línea de transmisión iniciando de Xul Ha a Xpujil.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Tabla IV.59 Vistas generales del paisaje la secuencia va de Xul Ha a Xpujil.

Tramo	Ubicación	Descripción del área	Fotos
1	Alrededor de la subestación Xul Ha	<p>Esta área está dominada por parches de vegetación perturbada de selva mediana subperennifolia y parcelas con cultivos frutícolas.</p> <p>Entre las especies dominantes están: <i>Muntingia calabura</i>, <i>Cecropia peltata</i>, <i>Lysiloma latisiliquum</i>, <i>Guazuma ulmifolia</i>, <i>Leucaena leucocephala</i>, <i>Simarouba glauca</i></p>	
2	Km 10, de Xul Ha a Xpujil. Carretera Chetumal-Escárcega.	<p>En este punto se encuentran muy pocos parches de vegetación perturbada de selva mediana subperennifolia y está dominado por parcelas frutícolas y plantaciones de caña de azúcar.</p> <p><i>Lysiloma latisiliquum</i>, <i>Cordia dodecandra</i>, <i>Bursera simaruba</i>, <i>Vachellia farnesiana</i>, <i>Piscidia piscipula</i>.</p>	

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Tramo	Ubicación	Descripción del área	Fotos
3	Km 20, de Xul ha a Xpujil. Carretera Chetumal-Escárcega.	<p>Algunos parches de vegetación perturbada de selva baja subperennifolia a la orilla de la carretera y grandes extensiones de plantaciones de caña de azúcar.</p> <p>Entre las especies dominantes están <i>Terminalia buceras</i>, <i>Chrysophyllum cainito</i>, <i>Dalbergia glabra</i>, <i>Croton reflexifolius</i>, <i>Mimosa bahamensis</i></p>	
4	Km 30, de Xul ha a Xpujil. Carretera Chetumal-Escárcega.	<p>Parches de vegetación de selva baja subperennifolia que cubren la mayor parte del este tramo, también se registra una zona de tular, existe un pequeño rancho.</p> <p>Entre las especies dominantes están: <i>Cameraria latifolia</i>, <i>Mimosa bahamensis</i>, <i>Croton reflexifolius</i>, <i>Bursera simaruba</i>, <i>Cecropia peltata</i>, <i>Lysiloma latisiliquum</i>, <i>Crescentia cujete</i>.</p>	





MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Tramo	Ubicación	Descripción del área	Fotos
5	Km 40, de Xul ha a Xpujil. Carretera Chetumal-Escárcega.	<p>Parches grandes de vegetación perturbada de selva mediana subperennifolia, pero en grado avanzado de regeneración.</p> <p><i>Lysiloma latisiliquum</i>, <i>Metopium brownei</i>, <i>Bursera simaruba</i>, <i>Chrysophyllum cainito</i>, <i>Simarouba glauca</i>, <i>Coccoloba cozumelensis</i>, <i>Mimosa bahamensis</i>, <i>Cecropia peltata</i>, <i>Sabal yapa</i>, <i>Semialarium mexicanum</i>.</p>	
6	Km 50, de Xul ha a Xpujil. Carretera Chetumal-Escárcega.	<p>Parches pequeños de vegetación perturbada de selva mediana subperennifolia en grado inicial de regeneración.</p> <p><i>Cecropia peltata</i>, <i>Sabal yapa</i>, <i>Lysiloma latisiliquum</i>, <i>Hamelia patens</i>, <i>Leucaena leucocephala</i>, <i>Guettarda combsii</i>, <i>Pteridium aquilinum</i>,</p>	





MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Tramo	Ubicación	Descripción del área	Fotos
7	Km 60, de Xul ha a Xpujil. Carretera Chetumal-Escárcega.	<p>Parches pequeños de vegetación perturbada de selva baja subperennifolia en grado inicial de regeneración y pastizales cultivados</p> <p><i>Croton reflexifolius</i>, <i>Mimosa bahamensis</i>, <i>Bursera simaruba</i>, <i>Lysiloma latisiliquum</i>, <i>Pteridium aquilinum</i>, <i>Vitex gaumeri</i>, <i>Byrsonima bucidaefolia</i>.</p>	
8	Km 70, de Xul ha a Xpujil. Carretera Chetumal-Escárcega.	<p>Pastizales artificiales con parches aislados tanto de selva mediana como de selva baja subperennifolia.</p> <p><i>Muntingia calabura</i>, <i>Terminalia buceras</i>, <i>Bursera simaruba</i>, <i>Lysiloma latisiliquum</i>, <i>Metopium brownei</i>, <i>Alvaradoa amorphoides</i>, <i>Croton arboreus</i>, <i>Cascabela gaumeri</i>.</p>	





MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Tramo	Ubicación	Descripción del área	Fotos
9	Km 80, de Xul ha a Xpujil. Carretera Chetumal-Escárcega.	<p>Potreros con vegetación arbustiva perturbada de selva baja subperennifolia y algunos árboles aislados.</p> <p><i>Terminalia buceras, Croton reflexifolius, Lysiloma latisiliquum, Cecropia peltata, Gymnopodium floribundum, Sabal yapa, Pithecellobium lanceolatum.</i></p>	
10	Km 90, de Xul ha a Xpujil. Carretera Chetumal-Escárcega.	<p>Parches pequeños de vegetación perturbada en grado inicial de regeneración de selva mediana subperennifolia y potreros, alrededor del poblado "El Porvenir".</p> <p><i>Chrysophyllum cainito, Piscidia piscipula, Vitex gaumeri, Tabebuia rosea, Mimosa bahamensis, Havardia albicans, Alvaradoa amorphoides, Senegalia gaumeri.</i></p>	



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Tramo	Ubicación	Descripción del área	Fotos
11	Km 100, de Xul ha a Xpujil. Carretera Chetumal-Escárcega.	<p>Parches pequeños de vegetación perturbada en grado inicial de regeneración de selva mediana subperennifolia a la orilla de la carretera y potreros.</p> <p><i>Lysiloma latisiliquum</i>, <i>Cecropia peltata</i>, <i>Bursera simaruba</i>, <i>Havardia albicans</i>, <i>Ricinus communis</i>, <i>Piscidia piscipula</i>.</p>	
12	Alrededor de la subestación Xpujil	<p>Parches grandes de vegetación de selva mediana subperennifolia perturbada, pero en grado avanzado de regeneración y parches pequeños de selva baja subperennifolia.</p> <p><i>Croton arboreus</i>, <i>Thouinia paucidentata</i></p>	



#### IV.4 DIAGNOSTICO AMBIENTAL

Para determinar el diagnóstico del SAR, se elaboró una lista de indicadores ambientales para cada uno de los componentes del medio abiótico, biótico y socioeconómico.

De acuerdo con la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE), un indicador ambiental es un parámetro o valor derivado de parámetros que proporciona información para describir el estado de un fenómeno, ambiente o área con un significado que va más allá del directamente asociado con el valor del parámetro en sí mismo (SEMARNAT, 2005, Indicadores Básicos del Desempeño Ambiental de México). Los indicadores de impacto deben cumplir, al menos, los siguientes requisitos:

- Relevantes: la información que aporta es significativa sobre la magnitud e importancia del impacto
- Fiables: representativos del impacto que se quiere medir
- Exclusivos: es decir que en su valor intervenga principalmente el impacto a medir y no otros factores
- Realizables: identificables y cuantificables (aunque el hecho de cuantificarlo todo no debe obsesionarnos, puesto que siempre se puede acudir a categoría semicuantitativas o a medidas cualitativas).

En la siguiente tabla se hace un diagnóstico para cada uno de los componentes ambientales del medio abiótico, biótico y socioeconómico que conforman el SAR.





MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

**Tabla IV.60 Evaluación del paisaje del SAR.**

Componente ambiental	Indicador	Escenario actual
<b>Medio abiótico</b>		
Clima	Modificación del microclima	En el SAR se ha disminuido la cobertura vegetal para el desarrollo de las actividades agropecuarias en estas áreas desmontadas, se ha modificado el microclima debido al incremento de la temperatura por mayor insolación.
Calidad del aire	Presencia o ausencia de fuentes de emisiones a la atmósfera	<p>No existen datos sobre la calidad del aire de la región, sin embargo se puede suponer que no existen problemas de contaminación atmosférica, debido a que las fuentes de emisión son prácticamente nulas, ya que no existen desarrollos industriales que puedan generar contaminantes; la ausencia de barreras físicas (macizos o cadenas montañosas) que dificulten su dispersión; y a que los vientos que soplan todo el año no permiten la acumulación de contaminantes.</p> <p>Los incendios forestales son las principales fuentes de emisión de contaminantes. La temporada de incendios, fuertemente vinculada con la de sequía, se establece a partir de enero, llegando a su máximo en abril y mayo.</p>
Ruidos y vibraciones	Presencia o ausencia de fuentes de emisiones de ruido	La principal fuente de ruido en el SAR es el tránsito de los vehículos sobre la carretera Chetumal –Escárcega.
Geomorfología	Superficie afectada en m <sup>2</sup>	El SAR se localiza al oriente de la Península de Yucatán, constituida por roca caliza de origen sedimentario marino que conforma una superficie predominantemente plana, la LT. Xpujil - Xul Ha atraviesa llanuras de planas, onduladas y colinosas. El nivel diferencial del terreno es mínimo (1% en general), pero existen micro relieves de origen cárstico, hoyos, hendiduras, agujeros y cavidades y algunas elevaciones. No se observaron bancos de materiales en el SAR u otras afectaciones al relieve.
Suelo	Presencia o ausencia de degradación del suelo	En el SAR y Área del Proyecto predomina la degradación química por declinación de la fertilidad y la reducción de la materia orgánica. En el municipio de Calakmul la causa principal de este tipo de degradación es por la deforestación y la pérdida de vegetación mientras que en el municipio de Othón Blanco es debido a la agricultura. Existe un área ubicada al este de la



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Componente ambiental	Indicador	Escenario actual
		<p>localidad de Nicolás Bravo donde se presenta la degradación física por compactación cuya causa es el sobrepastoreo.</p> <p>La erosión hídrica que potencialmente pudiera presentarse es ligera debido a que la mayor parte del SAR carece de pendientes pronunciadas</p>
Hidrología superficial	Presencia o ausencia de contaminación del agua	<p>La elevada precipitación pluvial, aunada a la gran capacidad de infiltración del terreno y la reducida pendiente topográfica, favorece la renovación del agua subterránea de la península, por lo que prácticamente toda el área funciona como zona de recarga propiciando que los escurrimientos superficiales sean escasos o de muy corto recorrido. En el SAR destaca la presencia del Arroyo Sorpresa y el Arroyo Ucum. Existen además varias lagunas y zonas inundables entre las que destaca la laguna Xul Ha.</p> <p>No existen registro de datos de calidad del agua para los cuerpos de agua que se ubican dentro del SAR, es de suponerse que la calidad del agua es buena debido a que no se observaron descargas de aguas residuales. Es probable que se contaminen durante la época de lluvias por los escurrimientos que arrastran los agroquímicos que son utilizados en las zonas agropecuarias.</p>
Hidrología subterránea	Estado actual del acuífero (sobreexplotado o subexplotado)	El SAR se encuentra en la Unidad Regional denominada "Acuífero Península de Yucatán y en la subunidad Xpujil, ambos acuíferos tienen disponibilidad de agua subterránea por lo que no están sobreexplotados.
<b>Medio biótico</b>		
Vegetación	Proporción de vegetación natural/superficie total del sistema ambiental y del Área del Proyecto	<p>En el SAR se reconocen dos tipos de vegetación para la zona de influencia del proyecto: selva mediana subperennifolia, caracterizada por árboles dominantes que alcanzan un poco más de 20 m de altura, sin embargo, la mayoría de los organismos (84.5%) miden menos de 10 m de altura; y selva baja subperennifolia, en donde también se registraron algunos organismos que miden más de 20 m de altura, los cuales pertenecen a elementos característicos de las selvas medianas adyacentes, que se mezclan con los elementos de las selvas bajas. En este segundo tipo de vegetación la mayoría de las plantas (96.5%) miden menos de 10 m de altura. También existen en el área de influencia asociaciones vegetales: sabanas y tulares, que ocupan áreas más pequeñas con inundación estacional, dominadas por especies de</p>





MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Componente ambiental	Indicador	Escenario actual
		<p>herbáceas anuales. Conforme a las características observadas en campo la vegetación presenta un grado de perturbación importante.</p> <p>De acuerdo con el plano de usos del suelo de INEGI Serie V, en el SAR predomina la cobertura con selva (mediana y baja subperennifolia) que en conjunto abarcan una superficie de 31171.74 has que representan el 58.52% de la superficie del SAR, los sistemas agropecuarios cubren un área importante, 20477.3 has y en conjunto representan el 38.05%.</p> <p>En el Área del Proyecto el 54.23 % corresponde a ecosistemas naturales, el 42.27% zonas agropecuarias y el 3.50 % a zonas artificiales.</p>
	No de especies	<p>En la selva mediana subperennifolia se determinaron 58 familias, 156 géneros y 187 especies. La familia con mayor riqueza de especies fue Fabaceae con 22 especies, seguida de Rubiaceae con 13 especies, Malvaceae y Sapindaceae con 8 especies, Apocynaceae, Polygonaceae y Sapotacea con 7 especies, Arecaceae, Euphorbiaceae y Myrtaceae con 6 especies cada una. Las familias restantes tuvieron 5 especies o menos.</p> <p>En la selva baja subperennifolia se determinaron 43 familias, 100 géneros y 127 especies. La familia con mayor riqueza de especies fue Orchidaceae con 24 especies, seguida de Bromeliaceae y Fabaceae con 13 especies, Rubiaceae con 7 especies. Las familias restantes tuvieron 6 especies o menos.</p>
	Presencia/ausencia de especies indicadoras de conservación	Se registraron 5 especies catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, <i>Cryosophila stauracantha</i> , <i>Astronium graveolens</i> , <i>Cedrela odorata</i> , <i>Vanilla planifolia</i> y <i>Zamia prasina</i> . Con respecto al estatus se tienen tres están en la categoría de amenazadas y 2 en estatus de protección especial.
Fauna	No de especies	Se verificó la presencia de 209 especies (10 anfibios, 18 reptiles, 151 aves y 31 mamíferos) que corresponden al 39% de las potencialmente distribuidas en el SAR de la L.T. Xpujil-Xulha, y a un 24.1% para la Provincia Biótica de la Península de Yucatán.
	Presencia/ausencia de especies indicadoras de conservación	Durante el muestreo se registraron y verificaron 33 especies de fauna que aparecen en la NOM-059-SEMARNAT-2010, de las cuáles son: un anfibio ( <i>Lithobates brownorum</i> ), cinco reptiles ( <i>Crocodylus moreletii</i> , <i>Imantodes cenchoa</i> , <i>Imantodes tenuissimus</i> , <i>Leptophis mexicanus</i> , <i>Coleonyx elegans</i> ) veinte aves ( <i>Tinamus mayor</i> , <i>Accipiter bicolor</i> , <i>Geranospiza</i>



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Componente ambiental	Indicador	Escenario actual
		<p><i>caerulescens, Aramus guarauna, Ramphastos sulfuratus, Amazona xantholora*, Crypturellus cinnamomeus, Agamia agamí, Campephilus guatemalensis, Micrastur ruficollis, Aratinga nana, Amazona albifrons, Dendrocincla anabatina, Platyrinchus cancrominus, Vireo pallens, Hylophilus ochraceiceps, Polioptila plúmbea, Eucometis penicillata, Onychorhynchus coronatus, Sarcoramphus papa</i>) y siete mamíferos (<i>Oryzomys couesi, Lophostoma evotis, Potos flavus, Ateles geoffroyi, Alouatta pigra, Panthera onca y Tapirus bairdii</i>) Con respecto al estatus se tienen seis están en peligro de extinción, diez en la categoría de amenazadas y 17 en protección especial.</p>
<b>Medio socioeconómico</b>		
Paisaje	Calidad del paisaje	<p>La calidad del paisaje en el SAR ha disminuido por la eliminación de la cobertura vegetal para el desarrollo de las actividades agropecuarias. Los tramos con mejor calidad debido a la mejor conservación de las selvas se encuentran en los tramos 4 y 5 que se observan en la Tabla IV.59..</p>
Demografía	Tasa de crecimiento	<p>El municipio de Calakmul, registró en el 2010 una población total de 26,882 personas, que representaron el 3.27 % con respecto a la población total del Estado de Campeche. Se registraron 158 localidades y una densidad de población de 1.92 personas por km<sup>2</sup>.</p> <p>Con respecto al municipio de Othón P. Blanco, la población total en el 2010 fue de 244,553 personas que representó el 18.45% de la población del Estado de Quintana Roo. Existen 727 localidades y una densidad de 15.33 habitantes por km<sup>2</sup>.</p> <p>La tasa de crecimiento de ambos municipios fue baja en los últimos diez años, la población se incrementó aproximadamente en un 16%. La tasa de crecimiento en el municipio de Othón P blanco fue muy alta en el periodo de 1980 a 1990.y en el municipio de Calakmul la tasa de crecimiento más imponente se dio de 1995 al 2000.</p>
Índice de marginación	Muy Baja, Baja, Media, Alta y Muy Alta	<p>De acuerdo con el índice de marginación de 2010 el municipio de Calakmul, entre las áreas con mayor rezago están el nivel de ingresos ya que el 79.66% de la población ocupada recibe un ingreso de hasta 2 salarios mínimos, el 36.5% de la población de 15 años y más no cuenta con primaria completa y el 31.4% de las viviendas no cuentan con agua entubada.</p> <p>Con respecto al municipio de Othón Blanco la marginación es baja, aunque en menor</p>



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Componente ambiental	Indicador	Escenario actual
		porcentaje, las áreas con mayor rezago son casi las mismas que en el municipio de Calakmul, ya que el 41.67% gana hasta dos salarios mínimos, el 19.65% de la población de 15 años y más no cuenta con primaria completa, la mayoría de las viviendas cuentan con servicios, pero el 42.19 % presenta cierto grado de hacinamiento.
Actividades productivas	Superficie afectada en m2	Los sistemas agropecuarios cubren un área importante del SAR, 20,477.3 has y en conjunto representan el 38.05%.
Factores socioculturales	Presencia o ausencia de sitios con valor cultural o histórico	Existe un gran número de vestigios arqueológicos registrados por el Centro INAH Quintana Roo, debido a su cercanía con la carretera, potreros y zonas de cultivo. Encontrándose la más alta concentración de vestigios y sitios arqueológicos cerca de las poblaciones de Sergio Butrón Casas, Francisco Villa, Nicolás Bravo y Caobas



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE YUCATÁN  
CAMPUS DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS  
DEPARTAMENTO DE ECOLOGÍA



SUBDIRECCIÓN DE PROYECTOS Y CONSTRUCCIÓN  
COORDINACIÓN DE PROYECTOS DE TRANSMISIÓN Y TRANSFORMACIÓN  
GERENCIA DE CONSTRUCCIÓN  
RESIDENCIA REGIONAL DE CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE TRANSMISIÓN Y TRANSFORMACIÓN PENINSULAR

---

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

**V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTALREGIONAL ..... 1**

V.1 Identificación de impactos.....1

V.1.1 Descripción de la metodología .....1

V.2 Caracterización de los impactos .....8

V.2.1 Indicadores de impacto .....8

V.2.2 Lista indicativa e indicadores de impacto.....9

V.2.3 Identificación de las interacciones .....11

V.2.4 Construcción de la matriz de interacciones.....15

V.2.5 Descripción de las interacciones identificadas.....21

V.3 Valoración y descripción de los impactos ambientales identificados .....30

V.3.1 Modificación del microclima .....35

V.3.2 Disminución de la calidad del aire.....35

V.3.3 Incremento en los niveles de ruido .....36

V.3.3 Modificación del patrón de drenaje y zonas inundables.....36

V.3.4 Alteración de la calidad del agua .....36

V.3.6 Modificación de las características fisicoquímicas del suelo.....37

V.3.7 Disminución de la cobertura vegetal .....37

V.3.8 Abundancia de las especies vegetales .....38

V.3.9 Afectación a las especies vegetales en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010 .....42

V.3.10 Modificación del hábitat y afectación a la distribución y abundancia de la fauna silvestre. ....43

V.3.11 Afectación a las especies de fauna en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010.....46

V.3.12 Disminución de la calidad del paisaje .....50





MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

V.3.13 1 Incremento en la calidad de vida .....51  
 V.3.14 Mejoramiento y ampliación de la infraestructura eléctrica.....51  
 V.4 Impactos residuales .....51  
 V.5 Impactos acumulativos.....52  
 V.6 Conclusiones .....52

**TABLAS**

Tabla V.1 Escala considerada para la asignación de valores de los criterios básicos para la evaluación de los impactos identificados para el Proyecto..... 6  
 Tabla V.2 Indicadores de impacto ambiental..... 10  
 Tabla V.3 Actividades que se llevarán a cabo para la ejecución del Proyecto. .... 12  
 Tabla V.4 Componentes ambientales que potencialmente se podrían afectar por la ejecución del Proyecto. .... 14  
 Tabla V.5 Matriz de identificación de las interacciones entre las actividades del proceso constructivo del Proyecto y los factores del Medio Abiótico. .... 17  
 Tabla V.6 Matriz de identificación de las interacciones entre las actividades del proceso constructivo del Proyecto y los factores del Medio Biótico (vegetación: selva mediana subperennifolia, selva baja subperennifolia y sabana). .... 18  
 Tabla V.7 Matriz de Identificación de las interacciones entre las actividades del proceso constructivo del Proyecto y los factores del Medio Biótico (fauna). .... 19  
 Tabla V.8 Matriz de Identificación de las interacciones entre las actividades del proceso constructivo del Proyecto y los factores del Medio Socioeconómico. .... 20  
 Tabla V.9 Matriz de evaluación del Medio Abiótico ..... 31  
 Tabla V.10 Matriz de evaluación de las interacciones entre las actividades del proceso constructivo del Proyecto y los factores del Medio Biótico (vegetación: selva mediana subperennifolia y selva baja subperennifolia). .... 32



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Tabla V.11 Matriz de evaluación de las interacciones entre las actividades del proceso constructivo del Proyecto y los factores del Medio Biótico (fauna). ..... 33

Tabla V.12 Matriz de evaluación de las interacciones entre las actividades del proceso constructivo del Proyecto y los factores del Medio Socioeconómico. .... 34

Tabla V.14 Superficies de usos del suelo en el SAR y la afectación del Área del Proyecto. .... 38

Tabla V.14 Especies vegetales en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010. .... 43

Tabla V.15 Especies registradas que se encuentran en algún estatus según la NOM-059-SEMARNAT-2010. .... 49

**FIGURAS**

Figura V.1 Metodología aplicada ..... 2



## **V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL**

### **V.1 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS**

Existen numerosas técnicas para identificar e interpretar impactos ambientales, dentro de las cuales destacan las siguientes: lista de revisión, sobreposición de mapas, métodos ad hoc, diagramas conceptuales y matrices.

Las matrices son un sistema que se basa en identificar y calificar las acciones propuestas en el proyecto comparándolas con las condiciones actuales del ambiente natural y social. Esto se hace alimentando un cuadro de doble entrada en columnas y filas con información sobre las actividades del proyecto que pueden alterar el medio ambiente y atributos del sistema ambiental susceptibles de ser alterados. Esto relaciona acciones antropomórficas con impactos al medio ambiente. Tomando en cuenta la naturaleza, características e infraestructura puntual del proyecto, se consideró como la mejor alternativa metodológica el uso de matrices.

#### **V.1.1 Descripción de la metodología**

En la siguiente figura se muestra de forma sintética la metodología aplicada, posteriormente se hace una descripción detallada de la metodología.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

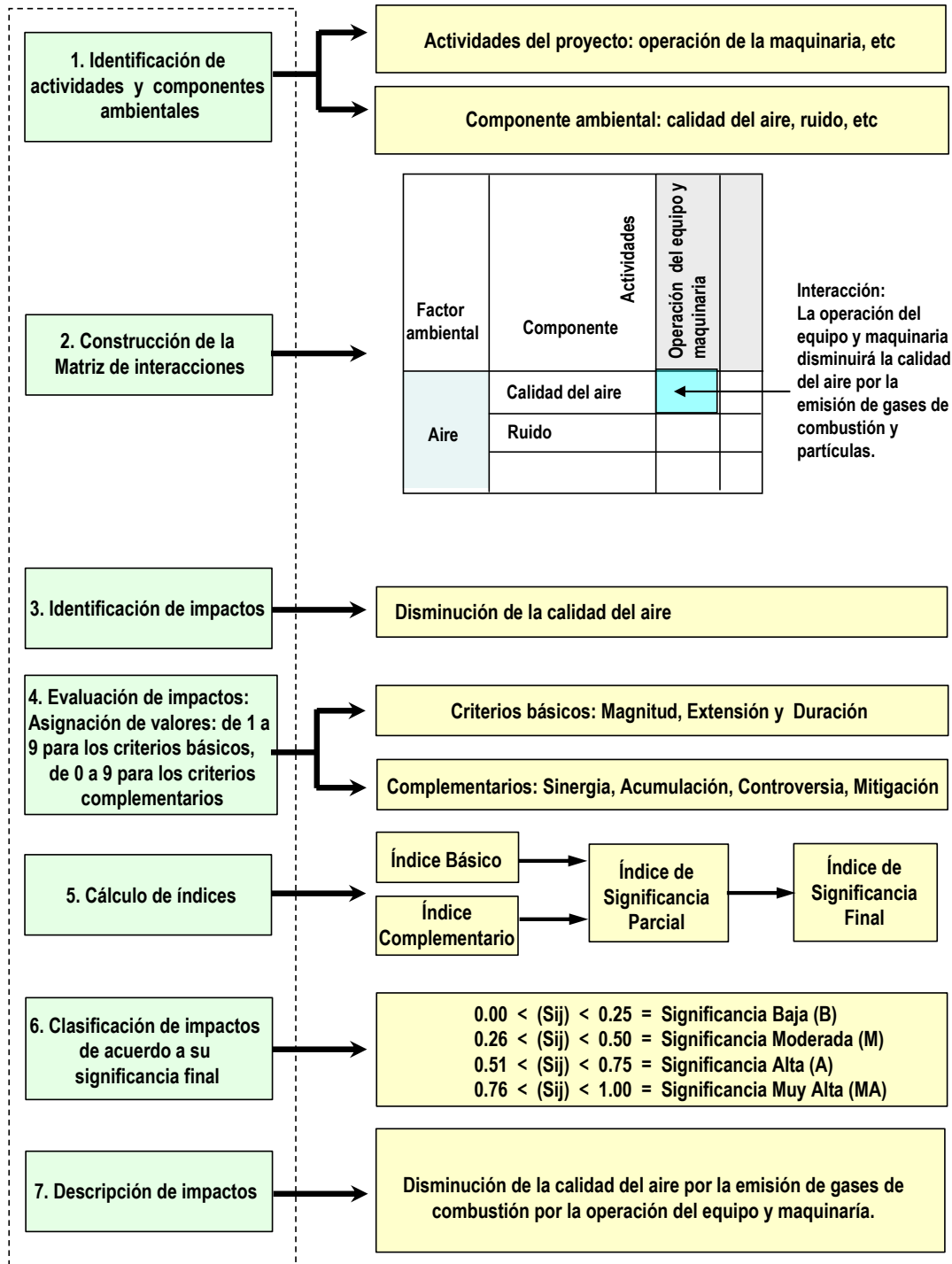


Figura V.1 Metodología aplicada



## ***Identificación de las interacciones***

En primer término se hace el listado de las actividades que contempla la ejecución del proyecto en todas sus etapas (preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento), posteriormente se hace el listado de los componentes ambientales (clima, suelo, geología, geomorfología, vegetación, fauna, etc), que pudieran ser afectados por alguna de las actividades del proyecto.

## ***Construcción de la matriz de interacciones***

Se construye la matriz de doble entrada en donde las columnas son las actividades del proyecto y se clasifican por etapa de ejecución. Los renglones estarán constituidos por los componentes ambientales y se agrupan por sistema (abiótico, biótico y socioeconómico).

Finalmente se identifican las interacciones entre actividades del proyecto y componentes ambientales del área de estudio y se obtiene una matriz de interacción.

## ***Identificación de impactos ambientales***

Una vez que se obtiene la matriz de interacciones se identifican los impactos ambientales que serán generados por las actividades durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento del proyecto.

## ***Evaluación de los impactos ambientales***

Se asume que cualquier impacto tiene, al menos, carácter, magnitud, extensión y duración, por lo que estos se consideran como criterios básicos y son indispensables para definir las características directas e inmediatas.

- Carácter: adverso o benéfico
- Magnitud: intensidad del impacto en el sistema ambiental, que se evalúa si el componente ambiental resulta muy afectado o perturbado, o sufre un gran daño por la implementación del proyecto, (lo que exige la superación de problemas técnicos de





gran envergadura y en consecuencia aumenta los costos y disminuye la eficiencia y factibilidad del proyecto); o el componente ambiental resulta relativamente perturbado, (esto origina dificultades técnicas pero no cuestiona la factibilidad técnica o económica del proyecto); o el componente resulta poco modificado por la implementación del proyecto, (causa pequeñas dificultades técnicas que no afectan en gran medida el presupuesto).

- Extensión: área de afectación del impacto con respecto al sistema ambiental. Este criterio se califica como local cuando el impacto afecta más allá del área afectada directamente por el proyecto y puntual, cuando el impacto solo afecta el área en donde se presenta el impacto y no llega a afectar al área de influencia.
- Duración: temporalidad del impacto. Puede ser temporal cuando el impacto benéfico o negativo se disipa con el tiempo, permanente cuando continua a través del tiempo.

Se consideran además cuatro criterios complementarios: sinergia, acumulación, controversia y mitigación. Se definen como aquellos que toman en cuenta las relaciones de orden superior entre impactos y pueden no existir.

- Sinergia: interacciones de orden mayor entre impactos
- Acumulación: presencia de efectos aditivos de los impactos
- Controversia: oposición de los sectores sociales a los proyectos
- Mitigación: existencia y eficiencia de medidas de mitigación

En la asignación de valores a cada uno de criterios se tomó en consideración la cantidad y calidad de información que soporte la predicción, la probabilidad de ocurrencia del impacto, la incertidumbre de la predicción y la relación entre el impacto y los estándares que puedan existir en normas ambientales.

A cada uno de los criterios básicos se les asignó un valor comprendido dentro del rango de 1 a 9, mientras que a los complementarios se les asigna un rango de 0 a 9 ya que pueden no existir. Estos valores corresponden a expresiones relacionadas con el efecto de



---

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

---

una actividad sobre el factor o componente ambiental.

En el caso de dos actividades que actúan sobre el mismo factor o componente ambiental y en la misma superficie, pero en diferente tiempo de ejecución, la evaluación del impacto se realizó en la actividad que se ejecuta en primer término. Lo anterior no aplica en el caso que la segunda actividad provoque un impacto significativamente mayor que el primero.

Cuando el equipo evaluador no llegó a conciliar el valor asignado a un criterio se asignó el máximo valor mencionado, con lo cual se disminuye la probabilidad de subestimar un impacto al considerar un impacto como significativo cuando falta evidencia de lo contrario.

La escala usada para asignar el valor a cada uno de los criterios (básicos y complementarios) fue la siguiente:

- |  |                       |
|--|-----------------------|
| 0 Nulo (sólo para criterios complementarios) | 5 Moderado            |
| 1 Nulo a Muy Bajo                            | 6 Moderado a Alto     |
| 2 Muy Bajo                                   | 7 Alto                |
| 3 Bajo                                       | 8 Muy Alto            |
| 4 Bajo a Moderado                            | 9 Extremadamente Alto |



**Tabla V.1 Escala considerada para la asignación de valores de los criterios básicos para la evaluación de los impactos identificados para el Proyecto.**

Escala		Criterio		
Nominal	Ordinal	Magnitud	Extensión	Duración
Alto	7-9	La afectación está entre el 65 y 100% de las existencias del Sistema Ambiental Regional del Proyecto.	La afectación se manifiesta más allá del Área del Proyecto, en el Sistema Ambiental Regional.	Cuando los efectos del impacto se manifiesten aún después de terminada la actividad que lo provocó.
Moderado	4-6	La afectación está entre el 30 y 65% de las existencias del Sistema Ambiental Regional.	La afectación se produce en el Área del Proyecto.	Cuando los efectos del impacto se manifiesten solamente durante el tiempo en que se realiza la actividad que lo provoca.
Bajo	1-3	La afectación es menor del 30% del Sistema Ambiental Regional.	La afectación sucede en forma puntual donde se realiza la actividad.	Cuando los efectos del impacto se manifiesten de manera intermitente durante el tiempo en que se realiza la actividad que lo provoca.

El valor que se asignó a los criterios complementarios está en función de las condiciones y actividades que se desarrollan en el Área del Proyecto, con las cuales pueden suscitarse relaciones de orden superior (por ejemplo: superficies desmontadas, generación de ruidos, etc.), así como por la existencia de una medida de compensación o mitigación.

**Cálculo de índices**

Asignados los valores de cada criterio se procedió a obtener la significancia parcial del impacto identificado, procediéndose a realizar el cálculo de dos índices:

- Índice Básico (MEDij) e
- Índice Complementario (SACij)

Para el cálculo del Índice Básico se utilizó la siguiente fórmula:

$$MED_{ij} = 1/27 * (M_{ij} + E_{ij} + D_{ij})$$



Dónde:

M = Magnitud

E = Extensión

D = Duración

\* 27 es el valor máximo que resulta de multiplicar el valor máximo (9) por la cantidad de criterios (3) considerados.

Para el cálculo del Índice Complementario se utilizó la siguiente fórmula:

$$SAC_{ij} = 1/27 (S_{ij} + A_{ij} + C_{ij})$$

Dónde:

S = Sinergia

A = Acumulación

C = Controversia

De la aplicación de las fórmulas antes presentadas se obtendrán los valores de los Índices Básico y Complementario, los cuales fluctúan en los siguientes rangos:

$$1 > (MED_{ij}) > 0.11(*)$$

(\*) Debido a que los criterios básicos no pueden ser evaluados como nulos.

$$> (SAC_{ij}) > 0$$

Usando los valores obtenidos para  $MED_{ij}$  y  $SAC_{ij}$ , se calcula la Significancia Parcial ( $I_{ij}$ ) del impacto identificado en cada interacción, el cual está dado por la combinación de ambos criterios mediante el uso de la siguiente fórmula:

$$(I_{ij}) = (MED_{ij})(1-SAC_{ij})$$



De acuerdo con la fórmula anterior en ausencia de los criterios complementarios el impacto queda definido únicamente por los criterios básicos, pero en el caso de estar presentes la importancia del impacto se incrementa.

La Significancia Final (Sij) del impacto identificado en cada interacción deberá de considerar las medidas de mitigación (Tij), esto se logra mediante la aplicación de la siguiente fórmula:

$$S_{ij} = I_{ij} (1 - 1/9 (T_{ij}))$$

Clasificación de los impactos ambientales de acuerdo al nivel de significancia.

Por último los valores de la Significancia Final (Sij) se agrupan en las siguientes clases de significancia:

- $0.00 < (S_{ij}) < 0.25 =$  Significancia Baja (B)
- $0.26 < (S_{ij}) < 0.50 =$  Significancia Moderada (M)
- $0.51 < (S_{ij}) < 0.75 =$  Significancia Alta (A)
- $0.76 < (S_{ij}) < 1.00 =$  Significancia Muy Alta (MA)

Clasificar los impactos en base a su nivel de significancia muy alta, alta, moderada y baja, facilita el balance de los impactos.

## V.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS

Una vez aplicada la metodología se hace una descripción de los impactos encontrados y se hace énfasis en los impactos que obtuvieron la significancia más alta.

### V.2.1 Indicadores de impacto

La definición formal de indicador es: “Relativo a indicar. Dar a entender o significar una cosa con indicios o señales. Señalar, advertir, manifestar, apuntar, mostrar”. En otras palabras la información clave que usamos para conocer algo de forma frecuentemente, tomar una decisión, es un indicador.





En el campo ambiental se han desarrollado indicadores para entender, describir y analizar distintos fenómenos como el clima, la pérdida de suelos y el riesgo de especies, entre muchos otros. De acuerdo a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) un indicador ambiental es un parámetro o valor derivado de parámetros que proporciona información para describir el estado de un fenómeno, ambiente o área, con un significado que va más allá del directamente asociado con el valor del parámetro en sí mismo. (SEMARNAT. 2005. Indicadores Básicos del Desempeño Ambiental de México).

Los indicadores de impacto deben cumplir, al menos, los siguientes requisitos:

- Representatividad: se refiere al grado de información que posee un indicador respecto al impacto global de la obra.
- Relevancia: la información que aporta es significativa sobre la magnitud e importancia del impacto.
- Excluyente: no existe una superposición entre los distintos indicadores.
- Cuantificable: medible siempre que sea posible en términos cuantitativos.
- Fácil identificación: definidos conceptualmente de modo claro y conciso.

### V.2.2 Lista indicativa e indicadores de impacto

A continuación se presenta la lista de los indicadores que serán utilizados para identificar y evaluar los impactos por componente ambiental.



**Tabla V.2 Indicadores de impacto ambiental.**

Componente ambiental	Indicador
<b>Medio abiótico</b>	
Clima	Variaciones en la temperatura y/o precipitación promedio.
Aire	Los indicadores de calidad del aire son: gases de combustión, polvo y NOx (ppm o $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) o presencia de fuentes de contaminación.
	Los indicadores de calidad acústica: niveles de ruido en decibeles dB(A). No deberá sobrepasar el límite de 65 dB (A) establecido en la NOM-081-SEMARNAT-1994. Presencia de fuentes de emisión de ruidos.
Relieve	Superficie afectada en $\text{m}^2$ y/ o presencia de actividades que afecten el relieve como por ejemplo bancos de materiales, áreas con rellenos, etc.
Hidrología superficial	Número de cuerpos de agua o corrientes afectadas y/o presencia de fuentes de contaminación.
Suelo	Modificación de las características fisicoquímicas del suelo como por ejemplo superficie afectada en $\text{m}^2$ o presencia de áreas con problemas de erosión u otros aspectos de la degradación del suelo.y/o presencia de fuentes de contaminación.
<b>Medio biótico</b>	
Vegetación	Superficie por tipos de vegetación en $\text{m}^2$ o has y su proporción con respecto a la superficie total del SAR.
	Densidad de individuos por especie
	No. de especies en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010 u otras especies prioritarias para la conservación.
Fauna	Superficie de hábitat natural con respecto a la superficie total del SAR.
	Número de especies en estatus según la NOM-059-SEMARNAT-2010 u otras especies prioritarias para la conservación.
<b>Medio socioeconómico</b>	
Paisaje	Disminución de la calidad del paisaje.
Población	Incremento de la población (%) por migración.
	Variación en la calidad de vida
Economía local	Superficie afectada de áreas dedicadas a las actividades agropecuarias.
	Incremento en la demanda de servicios
Infraestructura	Fortalecimiento de la infraestructura eléctrica.



### V.2.3 Identificación de las interacciones

Se realizó un listado tanto de las actividades del proyecto como de los factores ambientales que pudieran ser afectados. Para la identificación de las actividades de los proyectos que pudieran tener un impacto directo o indirecto sobre el ambiente, se consideraron los siguientes aspectos:

- Acciones que implican emisión de contaminantes
- Acciones que actúan sobre el medio biótico
- Acciones que implican un deterioro del paisaje
- Acciones que repercuten sobre la infraestructura
- Acciones que modifican el entorno social, económico y cultural

Para las acciones a realizar en la ejecución del proyecto se consideraron las tres etapas:

- Etapa de preparación del sitio
- Etapa de construcción
- Etapa de operación y mantenimiento

No se contempla abandono del sitio del Proyecto ya que se considera una obra de carácter permanente con el mantenimiento adecuado.

Algunas de las actividades identificadas forman parte de una actividad general, tal es el caso de la contratación de personal y el desmonte a matarrasa, las cuales son parte integral de la apertura de la brecha de maniobra y patrullaje, sin embargo se colocan por separado, ya que los principales impactos directos o indirectos que generan actúan en diferentes componentes del entorno, por otra parte, considerar actividades repetitivas (por ejemplo: la contratación de personal es necesaria para cada actividad del proceso constructivo, mientras que el desmonte a matarrasa es efectuado en la apertura de brecha de maniobra y patrullaje, habilitación de áreas para hincado y armado de estructuras y la habilitación de plataformas de tendido y tensionado de cables de guarda y conductor)



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

como parte del impacto de cada una de las actividades en donde se requiere, diluye su valor de importancia durante la evaluación del impacto ocasionado.

De igual manera, se consideró como una actividad independiente el uso de maquinaria pesada, ya que tiene interacciones específicas y exclusivas con algunos componentes ambientales como son la calidad del aire y el ruido.

Aun cuando la instalación de talleres y almacenes, la adquisición y transporte de materiales e insumos, la rehabilitación y mantenimiento de los caminos de acceso existentes son actividades complementarias que no se desarrollarán en el derecho de vía del proyecto y para su instalación se utilizará la infraestructura que exista en las localidades cercanas al proyecto, se identificó su presencia debido a que, al igual que las actividades descritas anteriormente, se identificaron con interacciones específicas con el entorno.

A continuación se presenta el listado y descripción de las actividades que cada una de las etapas que se llevarán a cabo para la construcción y operación del Proyecto.

**Tabla V.3 Actividades que se llevarán a cabo para la ejecución del Proyecto.**

Etapas		Actividades
Preparación del sitio		1. Contratos de servidumbre de paso
		2. Contratación del personal
		3. Rehabilitación de caminos de acceso
		4. Levantamiento topográfico
		5. Desmonte a matarrasa (actividad repetitiva en: apertura de brecha de maniobra y patrullaje, habilitación de áreas para hincado y armado de estructuras y la habilitación de plataformas de tendido y tensionado de cables de guarda y conductor)
		6. Tala y poda selectiva
		7. Contratación de personal
Construcción	Obra civil	8. Instalación de talleres y almacenes (actividad complementaria)
		9. Uso de maquinaria pesada
		10. Adquisición y transporte de insumos y materiales (actividad complementaria)
		11. Excavaciones, barrenación y anclaje (incluye el pilotaje en zona inundable)



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Etapa		Actividades
Obra electromecánica		12. Colado de cimentaciones
		13. Relleno y compactado de cimentaciones
		14. Armado y montaje de estructuras
		15. Vestido de estructuras
		16. Tendido de cables de guarda y conductor
		17. Instalación de sistema de tierras
		18. Pruebas y puesta en servicio
Operación y mantenimiento		19. Mantenimiento del derecho de vía
		20. Mantenimiento de caminos de acceso
		21. Mantenimiento de estructuras y cables
		22 Operación de la línea de transmisión

Además se realizó la identificación los componentes ambientales que serán modificados de forma positiva o negativa por las acciones del proyecto, en sus sucesivas fases (preparación del sitio, construcción y operación).

Los componentes ambientales son representativos del entorno afectado, relevantes, excluyentes (que no sean redundantes), de fácil identificación y cuantificación en la medida de lo posible se agruparon en tres: sistema abiótico, biótico y socioeconómico. No se consideró la hidrología subterránea debido a que la ejecución del Proyecto no afectará en ningún sentido a este componente ambiental ya que no habrá extracción que pudiera afectar el volumen o disminución de las áreas de infiltración ya que todas las áreas consideradas en el Proyecto permitirán la filtración del agua.

Para los tipos de vegetación (selva baja y mediana subperennifolia), los factores que pudieran ser afectados son:

- Cobertura: se refiere a la superficie ocupada por el tipo de vegetación
- Abundancia: número de individuos por especie
- Especies en estatus: especies consideradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010





MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Cabe destacar que no se consideró en la evaluación de impacto ambiental el tular debido a que el Proyecto no generará ningún impacto sobre esta asociación vegetal, si se consideró a la sabana porque aunque su distribución es muy limitada la trayectoria del proyecto contempla atravesar esta asociación en un tramo de 348 m, razón por la cual fue considerada en los componentes que se verán afectados por el proyecto. Los factores considerados para esta asociación vegetal fueron la distribución y abundancia de las especies y la cobertura, no se incluyeron la especies en estatus de conservación debido a que no hubo ningún registro de estas durante los trabajos de campo realizados.

Para cada grupo de fauna (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) se evaluó la distribución, abundancia y especies en estatus. Se incluyó el hábitat en general para todos los grupos de vertebrados.

A continuación se describen las afectaciones potenciales a estos componentes.

**Tabla V.4 Componentes ambientales que potencialmente se podrían afectar por la ejecución del Proyecto.**

Componente ambiental	Afectación potencial
Sistema abiótico	
Clima	1. Modificación del microclima por variaciones de precipitación y temperatura.
Aire	2. Alteración de la calidad del aire por la emisión de gases de combustión y por polvos.
	3. Generación de ruido en dB (A) en las áreas de trabajo y hacia las áreas colindantes.
Relieve	4. Cambios en el relieve por cortes, rellenos.
Suelo	5. Características físicas (condiciones en la estructura del suelo (por ejemplo compactación, erosión) y químicas (contaminación del suelo).
Hidrología superficial	6. Modificación del patrón de escurrimiento y áreas inundables.
	7. Modificación de la calidad del agua.
Sistema biótico	
Selva mediana subperennifolia	8. Disminución de la cobertura.
	9. Modificación de la abundancia y distribución de las especies.
	10. Afectación a especies en estatus de conservación.



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Componente ambiental	Afectación potencial
Selva baja subperennifolia	11. Disminución de la cobertura.
	12. Modificación de la abundancia y distribución de las especies.
	13. Afectación a especies en estatus de conservación.
Sabana	14. Disminución de la cobertura.
	15. Modificación de la abundancia y distribución de las especies.
Fauna	16. Modificación del hábitat de las especies.
	17. Modificación de la abundancia y distribución de las especies de anfibios.
	18. Modificación de la abundancia y distribución de las especies de reptiles.
	19. Modificación de la abundancia y distribución de las especies de aves.
	20. Modificación de la abundancia y distribución de las especies de mamíferos.
	21. Afectación de especies en estatus de conservación.
<b>Sistema socioeconómico</b>	
Paisaje	22. Disminución de la calidad paisajística.
Población	23. Incremento de la población por migración.
	24. Variación en la calidad de vida de la población gracias a la generación de fuentes de empleo.
Economía local	25. Afectación a las actividades agropecuarias.
	26. Incremento en la demanda de servicios
	27. Fortalecimiento de la infraestructura eléctrica.

### V.2.4 Construcción de la matriz de interacciones

Para la construcción y operación del Proyecto L.T. Xpujil - Xul Ha, se identificaron 22 actividades (ver Tabla V.3) agrupadas en tres etapas, preparación del sitio, construcción y operación, que potencialmente pueden afectar a los 27 componentes ambientales identificados (Ver Tabla V.4).

Como se puede apreciar en las Tablas V.5-8, se realizó además la identificación de los factores ambientales con la finalidad de detectar aquellos aspectos del medio físico, biótico y socioeconómico que serían modificados de forma positiva o negativa por las actividades del proyecto en sus diferentes fases (preparación del sitio, construcción y



---

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

operación). En total se identificaron un total de 27 componentes ambientales, distribuidos de la siguiente forma: 7 del sistema abiótico, 14 para el medio biótico y 6 del medio socioeconómico.

A continuación se presenta la matriz de interacciones entre las actividades que contemplan para la ejecución del Proyecto y los componentes ambientales.



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

**Tabla V.5 Matriz de identificación de las interacciones entre las actividades del proceso constructivo del Proyecto y los factores del Medio Abiótico.**

			ETAPA																				
			Preparación del sitio						Construcción								Operación y mantenimiento						
									Obra civil				Obra electromecánica										
			Contratos de servidumbre de paso	Contratación de personal	Levantamiento topográfico	Rehabilitación de caminos de acceso	Desmonte-despalme a matarrasa	Tala y poda selectiva	Contratación de personal	Instalación de almacenes	Uso de equipo y maquinaria pesada	Adquisición y transporte de insumos y materiales	Excavación o barrenación y anclaje	Cimentaciones	Relleno y compactado	Montaje de estructuras	Vestido de estructuras	Tendido de cables de guarda y conductor	Instalación de sistemas de tierra	Pruebas y puestas en servicio	Mantenimiento del derecho de vía	Mantenimiento de caminos de acceso	Mantenimiento de estructuras y cables
MEDIO ABIÓTICO	Componente	Factor																					
	Clima	Microclima																					
	Aire	Calidad																					
		Calidad acústica																					
	Relieve	Geomorfología																					
	Suelo	Características fisicoquímicas																					
	Hidrología superficial	Patrón de drenaje y áreas inundables																					
		Características fisicoquímicas																					











## V.2.5 Descripción de las interacciones identificadas.

### Preparación del sitio

#### Contrato de servidumbre de paso

Esta actividad disminuirá la superficie dedicada a las actividades agropecuarias y forestales, debido al cambio del uso de suelo que se dará en el sitio para la instalación de la línea de transmisión, aunque de manera mínima debido a que esta actividad está poco desarrollada en el SAR. Así mismo derivado del pago de indemnizaciones la economía local podría mejorar, al igual que la calidad de vida de los dueños de los predios afectados.

#### Contratación de personal

Se consideró que esta actividad no solo contempla la contratación de personal, sino también la estancia de los trabajadores en el área donde se llevará a cabo el proyecto durante las jornadas de trabajo y mientras se realiza la construcción del mismo.

Existe el riesgo de que los trabajadores extraigan especies vegetales en estatus de conservación como la palma guano k`uum y otras especies de interés comercial como orquídeas y bromelias.

La estancia de los trabajadores, podría perturbar a la fauna por el ruido, destrucción de nidos y madrigueras, así como también es frecuente que el personal se sienta amenazado por serpientes y víboras, lo cual podría resultar en su eliminación, independientemente de que sean o no venenosas, modificando así la distribución y la abundancia de estos reptiles. Adicionalmente el personal originario de la zona puede extraer ilegalmente ciertas especies de fauna carismáticas para uso personal (mascota, alimento o uso de piel) o comercial.



De igual forma el personal generará residuos sólidos durante su estancia, los cuales si no reciben un manejo adecuado podrían afectar a las características fisicoquímicas del suelo y del agua en los arroyos y áreas inundables que se registran en el SAR.

Por otro lado durante la preparación del sitio se generarán empleos que se verán reflejados finalmente en la economía local y la calidad de vida del personal. Así mismo para esta etapa se contratará mano de obra especializada de otras localidades lo que podría generar un cambio demográfico en las pequeñas localidades, si deciden permanecer en el sitio una vez terminada la construcción.

### Rehabilitación de caminos de acceso

Se considera camino de acceso a aquellos que se construyen fuera del derecho de vía de la línea de transmisión. Para este proyecto serán utilizados las carreteras, caminos y brechas existentes a lo largo de los 104.277 km que tendría la línea de transmisión, y que se encuentren conectados a la carretera federal 186 en su tramo que une las localidades de Xpujil y Xul Ha, esto con la finalidad de no abrir más espacios en la vegetación existente. Sin embargo, en algunos casos se requerirá la rehabilitación de caminos, particularmente en los caminos rurales.

### Desmante a matarrasa

Esta actividad implica la eliminación total de la cubierta vegetal, incluyendo la capa superficial de suelo, para lo cual se utiliza un tractor sobre ruedas o sobre oruga de metal, habilitado con pala mecánica. Este tipo de desmante se realizará para la apertura de la brecha de maniobra y patrullaje, habilitado de las áreas de maniobra para el hincado y armado de estructuras que incluyen las áreas de las bases de las torres, así como para habilitar las plataformas para el tendido y tensionado de cables.

Al realizar el desmante a matarrasa se podría generar un cambio en el microclima a nivel microhábitat, ocasionado principalmente por la eliminación de la cubierta vegetal en los



diferentes tipos de vegetación registrados, que provocará una mayor incidencia de la luz solar y temperaturas más elevadas.

Este desmonte afectará las características fisicoquímicas del suelo, ya que al realizarlo se removerá la capa superficial del suelo.

Sin duda, el desmonte a matarrasa, es la actividad que generará mayor modificación al sistema debido a que eliminará de manera permanente la vegetación existente a lo largo de la trayectoria de la línea de transmisión que contempla este proyecto, afectando a la distribución, la abundancia, la cobertura, el estrato arbóreo y el arbustivo en los diferentes tipos de vegetación.

Además, con el desmonte a matarrasa se eliminarán individuos de cinco especies vegetales consideradas en estatus según la NOM-059-SEMARNAT-2010 y algunas de interés comercial. También podría afectar al banco de semillas, al eliminar individuos maduros y por la eliminación de la capa superficial de suelo.

Al igual que para la vegetación esta actividad, por consistir en la eliminación de toda la cobertura vegetal, resulta en la pérdida de hábitat para la fauna donde se incluye: pérdida de madrigueras, sitios de anidación, alimentación, reproducción y refugio de los diferentes grupos de vertebrados. Esto ocasionaría el desplazamiento de la fauna, modificando así la estructura de la comunidad por la disminución de la abundancia y modificación de su distribución. En el SAR se registraron 33 especies de fauna en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Para las aves la principal afectación sería por la pérdida de nidos y sitios de percha en el estrato arbóreo y arbustivo. En todos estos grupos, se verían afectados el hábitat de especies que se encuentran en estatus y de otras especies de interés para la conservación y/o comercial del SAR. Evidentemente el paisaje natural se verá afectado por la eliminación de la cobertura vegetal.



### Tala selectiva y poda

Esta actividad consiste en podar con herramienta mecánica manual la vegetación restante en el derecho de vía, cortando parcialmente los árboles que presenten una altura de 5 metros o más. Al igual que con el desmonte a matarrasa, con esta actividad, se afecta el microclima y en menor grado las características fisicoquímicas del suelo, ya que en esta se respetarán tocones de 60 cm y se permitirá la regeneración de la vegetación, la modificación de estas características es temporal, ya que se dará en el tiempo en que se reintegren al suelo los residuos vegetales que se esparcirán sobre el sistema ambiental.

Aunque se realiza un manejo de la vegetación, para la preparación del sitio, esta actividad afectará la distribución y abundancia de especies vegetales, así mismo existe una disminución de la cubierta vegetal, ya que esta vegetación no se regenera hasta su altura natural ya que se mantiene a una altura menor de 5 m. También se modificarán los estratos arbóreo y arbustivo por el corte de la vegetación y se afectarán las poblaciones de especies en estatus y de interés comercial.

La fauna se verá afectada de manera indirecta, ya que al eliminar la cobertura vegetal se puede afectar al hábitat de diferentes especies animales debido a la disminución de sitios de anidamiento, refugio, reproducción y recursos alimenticios. Esta actividad afectará principalmente a las aves y mamíferos.

En particular la afectación podría ser más importante en especies de aves que presentan cierta preferencia por anidar en bordes de vegetación, y algunas especies de anfibios y reptiles que se alimentan en el estrato arbóreo.

Existen especies consideradas en estatus como el mono araña y el mono aullador que utilizan los arboles como medio principal de desplazamiento por lo que se considera que esta actividad contribuirá a limitar el desplazamiento del mono araña y mono aullador que utilizan los árboles para este fin.

Al realizar los desmontes se generará material vegetal que puede contribuir a incrementar el riesgo de incendio en la zona, particularmente después de la época de huracanes. Al





igual que con el desmonte a matarrasa, con esta actividad el paisaje natural también se verá afectado.

### **Construcción: obra civil**

#### **Contratación de personal**

Se consideró de manera independiente a la contratación del personal durante la preparación del sitio, debido a que el número de trabajadores que trabajan durante la construcción puede tener un impacto de mayor magnitud sobre los mismos componentes ambientales afectados por la contratación del personal durante la etapa de preparación del sitio.

Dado que la mayoría del personal contratado serán residentes de las localidades cercanas no habrá una demanda de excesiva de servicios, únicamente el personal externo demandará hospedaje y alimentación, servicios que fácilmente pueden ser proporcionados por las localidades cercanas.

#### **Instalación de talleres y almacenes**

La instalación de talleres y almacenes se realizarán en las localidades cercanas, por lo que no se eliminará vegetación por este tipo de actividades. Siempre existe el riesgo de contaminación local del suelo por el mal manejo, tanto de los materiales que se almacenan, como por la disposición inadecuada de los residuos que se generan en los talleres, como son grasas y aceites. También esta actividad podría mejorar la Calidad de vida de las personas a las cuales se le rentan los predios y por lo tanto tener un efecto positivo en la economía local.

#### **Uso de maquinaria pesada**

En este concepto se incluye no solo el uso de la maquinaria sino también su traslado al sitio de construcción. Si bien en la mayoría de las actividades del proyecto se utiliza la maquinaria pesada, ésta se consideró como una actividad independiente por tener



afectaciones directas en algunos componentes ambientales, como son la calidad del aire, el ruido, daño a la infraestructura de comunicaciones principalmente carreteras y terracerías.

Durante la construcción de la obra se requiere del uso de tractores, grúas, camiones de volteo, etc. El uso de esta maquinaria incrementará los niveles de emisiones de partículas y gases de combustión que afectarían la calidad del aire.

El ruido que se produce al operar la maquinaria, generan entre 85 y 110 dB, que podría molestar a los habitantes de las localidades cercanas durante las horas laborales y ahuyentará a la fauna de las áreas inmediatas donde se estén realizando las obras.

El riesgo de contaminación del suelo por el derrame de gasolina, aceites y grasas, siempre existe cuando se utiliza este tipo de maquinaria. De igual forma por el derrame de estas sustancias se podría generar pequeños derrames en las áreas inundables, modificando las características fisicoquímicas del agua.

La inadecuada operación del manejo de la maquinaria pesada podría invadir zonas fuera del área del derecho de vía, afectando a la vegetación de los alrededores por el derribo de individuos en sus primeros estadios de vida (plántulas y juveniles).

El uso de maquinaria pesada, provoca de manera directa la destrucción de madrigueras y nidos subterráneos de anfibios y reptiles. De igual forma el uso inadecuado de esta maquinaria puede provocar atropellamientos de especies terrestres con lento desplazamiento.

Particularmente el uso de maquinaria pesada en las zonas inundables puede destruir cuerpos de agua permanentes de importancia para la alimentación de las aves. También se podrían modificar únicamente las características de los cuerpos de agua su calidad.

### Adquisición y transporte de materiales e insumos

El transporte de materiales incrementará el tráfico vehicular y por ende las emisiones a la atmósfera y el ruido provocado por el paso de los vehículos.



La mayor frecuencia de viajes que se realizarían incrementa la probabilidad de atropellamiento de fauna local, principalmente sobre aquellos que se caracterizan por un desplazamiento más lento, algunas de estos individuos pueden pertenecer a una especie en estatus.

Para la construcción del proyecto se adquirirán en la región la mayoría de los materiales e insumos, de igual forma se incrementará el consumo de algunos productos como son: gasolina, aceites, agua, etc., reflejándose en beneficios en la economía local.

### Excavaciones y/o barrenación y anclaje

Esta actividad consiste en la excavación de la cepa en donde se construirá la cimentación de las bases de las estructuras (torres), durante la cual se emitirán a la atmósfera de manera temporal partículas afectando así la calidad del aire. También se afectarían directamente las características fisicoquímicas del suelo, pero de manera muy puntual.

Aunque la probabilidad es baja, esta actividad podría destruir madrigueras o charcas permanentes afectando al hábitat de algunos individuos de anfibios, reptiles y pequeños mamíferos (roedores). Nuevamente esta actividad tendría un mayor impacto en los fragmentos aún existentes de selva mediana subperennifolia y selva baja subperennifolia, así como en la zona inundable. También al realizar excavaciones en las zonas inundables se afectará la calidad del agua.

En esta actividad se incluye el pilotaje en áreas inundables, será la que mayor impacto genere sobre la zona inundable y/o la sabana, sin embargo este tipo de estructuras permiten que la dinámica de los cuerpos de agua no se vea afectada, aunque de manera temporal se pueden modificar las características fisicoquímicas y la productividad en donde se desarrolle. Cabe mencionar que se evitará lo más posible establecer estructuras en zonas inundables y/o la sabana.



### Colado de cimentaciones

Durante las cimentaciones se coloca una plantilla de concreto, se modificarán las características fisicoquímicas del suelo, esto tiene un carácter muy puntual.

### Relleno y compactado de cimentaciones

Durante esta actividad, existe movimiento de tierras, se generan algunos polvos que afectan la calidad del aire de manera puntual. Potencialmente se podría utilizar material de banco o del mismo material excavado para el relleno y compactarlo, en ambos caso se modificarán las características fisicoquímicas del suelo también de manera limitada.

### **Construcción: obra electromecánica:**

#### Armado, montaje y vestido de estructuras

Las afectaciones al medio que provocarían estas actividades al ambiente ya fueron incluidas en los conceptos anteriores, como es la generación de ruido y riesgo de contaminación por el uso de maquinaria pesada. Al armar las estructuras se dará una fuerte modificación del paisaje.

#### Tendido de cables de guarda y conductor

Las afectaciones al medio que provocaría esta actividad fueron incluidas en los conceptos anteriores, como es la generación de ruido y el riesgo de contaminación por el uso de maquinaria pesada

Durante el tendido de los cables de guarda y conductor, estos pueden afectar algunos árboles que se encuentran fuera del derecho de vía de la línea, aunque su probabilidad de ocurrencia es muy baja, ya que se podarán únicamente aquellos que tengan una altura excepcional y signifiquen un riesgo para la línea de transmisión, como la guaya de monte, el tremen tino, entre otras. También se modificará el paisaje con la colocación de cables.



### Instalación de sistemas de tierra

Esta actividad contempla la apertura de zanjas, la cual afectará de manera puntual a las características fisicoquímicas del suelo.

### Pruebas y puestas en servicio

Esta actividad representa una inspección general de la infraestructura instalada, que no considera uso de maquinaria pesada, ni grandes cantidades de personal, razón por la cual no se identificó como fuente de afectación potencial para alguno de los componentes ambientales.

### Operación y mantenimiento

#### Mantenimiento del derecho de vía

Esta actividad se lleva a cabo en periodos de 1-2 años aproximadamente al inicio de la época seca y consiste en la poda de las ramas de árboles que rebasen los 5 m de altura. Este corte no permite que la estructura arbórea de la selva baja y mediana subperennifolia, se recupere.

El mantenimiento del derecho de vía afectaría a la fauna debido fundamentalmente a que no se permite la recuperación del hábitat referido como sitios de anidamiento y percha para aves y disminución de los recursos alimenticios (i.e. frutos) para algunas especies de mamíferos, por ejemplo los monos araña y otras consideradas en algún estatus.

#### Operación de la línea

La operación de la línea tendrá afectación en especies de aves principalmente por eventos de colisión y electrocución. Algunas de las especies que pueden sufrir estos eventos se encuentran en estatus según la NOM-059-SEMARNAT-2010, como el zopilote rey y la garza agami, es probable que las interacciones de estas especies con la línea de transmisión serán poco frecuentes debido a sus preferencias hacia hábitats más



conservados. En particular es factible que esta afectación se concentre más en las especies de aves migratorias, ya que para especies residentes es probable que tengan un reconocimiento adecuado de sus zonas de actividad.

Uno de los impactos más importantes que generan la construcción de la línea de transmisión es la alteración del paisaje natural.

La operación de la línea de transmisión mejorará la calidad de vida en las poblaciones del área de influencia, ya que se podrá brindar un mejor servicio, se podrían generar mínimos cambios demográficos por la apertura de nuevas fuentes de trabajo.

De igual forma la construcción del proyecto, generará un cambio en la economía regional, ya que al contar con un servicio de calidad se podrían ampliar o surgir nuevas industrias y mejorar el turismo en la región.

### **V.3 VALORACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES IDENTIFICADOS**

En la Tabla V.9 se presenta la evaluación final de los impactos ambientales identificados, los cuáles se presentan en la etapa de preparación del sitio y construcción, serán adversos bajos, puntuales o locales y mitigables.

Durante la operación y mantenimiento del Proyecto, la mayoría de los impactos son benéficos de bajos a moderados y permanentes, donde B es bajo, M es medio, el color azul identifica los impactos adversos y el color naranja las interacciones benéficas.

A continuación se presentan las matrices de evaluación de las interacciones identificadas:













A continuación se describen los impactos ambientales identificados más relevantes:

### **V.3.1 Modificación del microclima**

El microclima se verá modificado en las áreas que serán desmontadas por la eliminación de la vegetación, por las actividades de desmonte-despalme a matarrasa y por la tala y poda selectiva. La superficie requerida para la ejecución del Proyecto es de 271.11 has, Si consideramos que el Proyecto solo afectará de manera permanente 260.03 has y 11.08 has serán de carácter temporal donde la vegetación herbácea y arbustiva crecerán, permitiendo recuperar parcialmente las condiciones del microclima, se evaluó como un impacto adverso bajo, local, permanente y mitigable.

### **V.3.2 Disminución de la calidad del aire**

La contratación de personal puede afectar a la calidad del aire, por la defecación al aire libre, en caso de no haber los servicios necesarios, ni el control sobre los trabajadores durante la etapa de preparación del sitio y construcción. Se consideró un impacto adverso, bajo, puntual, temporal y mitigable.

Durante la etapa de preparación del sitio y construcción, la calidad del aire disminuirá debido a la emisión de gases de combustión (CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO, etc) por la operación del equipo y maquinaria, así como por el incremento de partículas durante las actividades de desmonte, despalme, excavaciones, nivelaciones y el transporte de insumos y materiales. El impacto se evaluó como un impacto adverso, bajo, temporal, puntual y mitigable.

La calidad del aire se verá afectada por el almacenamiento del material, si este no se realiza adecuadamente, por el tipo de obra se consideró un impacto, adverso, bajo por ser puntual, temporal y mitigable.

La adquisición y transporte de los insumos de materiales tendrá efectos sobre la calidad del aire por la emisión de gases de combustión de los camiones que trasladan el material y por la emisión de partículas del material al ser transportado. Se consideró un impacto adverso, bajo, temporal y mitigable.



### V.3.3 Incremento en los niveles de ruido

Durante la etapa de preparación del sitio y construcción el ruido se generará por la operación de la maquinaria y por el incremento del tráfico vehicular por el transporte de insumos y materiales, considerando que la obra tendrá una duración máxima de 18 meses. Se evaluó como un impacto adverso, bajo, puntual, temporal y mitigable.

### V.3.3 Modificación del patrón de drenaje y zonas inundables

La elevada precipitación pluvial, aunada a la gran capacidad de infiltración del terreno y la reducida pendiente topográfica, favorece la renovación del agua subterránea de la península, por lo que prácticamente toda el área funciona como zona de recarga propiciando que los escurrimientos superficiales sean escasos o de muy corto recorrido. En el SAR destaca la presencia del Arroyo Sorpresa y el Arroyo Ucum que serán atravesados por la línea de transmisión. El Proyecto no modificará el cauce de estos arroyos, ni se instalará ninguna torre o se construirá una brecha de maniobra y patrullaje sobre las zonas inundables por lo que el impacto se evaluó como adverso bajo, puntual, temporal y mitigable.

### V.3.4 Alteración de la calidad del agua

El riesgo de contaminación del suelo por el derrame de gasolina, aceites y grasas, siempre existe cuando se utiliza este tipo de maquinaria. De igual forma por el derrame de estas sustancias se podría generar pequeños derrames en las áreas inundables, modificando las características fisicoquímicas del agua. Se evaluó un *impacto* adverso bajo, por su carácter puntual, permanente y mitigable.

Durante las etapas de preparación y construcción, las zonas inundables, los ríos y escurrimientos registrados podrían contaminarse por la disposición inadecuada de residuos. Se evaluó un *impacto* adverso bajo, por su carácter puntual, permanente y mitigable.





### V.3.6 Modificación de las características fisicoquímicas del suelo

La contratación de personal puede contaminar el suelo por la disposición inadecuada de la basura generada durante su estancia, así como por la defecación al aire libre en caso de no haber los servicios necesarios. Se consideró un impacto adverso, bajo, puntual, temporal y mitigable.

El uso del equipo y maquinaria el suelo puede contaminarse por el derrame de combustibles, aceites y grasas, estos por ser considerados como residuos peligrosos, se consideró que el impacto que podría presentarse sería adverso, bajo, puntual, permanente y mitigable.

En caso de que no se lleve a cabo un almacenamiento adecuado de los residuos sólidos, residuos peligrosos y otras sustancias, se podría contaminar el suelo. Se evaluó que el impacto que podría presentarse sería adverso, bajo, puntual y permanente, mitigable.

Al desmontar las 271.11 has que corresponden al Área del Proyecto afecta no solo a la vegetación sino al suelo, aunque el Proyecto se desarrollará predominantemente en zonas con pendientes menores al 10% por lo que la susceptibilidad a la erosión es baja, en algunas áreas puntuales, de acuerdo al modelo de erosión aplicado, se determinó que 0.1459 ha del Área del Proyecto podría presentar una erosión hídrica con una pérdida potencial de suelo mayor a 500 toneladas /ha/año. Considerando lo anterior se evaluó que el impacto sobre el suelo es adverso, bajo, puntual, permanente y mitigable.

### V.3.7 Disminución de la cobertura vegetal

De acuerdo con el plano de usos del suelo de INEGI Serie V, en el SAR predomina los ecosistemas naturales con 32,077.39 has (60.22%), los sistemas agropecuarios o uso modificado cubren un área significativa con 20,268.09 has (38.05%) y las zonas urbanas o uso artificial tienen una superficie de 921.52 has (1.73%).



El Área del Proyecto disminuirá 114.603 has de la cobertura vegetal actual del SAR que representará una disminución del 0.35% de la superficie de los ecosistemas naturales. El impacto se evaluó como adverso moderado, local, permanente y mitigable.

**Tabla V.13 Superficies de usos del suelo en el SAR y la afectación del Área del Proyecto.**

Usos del suelo	Superficie SAR		Superficie Área del Proyecto	
	Has	(%)	Has	(%)
Natural (selva baja, mediana subperennifolia y sabana)	32,077.39	60.22	114.603	54.23
Modificado (agropecuario)	20,268.09	38.05	147.019	42.27
Artificial (urbano)	921.52	1.73	9.488	3.50
Total	53,267	100	271.11	100.00

### V.3.8 Abundancia de las especies vegetales

A pesar que se detectaron nueve actividades que impactarán la cobertura vegetal, la abundancia de especies vegetales y las especies vegetales en estatus, la actividad que mayor impacto es el desmonte-despalme a matarrasa, ya que eliminará de forma permanente la vegetación y por consiguiente, a individuos de la mayoría de las especies, incluyendo aquellas protegidas que se encuentren a lo largo de la línea de transmisión. Otra actividad que impactará en gran medida o en forma moderada a la cobertura vegetal y a las especies vegetales es la tala y poda selectiva, aunque ésta impactará en forma diferente a especies arbóreas (más), que a especies arbustivas o herbáceas (menos).

#### Selva mediana subperennifolia

La selva mediana subperennifolia se distribuye en pequeños parches en el área de influencia del proyecto. En Quintana Roo se mantiene un parche mediano en el punto de muestreo denominado Lomeríos (16 Q 310078 2044104) y a lo largo del área se pueden observar algunos parches pequeños aislados, mezclados con potreros, pastizales, parcelas con cultivos frutícolas y principalmente plantaciones de caña de azúcar. En Campeche, los parches de este tipo de vegetación son de mayor tamaño, mezclados con



parcelas de cultivos frutícolas y algunos potreros, sin embargo existen parches con vegetación más conservada en áreas adyacentes a la poligonal de la Reserva de la Biósfera de Calakmul. Cabe resaltar que el trazo del proyecto no atraviesa por esta ANP.

Este tipo de vegetación será impactada principalmente por el desmonte-despalme a matarrasa, en especial porque se eliminarán todos los organismos leñosos que forman parte del estrato dominante. Especies con valores de densidad relativa altos como *Croton arboreus* y *Metopium brownei* serán menos impactadas que aquellas que tienen valores de densidad relativa bajos, como *Annona primigenia*, *Bahunia jenningsii*, *Casimiroa tetrameria* y *Sapranthus campechianus*, las cuales además se distribuyen en este y otros tipos de vegetación del centro y sur de la Península de Yucatán. Especies del estrato herbáceo que también serán impactadas negativamente por su baja abundancia son: *Adiantum tenerum*, *Chamaedorea oblongata* y *Stenandrium nanum*. Esta actividad tendrá un impacto adverso, alto, local, permanente y mitigable.

Otras actividades como el levantamiento topográfico, la tala y poda selectiva y el mantenimiento del derecho de vía impactarán moderadamente la abundancia de especies vegetales del estrato arbustivo-arbóreo, ya que su aplicación está restringida a este estrato y en el área del derecho de vía exclusivamente. Otras actividades que impactarán a la vegetación en este tipo de selva son la contratación de personal que podría coleccionar ilegalmente plantas para uso ornamental, la instalación de almacenes que podría realizarse en zonas desmontadas que ya estén previamente impactadas, uso de equipo y maquinaria pesada, cuyas maniobras podrían impactar más allá del derecho de vía, el tendido de cables de guarda, cuyas manipulaciones pueden realizarse fuera del derecho de vía y el mantenimiento de los caminos de acceso, en cuyo caso se cortan principalmente las hierbas ruderales que crecen en los bordes del camino. Estas últimas actividades tendrán un impacto adverso, bajo, puntual, permanente y mitigable.

### Selva baja subperennifolia

La selva baja subperennifolia se distribuye como la anterior, en pequeños parches, especialmente en aquellas zonas con bajo declive. Al sur de Quintana Roo, las áreas



ocupadas por este tipo de vegetación han sido utilizadas para el establecimiento de plantaciones de caña de azúcar y en menor cantidad de potreros, por lo que los remanentes de esta vegetación se encuentran mezclados con esas áreas productivas, sin embargo, en la zona donde se realizaron los muestreos, la vegetación presenta un adecuado estado de conservación, lo cual es evidente por la cantidad de especies epífitas que existen. Al sur de Campeche en el área adyacente a la Reserva de la Biósfera de Calakmul, este tipo de vegetación está mejor conservado.

Este tipo de vegetación será impactada principalmente por el desmonte-despalme a matarrasa, al igual que la selva mediana subperennifolia, en especial porque se eliminarán todos los organismos leñosos que forman parte del estrato dominante de este tipo de vegetación. Las especies leñosas con altas densidades relativas como *Guettarda elliptica* y *Psidium sartorianum* serán menos impactadas, pero aquellas con valores de densidad relativa bajos como *Bonellia macrocarpa*, *Eugenia acapulcensis*, *Croton arboreus*, *Xylosma flexuosa*, *Mosannonna depressa* y *Sideroxylon salicifolium*, serán más impactadas. Especies del estrato herbáceo que también serán impactadas negativamente por su baja abundancia son: *Hymenocallis littoralis*, *Lisianthus axillaris*, *Lygodium venustum*, *Strophocactus testudo* y *Syngonium angustatum*. Varias de las especies que se encuentran en el estrato herbáceo están ecológicamente adaptadas a las condiciones ambientales en donde se distribuye este tipo de vegetación, por lo que la modificación de su hábitat, posiblemente afecte negativamente las poblaciones de las mismas. También es importante enfatizar que este tipo de vegetación es importante por la elevada riqueza de especies epífitas que crecen en las ramas de los árboles, especialmente orquídeas y bromélias, las que serán eliminadas de su hábitat, debiendo reubicarse adecuadamente en otras áreas adyacentes. Esta actividad tendrá un impacto adverso, alto, local, permanente y mitigable.

Otras actividades como el levantamiento topográfico, la tala y poda selectiva y el mantenimiento del derecho de vía impactarán moderadamente la abundancia de especies vegetales del estrato aubustivo-arbóreo, ya que su aplicación está restringida a este



estrato y en el área del derecho de vía exclusivamente. Estas actividades tendrá un impacto adverso, moderado, local, permanente y mitigable.

Otras actividades que impactarán a la vegetación en este tipo de selva son la contratación de personal que podría coleccionar ilegalmente plantas para uso ornamental, la instalación de almacenes que podría realizarse en zonas desmontadas que ya estén previamente impactadas, uso de equipo y maquinaria pesada, cuyas maniobras podrían impactar más allá del derecho de vía, el tendido de cables de guarda, cuyas manipulaciones pueden realizarse fuera del derecho de vía y el mantenimiento de los caminos de acceso, en cuyo caso se cortan principalmente las hierbas ruderales que crecen en los bordes del camino. Estas últimas actividades tendrán un impacto adverso, bajo, puntual, permanente y mitigable.

Por otra parte cabe destacar que durante los trabajos de campo se registraron áreas con la presencia de *Pteridium caudatum* que serán atravesadas por la trayectoria de la L.T. Xpujil- Xul Ha, esta especie es considerada como invasora a través de sus esporas y se extiende rápidamente inhibiendo el crecimiento de estas especies. El uso de la maquinaria en estas áreas podría contribuir a la dispersión de las esporas a otras áreas en donde no se encuentra esta especie, afectando a la distribución y abundancia de las especies características de la selva baja y mediana subperennifolia, por lo que se evaluó que esta actividad podría tener un impacto adverso, moderado, local y permanente.

### Sabana

Esta asociación vegetal está dominada por gramíneas y ciperáceas, con árboles dispersos achaparrados entre los que encontramos a *Crescentia cujete*, *Curatella americana*, *Byrsonima bucidaefolia* y *Byrsonima crassifolia*, en un patrón de marcada estacionalidad, ya que se desarrolla sobre suelos con drenaje deficiente que permanecen inundados durante la mayor parte del año. En la sabana no se tiene contemplado la eliminación de las especies la afectación será principalmente por las actividades de excavación, cimentación, relleno para las torres debido a que modificarán aunque sea de forma temporal las condiciones hidrológicas de las que depende directamente la sabana. La



superficie potencialmente que será impactada por la ejecución del proyecto sería de 0,9068 ha de la sabana. Considerando lo anterior se evaluó que las actividades de excavación, cimentación, relleno para las torres tendrán un impacto adverso, bajo, puntual y temporal.

### V.3.9 Afectación a las especies vegetales en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010

Durante el desmonte se afectarían individuos de cinco especies en estatus de conservación: *Astronium graveolens*, *Cryosophila stauracantha*, *Cedrela odorata*, *Chamaedorea oblongata*, *Zamia prasina* y *Vanilla planifolia*. El nivel de impacto que tendrá cada una de las especies varía de acuerdo a la densidad registrada en los muestreos, para *Cedrela odorata* solo fue registrado un organismo en los tres sitios de selva mediana subperennifolia muestreados por lo que el impacto sobre esta especie será bajo, mientras que *Cryosophila stauracantha* se encuentra en una mayor densidad en los muestreos realizados, por lo que el impacto sobre esta especie sería menor. Algunas otras especies como *Zamia prasina* son resistentes a perturbaciones, e incluso su crecimiento puede ser estimulado por éstas.

Este grupo de especies será impactado principalmente por el desmonte-despalme a matarrasa, porque se eliminarán todos los organismos en el derecho de vía, especialmente porque las especies en esta categoría tienen densidades bajas. Esta actividad tendrá un impacto adverso, alto, local, permanente y mitigable.

Otras actividades como el levantamiento topográfico, la tala y poda selectiva y el mantenimiento del derecho de vía impactarán moderadamente las poblaciones de plantas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, mientras que otras actividades que impactarán a este grupo de plantas son: la contratación de personal que podría coleccionar ilegalmente plántulas de *Cryosophila stauracantha* y *Zamia prasina* para uso ornamental, la instalación de almacenes que podría realizarse en zonas desmontadas que ya estén previamente impactadas y en donde existan estas especies, uso de equipo y maquinaria pesada, cuyas maniobras podrían impactar más allá del derecho de vía, el tendido de cables de guarda,





cuyas manipulación puede realizarse fuera del derecho de vía y el mantenimiento de los caminos de acceso, en cuyo caso se cortan principalmente las hierbas ruderales que crecen en los bordes del camino podrían realizarse en zonas en donde estén creciendo especies en esta categoría. Estas últimas actividades tendrán un impacto adverso, bajo, puntual, permanente y mitigable.

Con excepción del desmonte-despalme a matarrasa que tendrá un impacto alto sobre este grupo de especies, se considera que las demás actividades tendrán un impacto sobre estas especies adverso, bajo o mediano, puntual, permanente y mitigable.

**Tabla V.14 Especies vegetales en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010.**

Espece	Nombres comunes	Densidad registrada	Categoría
<i>Astronium graveolens</i>	Jobillo	3/800 m <sup>2</sup>	Amenazada
<i>Cryosophila stauracantha</i>	Ebano blanco, guano k'uum	37/800 m <sup>2</sup>	
<i>Chamaedorea oblongata</i>	Xyaat	16/800 m <sup>2</sup>	
<i>Zamia prasina</i>	Chak wa, palmita	11/800 m <sup>2</sup>	
<i>Cedrela odorata</i>	K'uj che', k' uyché', cedro rojo	1/800 m <sup>2</sup>	Protegida
<i>Vanilla planifolia</i>	Siis bik, Vainilla	10/800 m <sup>2</sup>	

La dispersión de las esporas de *Pteridium caudatum* por el uso de la maquinaria podría afectar también a la distribución y abundancia de las especies en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010. Se evaluó que el uso de equipo y maquinaria podría tener un impacto adverso, moderado, local y permanente sobre las especies vegetales consideradas en estatus de conservación.

### V.3.10 Modificación del hábitat y afectación a la distribución y abundancia de la fauna silvestre.

El desmonte a matarrasa es la actividad que afectará en mayor grado a los distintos grupos de vertebrados (anfibios, reptiles, aves y mamíferos), principalmente por la pérdida



de hábitat, ya que esta será una afectación permanente, este impacto también se presentará por la tala y poda selectiva aunque en menor grado. Sin embargo organismos pequeños (lagartijas, roedores y aves) podrían regresar a la zona afectada por el desmonte, ocupando sitios de regeneración arbustiva y herbácea dentro del derecho de vía.

### Anfibios y reptiles

El grupo de los anfibios y de los reptiles se verán afectados por la deshidratación debida al desmonte a matarrasa ya que habrá una mayor insolación. Las especies de anfibios que se podrán ver afectadas son: la ranita del sabinal (*Leptodactylus melanonotus*), la rana grillo (*Dendropsophus microcephalus*), la rana habladora (*Tlalocoehyla loquax*) y la rana arborícola lechosa (*Trachycephalus typhonius*) debido a que son especies sensibles al calor y a la desecación fisiológica causada por la apertura de claros en la selva (Díaz-Gamboa, 2012).

Los reptiles resultan menos susceptibles a cambios de temperatura, sin embargo de acuerdo con Lee (2000) la fragmentación del hábitat y los cambios de uso de suelo son los principales problemas de la disminución de poblaciones de reptiles en los trópicos. Especies arborícolas como el turipache de montaña (*Corytophanes hernandezii*), el basilisco marrón (*Basiliscus vittatus*), la lagartija abanico rojo (*Norops lemuringus*) y la lagartija escamosa gigante (*Norops tropidonotus*) podrían verse afectadas por estas actividades. Por ese motivo se propone un Programa de rescate y reubicación de fauna en el Área del Proyecto como medida de mitigación.

Para las aves, el efecto del desmonte a matarrasa, y la operación de la línea podrían provocar el desplazamiento de manera temporal de numerosos individuos hacia otros sitios y al término de la actividad se espera retornen en las inmediaciones de la línea de transmisión. Las especies de aves como la chachalaca (*Ortalis vetula*), la tangara-hormiguero garganta roja (*Habia fuscicauda*), el vireo verdeamarillo (*Vireo flavoviridis*) y el Luis gregario (*Myiozetetes similis*), aprovechan los sitios con vegetación en regeneración para su alimentación o refugio (Howell y Webb, 1995). Sin embargo, en general la pérdida



de cobertura vegetal tendría efectos negativos debido a la disminución de sitios de percha, alimentación, reproducción y nidificación (Salgado-Ortiz, 2010). De acuerdo con Haugaasen y colaboradores (2003) las poblaciones de especies de aves insectívoras como el mosquero real (*Onychorhynchus coronatus*) podrían ser afectadas por la transformación del hábitat y la pérdida de la cobertura vegetal.

La operación de la línea de transmisión incrementa el riesgo de electrocución y colisiones de aves con los cables de alta tensión y con las estructuras metálicas de las torres de alta tensión. Las aves (en su mayoría rapaces y carroñeros) son atraídas por los postes de las líneas de distribución eléctrica porque representan buenas plataformas para cazar, incrementan el rango de visión y la velocidad mientras cazan, especialmente en lugares donde la vegetación es baja y el terreno es plano; también constituyen perchas accesibles y numerosas, su localización ayuda a las aves para delimitar sus territorios y les brindan sombra o sol (Manzano-Fischer *et al.*, 2007). Sin embargo, al usarlos corren el riesgo de electrocutarse por la poca separación entre las fases y la gran cantidad de componentes conectados a tierra y sin aislar, aunado a la falta de pericia de las aves jóvenes que son las víctimas más frecuentes de electrocución (Manzano-Fischer *et al.*, 2007). Aves de gran envergadura como la lechuza de campanario (*Tyto alba*), el búho cornudo (*Bubo virginianus*), el zopilote aura (*Cathartes aura*), el zopilote rey (*Sarcoramphus papa*), y el aguililla caminera (*Buteo magnirostris*) podrían verse afectadas con esta actividad (Manzano-Fischer *et al.*, 2007).

### Mamíferos

Para los mamíferos, el incremento de la presencia de personas por la contratación durante la preparación del sitio y el desmonte a matarrasa podría provocar el desplazamiento de manera temporal de numerosos individuos hacia otros sitios y al término de la actividad se espera retornen al área de influencia. Sin embargo, especies carismáticas de lento desplazamiento podrían ser motivo de captura y extracción ilegal del sitio de muestreo para uso personal y/o comercial. Tal es el caso del tlacuache cuatro ojos (*Philander oposum*), el mono araña (*Ateles geoffroyi*) y el mono aullador (*Alouatta pigra*).



Por esta razón se propone como medida de mitigación realizar actividades de concientización del personal tanto de campo como administrativo, mediante pláticas sobre la importancia de la conservación de especies así como de su hábitat.

Al igual que el grupo de las aves, los mamíferos se mueven con facilidad ante la presencia humana y se desplazan de la zona. Por otro lado especies como los roedores *Peromyscus yucatanicus*, *Ototylomys phyllotis*, los tlacuaches, *Didelphis marsupialis*, *Didelphis virginiana*, *Philander oposum*, mamíferos medianos como la zorrilla gris *Urocyon cinereoargenteus* y el venado cola blanca *Odocoileus virginianus* son especies generalistas que son fáciles de detectar durante la preparación del sitio, previo a la construcción. Sin embargo alguna especies pueden verse afectadas por la pérdida de árboles, de los cuales hacen uso.

La presencia de los trabajadores durante un periodo entre seis y ocho meses podrían molestar y/o eliminar algunos individuos, particularmente se afectan a las víboras. Se evaluó el impacto como adverso, bajo, puntual, permanente y mitigable.

La rehabilitación de los caminos de acceso, el uso de maquinaria y el transporte de insumos y materiales incrementan el riesgo de atropellamiento de algunas especies, particularmente las de más lento desplazamiento como algunos mamíferos y reptiles. Se evaluó el impacto como adverso, bajo, puntual, permanente y mitigable.

### **V.3.11 Afectación a las especies de fauna en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010.**

Las especies verificadas que se encuentran bajo algún estatus son 33 según la NOM-059-SEMARNAT-2010, serán afectadas de manera diferencial por la construcción, operación y mantenimiento de la línea de transmisión, ya que por ejemplo las especies de herpetofauna como rana leopardo (*Lithobates brownorum*), la serpiente ranera bronceada (*Leptophis mexicanus*) y el gecko bandeado yucateco (*Coleonyx elegans*) son comunes en los sistemas perturbados con vegetación abierta (Calderón-Mandujano *et al.*, 2009). En contraste, tanto para las especies de mamíferos como el tapir (*Tapirus bairdii*) y el jaguar



(*Panthera onca*) la reducción de su hábitat puede afectar su rango de distribución, ya que estas especies prefiere sitios con baja perturbación antrópica y vegetación con mediano grado de conservación (Naranjo, 2009 y Faller-Menéndez, 2010).

Considerando lo anterior, y privilegiando el interés sobre las especies que serían afectadas de manera negativa, se evaluó que el desmonte-despalme a matarrasa tendrá un impacto adverso, alto, local, temporal y mitigable sobre el grupo de especies de fauna en estatus.

En particular en cuanto a las aves en estatus, especies carismáticas y llamativas, como por ejemplo el tucán pico canoa (*Ramphastos sulfuratus*), el loro yucateco (*Amazona xantholora*), el perico pecho sucio (*Aratinga nana*), el loro frente blanca (*Amazona albifrons*) y el mosquero real (*Onychorhynchus coronatus*), podrían motivar la extracción ilegal de fauna silvestre de parte del personal durante la preparación del sitio. De igual forma especies como el mono araña (*Ateles geoffroyi*) y el mono aullador (*Alouatta pigra*) serían susceptibles a este mismo tipo de impacto. Por este motivo se evaluó la afectación a las especies de fauna en estatus de conservación como adverso, alto, puntual, temporal y mitigable. Actividades de concientización del personal tanto de campo como administrativo, mediante pláticas sobre la importancia de la conservación de especies así como de su hábitat formaran parte de la medida de mitigación de este impacto.

De acuerdo con Manzano-Fischer y colaboradores (2007) la operación de la línea incrementa el riesgo de electrocución y colisiones de aves con los cables de alta tensión y con las estructuras metálicas de las torres de alta tensión. Las aves de talla grande sufren el mayor riesgo ya que utilizan las líneas como sitios para perchar, cazar o anidar, específicamente en áreas donde no hay árboles u otras estructuras naturales que puedan usar para estos fines. Tal es el caso de aves de gran envergadura como el zopilote rey (*Sarcoramphus papa*) y la garza agami (*Agamia agami*). Se evaluó este impacto como adverso, alto, local, permanente y mitigable.

La rehabilitación de los caminos de acceso y el uso de maquinaria pesada para transporte de insumos y materiales incrementan el riesgo de atropellamiento de algunas especies,



---

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

---

particularmente las de lento desplazamiento como la rana leopardo (*Lithobates brownorum*), la serpiente ranera bronceada (*Leptophis mexicanus*), la serpiente cordelilla manchada (*Imantodes cenchoa*) la serpiente cordelilla yucateca (*Imantodes tenuissimus*), el gecko bandeado yucateco (*Coleonyx elegans*) y el ratón arrocero (*Oryzomys couesi*). Se evaluaron estos impactos como: adverso, moderado, puntual, temporal y mitigable.

Las actividades de excavación o barrenación y anclaje en zonas inundables incrementan el riesgo de deshidratación de anfibios, reptiles y mamíferos pequeños. Las especies de anfibios que se podrán ver afectadas son: la ranita del sabinal (*Leptodactylus melanonotus*), la rana grillo (*Dendropsophus microcephalus*), la rana habladora (*Tlalocohyla loquax*) y la rana arborícola lechosa (*Trachycephalus typhonius*) debido a que son especies sensibles al calor y a la desecación fisiológica causada por la apertura de claros en la selva (Díaz-Gamboa, 2012). Las especies de reptiles podrían verse afectados son: la serpiente ranera bronceada (*Leptophis mexicanus*), la serpiente cordelilla manchada (*Imantodes cenchoa*) y la serpiente cordelilla yucateca (*Imantodes tenuissimus*) debido a que usan estas zonas inundables como sitios de acecho y cacería. Por otro lado especies como los roedores *Peromyscus yucatanicus*, *Otodylomys phyllotis*, los tlacuaches, *Didelphis marsupialis*, *Didelphis virginiana*, *Philander oposum*, mamíferos medianos como la zorrilla gris *Urocyon cinereoargenteus* se verán afectados en menor medida por la modificación de las zonas inundables perdiendo posibles sitios de madrigueras y bebederos para estas especies. Se evaluaron estos impactos como: adverso, moderado, puntual, permanente y mitigable.

El impacto sobre las especies de estatus a causa de la poda y tala selectiva y el mantenimiento del derecho de vía podría causar migraciones temporales de especies que ocupan el sustrato arbóreo como hábitat, sitio de alimentación y lugar de percha. Tal es el caso de la serpiente ranera bronceada (*Leptophis mexicanus*), la serpiente cordelilla yucateca (*Imantodes tenuissimus*), el gavilán bicolor (*Accipiter bicolor*), el gavilán zancón (*Geranospiza caerulescens*), el tucán pico canoa (*Ramphastos sulfuratus*), el loro yucateco (*Amazona xantholora*), el perico pecho sucio (*Aratinga nana*), el loro frente blanca (*Amazona albifrons*), el trepatroncos sepia (*Dendrocincla anabatina*), el murciélago





MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

de oreja redonda de Davis (*Lophostoma evotis*), el mono araña (*Ateles geoffroyi*) y el mono aullador (*Alouatta pigra*). Por ejemplo, las tropas de mono araña (*Ateles geoffroyi*) se podrían ver afectados por la disminución del estrato arbóreo, afectando su desplazamiento hacia sitios donde alimentación reduciendo así su disponibilidad de alimento (Tobón et al., 2012). Se evaluó este impacto como adverso, moderado, puntual, temporal y mitigable.

**Tabla V.15 Especies registradas que se encuentran en algún estatus según la NOM-059-SEMARNAT-2010.**

Familia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
<b>Anfibios y reptiles</b>			
Ranidae	<i>Lithobates brownorum</i>	Rana leopardo	Protección especial
Crocodylidae	<i>Crocodylus moreletii</i>	Cocodrilo de pantano	
Colubridae	<i>Imantodes cenchoa</i>	Cordelilla manchada	
	<i>Imantodes tenuissimus*</i>	Cordelilla yucateca	
	<i>Leptophis mexicanus</i>	Ranera bronceada	Amenazada
Eublepharidae	<i>Coleonyx elegans</i>	Geco bandeado yucateco	
<b>Aves</b>			
Tinamidae	<i>Tinamus mayor</i>	Tinamú mayor	Amenazada
Accipitridae	<i>Accipiter bicolor</i>	Gavilán bicolor	
	<i>Geranospiza caerulescens</i>	Gavilán zancón	
Aramidae	<i>Aramus guarauna</i>	Carao	
Ramphastidae	<i>Ramphastos sulfuratus</i>	Tucán pico canoa	
Psittacidae	<i>Amazona xantholora *</i>	Loro yucateco	
Tinamidae	<i>Crypturellus cinnamomeus</i>	Tinamú canelo	Protección especial
Ardeidae	<i>Agamia agami</i>	Garza agami	
Picidae	<i>Campephilus guatemalensis</i>	Carpintero pico plata	
Falconidae	<i>Micrastur ruficollis</i>	Halcón selvático barrado	
Psittacidae	<i>Aratinga nana</i>	Perico pecho sucio	
	<i>Amazona albifrons</i>	Loro frente blanca	
Furnariidae	<i>Dendrocicla anabatina</i>	Trepatroncos sepia	
Tyrannidae	<i>Platyrrinchus cancrorninus</i>	Mosquero pico chato	
Vireonidae	<i>Vireo pallens</i>	Vireo manglero	



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Familia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
	<i>Hylophilus ochraceiceps</i>	Verdillo ocre	
Poliptilidae	<i>Poliptila plumbea</i>	Perlita tropical	
Thraupidae	<i>Eucometis penicillata</i>	Tangara cabeza gris	
Tyrannidae	<i>Onychorhynchus coronatus</i>	Mosquero real	Peligro de extinción
Cathartidae	<i>Sarcoramphus papa</i>	Zopilote rey	
<b>Mamíferos</b>			
Muridae	<i>Oryzomys couesi</i>	Ratón arrocero de Coess	Amenazada
Phyllostomidae	<i>Lophostoma evotis</i>	Murciélago de oreja redonda de Davis	
Procyonidae	<i>Potos flavus</i>	Martucha	Protección especial
Cebidae	<i>Ateles geoffroyi</i>	Mono araña	Peligro de extinción
	<i>Alouatta pigra</i>	Mono aullador	
Felidae	<i>Panthera onca</i>	Jaguar	
Tapiridae	<i>Tapirus bairdii</i>	Tapir	

La estancia del personal y el transporte de insumos y materiales tendrán un impacto sobre estas especies como adverso, bajo, puntual, permanente y mitigable.

### V.3.12 Disminución de la calidad del paisaje

El paisaje de la zona se verá afectado por la construcción y operación del Proyecto, este impacto es acumulativo con la infraestructura carretera y eléctrica existente. Las actividades que más afectarán al paisaje son el desmonte a matarrasa ya que se eliminará la cubierta vegetal en el derecho de vía de la L.T. Xpujil - Xul Ha al igual que el mantenimiento periódico del derecho de vía, que evitará la regeneración completa de la vegetación. El impacto se evaluó como adverso alto, local, permanente y mitigable.

Durante la preparación del sitio y construcción habrá impactos al paisaje por la presencia de maquinaria y equipo, materiales e insumos los cuales tendrán un impacto adverso bajo, moderado, puntual y no mitigable.



El mayor impacto al paisaje se considera por la operación del Proyecto, es derivado de la instalación de las estructuras de gran altura y el cableado. El impacto se evaluó como adverso alto, local, permanente y mitigable.

### V.3.13 Incremento en la calidad de vida

La economía local se verá beneficiada por la generación de empleos y por lo tanto la calidad de vida de las localidades cercanas, aunque de forma temporal. Otras actividades que tendrán un impacto en la economía local por la adquisición y transporte de insumos para la construcción que serán obtenidos en casas de materiales de las localidades cercanas. Los beneficios que se puedan obtener durante la preparación del sitio y construcción de la línea son de carácter temporal por lo que se evaluó un impacto benéfico, bajo y temporal.

### V.3.14 Mejoramiento y ampliación de la infraestructura eléctrica

La construcción y operación de la L.T. Xpujil - Xul Ha tiene como finalidad realizar el suministro de la energía eléctrica a las poblaciones existentes en la zona de influencia del proyecto en donde existen deficiencias en el suministro de este servicio a la población. Además de que permitirá el "cierre" del anillo de transmisión Escárcega – Xul Há – Ticul, lo cual servirá para garantizar vías de suministro alternas a las existentes para los estados de Campeche, Yucatán y Quintana Roo y garantizar la continuidad de la transmisión de energía eléctrica a nivel regional. Se evaluó como un impacto benéfico, alto, regional y permanente.

## V.4 IMPACTOS RESIDUALES

De acuerdo a lo establecido en el Artículo 3º fracción X del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en materia de Evaluación del Impacto Ambiental; define como impacto residual: “*El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación*”. El desmonte de 271.11 has será un impacto residual del proyecto.



## V.5 IMPACTOS ACUMULATIVOS

El Proyecto desmontará una superficie de 271.11 has esto indudablemente se acumulará a la disminución de la cobertura que ya existe en el SAR y a la afectación al hábitat de la fauna silvestre.

## V.6 CONCLUSIONES

El Proyecto tendrá un impacto sobre los factores abióticos (calidad del aire, ruido, características fisicoquímicas del suelo modificación del patrón de drenaje, afectación a la calidad del agua etc) adversos bajos, en su mayoría temporales y mitigables.

A pesar de que la vegetación del SAR del Proyecto está ampliamente fragmentada y ha sido impactada por actividades agropecuarias, el proyecto disminuirá el tamaño poblacional de algunos componentes importantes: árboles en etapa reproductiva mayor de 3 m de altura, en el área de la línea de transmisión, así como epífitas (orquídeas y bromelias) que se encuentren también en la línea de transmisión.

El desmonte-despalme a matarrasa será la actividad que principalmente afectará a la vegetación, ya que consiste en la eliminación total de la cubierta vegetal, incluyendo la capa superficial de suelo, para lo cual se utiliza un tractor sobre ruedas o sobre oruga de metal, habilitado con pala mecánica, por lo que deberán rescatarse los organismos de las especies reportadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como las orquídeas y bromelias.

La potencial dispersión de las esporas de *Pteridium caudatum* considerada como especie invasora por el uso de la maquinaria es otro de los impactos adversos relevantes que podrían afectar a la distribución y abundancia de las especies características de la selva baja y mediana subperennifolia, incluyendo las especies en estatus de conservación.

Otras actividades que se desarrollarán tendrán un bajo impacto en la vegetación, pero deben realizarse cuidadosamente para no impactar la vegetación que se encuentra fuera del derecho de vía de la línea de transmisión.



La mayoría de los impactos identificados sobre la fauna silvestre se evaluaron como adversos moderados principalmente por la pérdida del hábitat. Los impactos adversos más relevantes son el desmonte a matarrasa, es la actividad que afectará en mayor grado a los distintos grupos de vertebrados (anfibios, reptiles, aves y mamíferos), por la pérdida de hábitat, ya que esta será una afectación permanente, este impacto también se presentará por la tala y poda selectiva y por la habilitación de caminos de acceso en zonas inundables aunque en menor grado.

Para las aves, el efecto del desmonte a matarrasa, la tala y poda selectiva y el uso de maquinaria pesada provocará el desplazamiento de manera temporal de numerosos individuos hacia otros sitios y al término de la actividad se espera retornen al área de influencia. Al igual que el grupo de las aves, los mamíferos se mueven con facilidad ante la presencia humana y se desplazan de la zona. Durante la operación de la línea de transmisión habrá un impacto adverso sobre las aves por potencial choque con el cableado aéreo.

El paisaje del SAR se verá afectado por la introducción de elementos artificiales así como por la disminución de la cobertura vegetal.

La economía local se verá beneficiada por la generación de empleos y por lo tanto la calidad de vida de las localidades cercanas, aunque de forma temporal. Otras actividades que tendrán un impacto en la economía local por la adquisición y transporte de insumos para la construcción que serán obtenidos en casas de materiales de las localidades cercanas. Los beneficios que se puedan obtener durante la preparación del sitio y construcción de la línea son de carácter temporal por lo que se evaluó un impacto benéfico, bajo y temporal.

La operación del proyecto permitiría el "cierre" del anillo de transmisión Escárcega – Xul Há – Ticul, lo cual servirá para garantizar vías de suministro alternas a las existentes para los estados de Campeche, Yucatán y Quintana Roo y garantizar la continuidad de la transmisión de energía eléctrica a nivel regional.



---

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Además de completar el “anillo” mencionado, el proyecto permitiría reforzar el enlace del sistema eléctrico peninsular con el sistema eléctrico nacional, incrementando la capacidad de transmisión para satisfacer la demanda de los Estados de Campeche y Quintana Roo en apoyo del desarrollo de los municipios que la integran, así como aumentar la capacidad de la infraestructura de transmisión de energía eléctrica, de tal manera que permita atender a mediano y largo plazo la demanda del servicio de suministro de energía eléctrica a nivel regional.






---

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

---

## VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

REGIONAL .....	1
VI.1 Programa de manejo ambiental .....	1
VI.2 Seguimiento de control y monitoreo .....	26
VI.3 Información necesaria para la fijación de montos para fianzas .....	26

### TABLAS

Tabla VI.1 Subprogramas que integra el Programa de Manejo Ambiental .....	1
Tabla VI.2 Tipos de medidas de mitigación .....	3
Tabla VI.3 Medidas de mitigación propuestas para el proyecto L.T. Xpujil - Xul Ha. ....	4



## VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

De acuerdo con la legislación ambiental las medidas de prevención y mitigación son el conjunto de disposiciones y acciones anticipadas que tienen por objeto evitar o reducir los impactos ambientales que pudieran ocurrir en cualquier etapa de desarrollo de una obra o actividad.

En el presente capítulo se incluye la aplicación del Programa de Manejo Ambiental y subprogramas que incluyen las medidas de mitigación para minimizar los impactos adversos identificados y que podrían presentarse durante las diversas etapas del proyecto.

### VI.1 PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL

El Programa de Manejo Ambiental es una herramienta básica cuyo propósito final es cumplir con el control ambiental mediante la aplicación de medidas, métodos y sistemas necesarios para el cumplimiento de las disposiciones jurídicas y normativas en la materia, así como las medidas de mitigación propuestas.

El Programa de Manejo Ambiental contempla los siguientes subprogramas a fin de hacer del proyecto ambientalmente factible.

**Tabla VI.1 Subprogramas que integra el Programa de Manejo Ambiental**

Subprograma	Objetivo
Calidad del aire y acústica	Prevenir y minimizar la dispersión de partículas y emisiones de gases de combustión que disminuya la calidad del aire. Prevenir y minimizar las emisiones de ruido.
Conservación de la estructura y características fisicoquímicas del suelo	Conservar el suelo fértil y garantizar que los suelos no serán contaminados por malas prácticas (derrames de grasas, aceites y combustibles, etc.). Prevenir y minimizar la pérdida de los suelos y de los procesos erosivos que podrían presentarse por motivo de las actividades de preparación del sitio y construcción del Proyecto.
Manejo de residuos sólidos	Prevenir y minimizar la generación de residuos sólidos, así como asegurar el manejo adecuado que incluye, separación, reuso, almacenamiento y disposición final para evitar la contaminación del



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

**Tabla VI.1 Subprogramas que integra el Programa de Manejo Ambiental**

Subprograma	Objetivo
	suelo y agua.
Manejo de residuos peligrosos	Prevenir y minimizar la generación de residuos peligrosos, así como asegurar el manejo adecuado que incluye, separación, reuso, almacenamiento y disposición final para evitar la contaminación del suelo y agua cumpliendo con la normatividad ambiental vigente y aplicable al proyecto.
Manejo sustentable del agua y conservación de la calidad	Garantizar la calidad del agua de las áreas inundables, ríos y arroyos que serán atravesados por el Proyecto.
Conservación de flora y fauna silvestre	Compensar la disminución de la cobertura vegetal y mitigar los efectos negativos sobre las especies de fauna y flora existentes, poniendo especial énfasis aquellas especies relevantes para la conservación.
Restauración integral	Realizar acciones de compensación por la disminución de la cobertura vegetal debido al desmonte que requiere la ejecución del proyecto y la consecuente pérdida de servicios ambientales.
Educación Ambiental	Concientizar a los trabajadores sobre la importancia de la conservación de los recursos naturales, agua, suelo, aire, vegetación y fauna.

En cada uno de los subprogramas planteados dentro del Programa de Manejo Ambiental se establecieron los indicadores de seguimiento a fin de garantizar el cumplimiento del objetivo planteado en cada uno de ellos.

En los subprogramas planteados se establecen medidas de mitigación para cada uno de los impactos ambientales identificados y evaluados en el capítulo anterior, las medidas de mitigación se clasifican de acuerdo a su objetivo y tiempo de implementación, en medidas de prevención, mitigación, control y restauración, en la siguiente tabla se describen los objetivos de cada una y su implementación.



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

**Tabla VI.2 Tipos de medidas de mitigación.**

Tipo de medida	Objetivo	Tiempo de implementación
Prevención	Evitar actividades que puedan resultar en impactos negativos sobre los componentes ambientales.	Anterior a la ejecución de la actividad que puede generar el impacto.
Mitigación	Minimizar el grado, la extensión, magnitud o duración del impacto negativo sobre algún elemento del ecosistema.	Anterior, durante y posterior a la ejecución de la actividad que genera el impacto.
Control	Asegurar el cumplimiento de las acciones correctivas sobre factores ambientales o acciones del proyecto, para lograr sus objetivos.	Durante la ejecución de la actividad y posterior a ella, hasta lograr el objetivo.
Compensación o Restauración	Compensar o restaurar los impactos negativos a través de acciones enfocadas a la remediación de algún componente del ecosistema afectado por las actividades propias del proyecto para que vuelva su estado original.	Posterior a la ejecución de la actividad que genera el impacto, con el fin de restituir en lo posible las condiciones originales.

En la Tabla VI.5 se presentan las medidas de mitigación propuestas en cada subprograma, así como el indicador de seguimiento, forma de supervisión y etapa de implementación.

Cabe destacar que algunas medidas de mitigación son aplicables para prevenir, minimizar o compensar diferentes impactos, así por ejemplo el mantenimiento de la maquinaria y equipo utilizado permite minimizar el riesgo de contaminación del suelo, agua además de que contribuye a minimizar la disminución de la calidad acústica.



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Tabla VI.3 Medidas de mitigación propuestas para el proyecto L.T. Xpujil - Xul Ha.

Impacto ambiental	Tipo y descripción de la medida de mitigación	Indicador de seguimiento	Forma de supervisión y cumplimiento	Etapas de implementación
<b>Subprograma Calidad del Aire y Acústica</b>				
Modificación de la calidad del aire	<p><u>Medidas de prevención y control:</u></p> <p>Para el control de las emisiones a la atmósfera se llevarán a cabo las siguientes actividades:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Se hará un inventario de los vehículos y maquinaria que se utilizarán durante la etapa de preparación del sitio y construcción, se llevará un registro del mantenimiento recibido a fin de garantizar que se encuentran en buen estado. Lo anterior aplica también a los motores de combustión interna de las plantas de emergencia.</li> </ul>	No. de mantenimientos vehiculares programados/ No. de mantenimientos vehiculares realizados	Bitácora del equipo y maquinaria usada, tipo de mantenimiento realizado y fecha de ejecución.	Preparación del sitio y construcción
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los equipos utilizados en las diferentes etapas de construcción de la obra considerarán las recomendaciones del fabricante, a fin de garantizar el funcionamiento óptimo de los equipos.</li> </ul>	Cumplimiento- No cumplimiento	Bitácora del equipo y maquinaria usada, tipo de mantenimiento realizado y fecha de ejecución.	Preparación del sitio y construcción
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Para minimizar la emisión de polvos generados por el tránsito de vehículos se establecerá como velocidad máxima permisible de 20 km/h en los caminos de terracería.</li> </ul>	No. de inspecciones realizadas / No. de inspecciones realizadas con incidentes	Se realizarán inspecciones periódicas. Se registrará en bitácora las inspecciones realizadas y en su caso cualquier incidente	Preparación del sitio y construcción
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los camiones que transporten material granular serán cubiertos con lonas para evitar la dispersión de partículas.</li> </ul>	No de camiones con n/ No de camiones con material que ingresan al sitio de construcción con lona	Bitácora de registro del número de camiones utilizados y con uso de lona.	Preparación del sitio y construcción



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Impacto ambiental	Tipo y descripción de la medida de mitigación	Indicador de seguimiento	Forma de supervisión y cumplimiento	Etapas de implementación
<b>Subprograma Calidad del Aire y Acústica (continuación)</b>				
Modificación de la calidad del aire (continuación)	- Se realizará el riego periódico de las áreas desmontadas para disminuir las fuentes de emisión de polvos. Esto se llevará a cabo principalmente durante la época de secas.	No. de riegos programados/ No. de riegos realizados	Bitácora de registro del número de pipas utilizadas. Se registrará el día y número de pipas contratadas.	Preparación del sitio y construcción
	- Se prohibirá la quema de residuos sólidos incluyendo los residuos vegetales producto del desmonte, sólidos y/o peligrosos, como cartón, mecate, embalajes, estopas, guantes, trapos, etc. y materiales impregnados con grasa, solventes y/o aceites generados.	Cumplimiento - No cumplimiento	Bitácora de registro de disposición final de todos los residuos generados durante la construcción del Proyecto. Se hará un archivo con los comprobantes correspondientes.	Preparación del sitio y construcción
Modificación de la calidad acústica	<u>Medidas de prevención y control</u> - Mantenimiento periódico del equipo y maquinaria. - Uso de silenciadores en el equipo y maquinaria cuando sea necesario.	No. de mantenimientos vehiculares programados/ No. de mantenimientos vehiculares realizados	Bitácora del equipo y maquinaria usada, tipo de mantenimiento realizado y fecha de ejecución.  El cumplimiento se verificará de acuerdo a lo establecido en las NOM-080-SEMARNAT-1994.	Todas las etapas





MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Impacto ambiental	Tipo y descripción de la medida de mitigación	Indicador de seguimiento	Forma de supervisión y cumplimiento	Etapas de implementación
<b>Subprograma Conservación de la Estructura y Características Físicoquímicas del Suelo (continuación)</b>				
Pérdida de suelo fértil	<p><u>Medidas de prevención y control</u></p> <p>A continuación se describen las medidas de mitigación que se llevarán a cabo para minimizar la pérdida de suelos fértiles:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Se delimitarán previamente las áreas en donde se llevarán a cabo las obras de desmonte y despalme. Por ningún motivo se realizarán estas actividades fuera de las áreas delimitadas. La delimitación física de estas áreas se deberá realizar antes del desmonte.</li> </ul>	Superficie (has)	<p>Se realizarán inspecciones periódicas para garantizar que no se afectan áreas adicionales fuera del derecho de vía. Se registrará en bitácora las inspecciones realizadas y en su caso se registrará cualquier incidente</p> <p>El indicador no deberá superar la superficie delimitada para el Área del Proyecto: 271.11 Has</p>	Preparación del sitio y construcción
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El material producto del desmonte, será cortado en trozos pequeños y depositado en el derecho de vía sin formar apilamientos, con el fin de evitar la lixiviación de nutrientes por el efecto de la lluvia y disminuir la pérdida de suelo por el erosión hídrica, favoreciendo así la reintegración de la materia orgánica al suelo.</li> </ul>	Cumplimiento - No cumplimiento	<p>Se realizarán inspecciones en el derecho de vía.</p> <p>Se registrará en bitácora las inspecciones realizadas y en su caso se registrará cualquier incidente</p>	Preparación del sitio y construcción



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Impacto ambiental	Tipo y descripción de la medida de mitigación	Indicador de seguimiento	Forma de supervisión y cumplimiento	Etapas de implementación
<b>Subprograma Conservación de la Estructura y Características Físicoquímicas del Suelo (continuación)</b>				
Pérdida de suelo fértil	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La capa de suelo fértil será recuperada una vez que se realice el desmonte, NO se mezclará con el suelo inerte subyacente y se colocará en una superficie previamente establecida, protegiéndolo de la erosión. Este suelo será utilizado posteriormente para la revegetación en las áreas de afectación temporal. No se recuperará el suelo en los sitios que se identifique menos de 10 centímetros de espesor promedio de capa de suelo vegetal.</li> <li>- El suelo fértil será utilizado para restaurar las áreas de afectación temporal.</li> </ul>	Volumen (m <sup>3</sup> )	Bitácora de registro de los volúmenes recuperados y ubicación de los sitios en donde se almacenan.	Preparación del sitio y construcción
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Por ningún motivo se afectará a la vegetación que colinda con el derecho de vía de la línea de transmisión, principalmente el estrato arbóreo ya que este contribuye a la protección del Área del Proyecto a la erosión eólica. Se delimitarán previamente las áreas a desmontar.</li> </ul>	Superficie (has).	Se realizarán inspecciones periódicas a los largo del derecho de vía El indicador no deberá superar la superficie delimitada para el Área del Proyecto: 271.11 Has	Preparación del sitio y construcción



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Impacto ambiental	Tipo y descripción de la medida de mitigación	Indicador de seguimiento	Forma de supervisión y cumplimiento	Etapas de implementación
<b>Subprograma Conservación de la Estructura y Características Físicoquímicas del Suelo (continuación)</b>				
Pérdida de suelo fértil	- En las áreas identificadas como de Tierras Frágiles, se tratará de evitar al máximo la implementación de torres o áreas de relleno (principalmente en el área de sabana o zonas inundables).	No de torres colocadas en zonas inundables y/o sabana	Se realizarán inspecciones en el derecho de vía donde se registran las zonas inundables y la sabana.	Preparación del sitio y construcción
	- En las áreas donde se encuentren las pendientes más pronunciadas se implementarán zanjas de captación a lo largo de la pendiente, con una profundidad mínima de 50 cm y una longitud de al menos 1m. Estas zanjas tendrán la función de captar agua pluvial y disminuir la erosión hídrica que ocasiona la escorrentía.	No de zanjas, acorde a la topografía del terreno	Planos de ubicación conforme a la cartografía de tierras frágiles y áreas con mayor pendiente	Preparación del sitio y construcción
	- Se realizará un monitoreo al año después de terminar la construcción del proyecto para determinar si el suelo se ha cubierto nuevamente de vegetación que lo proteja de la erosión, en caso de contrario se implementará un programa de reforestación con especies nativas que no interfieran con la operación del Proyecto.	Cumplimiento - No cumplimiento	Reporte del monitoreo realizado	Operación y mantenimiento



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Impacto ambiental	Tipo y descripción de la medida de mitigación	Indicador de seguimiento	Forma de supervisión y cumplimiento	Etapas de implementación
<b>Subprograma Conservación de la Estructura y Características Fisicoquímicas del Suelo (continuación)</b>				
Contaminación del suelo	<u>Medidas de prevención y control</u> - Para minimizar el riesgo de contaminación del suelo por la operación del equipo y maquinaria se realizará mantenimiento preventivo y correctivo a la maquinaria que se utilice a fin de garantizar que se encuentre en las mejores condiciones mecánicas posibles. Con ello se minimizarán los derrames al suelo.	No. de mantenimientos vehiculares programados/ No. de mantenimientos vehiculares realizados	Bitácora de registro del mantenimiento de la maquinaria y equipo utilizado.	Preparación del sitio y construcción
	- Para minimizar el riesgo de contaminación del suelo por derrames no se realizarán mantenimientos a vehículos en el derecho de vía.	Cumplimiento - No cumplimiento	Bitácora de registro de	
Contaminación del suelo	- Los camiones que realizan la carga de combustible deberán contar con un kit de contención de derrames que al menos debe incluir una lona impermeable, charolas de contención y embudos para hacer los cambios del líquido.	Cumplimiento - No cumplimiento	Bitácora de registro de camiones con el kit de contención de derrames.	Preparación del sitio y construcción
	<u>Medida de restauración</u> - En caso de que exista un derrame sobre el suelo éste será recuperado y dispuesto como un residuo peligroso en sitios autorizados, cumpliendo con lo establecido en la normatividad vigente.	No. de incidentes ocurridos/Número de incidentes atendidos	Bitácora de registro de los incidentes y comprobantes de la disposición final de los residuos.	Todas las etapas



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Impacto ambiental	Tipo y descripción de la medida de mitigación	Indicador de seguimiento	Forma de supervisión y cumplimiento	Etapas de implementación
<b>Subprograma Manejo de Residuos Sólidos</b>				
Contaminación del suelo	- Para controlar los residuos sanitarios se contratarán baños portátiles, uno por cada diez trabajadores.	No. de sanitarios/No. de trabajadores	Bitácora del registro de sanitarios contratados	Preparación del sitio y construcción
	- Se contratará una empresa para su mantenimiento periódico, la disposición final de los residuos estará a cargo de la empresa contratada y lo realizará en un sitio autorizado.	No de mantenimientos programados/ No. de mantenimientos realizados	Bitácora del registro de mantenimiento de los sanitarios y comprobantes de la disposición final de los residuos.	Preparación del sitio y construcción
Contaminación del suelo	En las áreas de trabajo se llevará a cabo el manejo de los residuos sólidos de la siguiente forma: - Se colocarán contenedores adecuados, suficientes y señalados para la colocación y separación de los diferentes tipos de desperdicios que se generen. La identificación mediante colores y letreros indicativos permitirá una separación inicial de residuos para posteriormente reciclar o reusar. - Los residuos sólidos se clasificarán y se separarán en: residuos orgánicos (restos de comida), inorgánicos (botellas y empaques plásticos) y reciclables (papel, latas de aluminio, vidrio, metal y madera).	No. de contenedores existentes/ No. de contenedores debidamente identificados (por tipo de residuos).	Se llevará una bitácora del registro del manejo de los residuos acompañado con el archivo con los comprobantes de disposición final.	Preparación del sitio y construcción
	- Los residuos serán trasladados periódicamente a un sitio autorizado; previa gestión con el municipio.	No. de traslados	Bitácora de registro y comprobantes de la disposición de los residuos.	Preparación del sitio y construcción
	- Al término de la construcción del Proyecto se llevará a cabo la limpieza de todo el sitio.	Cumplimiento - No cumplimiento.	Se llevará a cabo un recorrido al término de la construcción del Proyecto. Registro en bitácora y anexo fotográfico.	Preparación del sitio y construcción



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Impacto ambiental	Tipo y descripción de la medida de mitigación	Indicador de seguimiento	Forma de supervisión y cumplimiento	Etapas de implementación
<b>Subprograma Manejo de Residuos Peligrosos</b>				
Contaminación del suelo	<p>En las áreas de trabajo se llevará a cabo el manejo de los residuos peligrosos de acuerdo a lo establecido en la normatividad ambiental vigente, a fin de evitar la contaminación del suelo. Algunas de las actividades más relevante que se llevarán a cabo son las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Para la disposición final de los residuos peligrosos se contratará a una empresa debidamente autorizada por la SEMARNAT. Los residuos peligrosos serán enviados fuera del área del proyecto periódicamente de acuerdo a la normativa vigente y aplicable.</li> <li>- Los contenedores de aceite, combustibles, y otras sustancias líquidas peligrosas, se establecerán contenedores sobre recipientes portátiles para contener derrames.</li> <li>- Los sobrantes de aceites, estopas contaminadas con sustancias o residuos peligrosos, deberán almacenarse temporalmente bajo las condiciones que establece la normatividad ambiental vigente.</li> </ul>	Volumen de residuos peligrosos generados/ cantidad de residuos peligrosos debidamente dispuestos.	<p>Se realizará el cotejo de los residuos generados de acuerdo a la bitácora del almacén temporal de residuos peligrosos que se instale <i>ex profeso</i> con los manifiestos entregados por la empresa contratada.</p> <p>Se mantendrán los registros y documentación probatoria, como lo establece la Ley General para la Prevención de Gestión Integral de los Residuos respecto a la generación, transporte y disposición de los residuos peligrosos.</p>	Preparación del sitio y construcción
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El manejo y traslado de los residuos considerados como peligrosos se ajustarán a las normas oficiales mexicanas.</li> </ul>	No. de recolecciones programadas./No. de recolecciones realizadas.	Comprobantes del transporte y disposición final de los residuos.	Preparación del sitio y construcción
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Al término de la operación y construcción, el sitio de obra debe quedar libre de todo tipo de residuo.</li> </ul>	Cumplimiento - No cumplimiento	<p>Recorrido al término de la construcción del Proyecto. Anexo fotográfico.</p> <p>Registro en bitácora y anexo fotográfico.</p>	Preparación del sitio y construcción





MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Impacto ambiental	Tipo y descripción de la medida de mitigación	Indicador de seguimiento	Forma de supervisión y cumplimiento	Etapas de implementación
<b>Subprograma Manejo Sustentable del Agua y Conservación de la Calidad del Agua</b>				
Modificación del patrón de drenaje pluvial	<p><u>Medida de prevención y control</u></p> <p>A continuación se describen las medidas planteadas para minimizar y controlar las afectaciones al patrón de drenaje.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Se delimitará previamente las áreas en donde se llevará a cabo las obras de excavación o barrenación y anclaje. Por ningún motivo se realizarán estas actividades fuera de las áreas delimitadas.</li> </ul>	Superficie (has).	<p>Se realizarán inspecciones periódicas para garantizar que no se afectan áreas adicionales. Se registrará en bitácora las inspecciones realizadas y/o cualquier incidente que ocurra.</p> <p>El indicador no deberá superar la superficie delimitada para el Área del Proyecto: 271..11 Has</p>	Preparación del sitio y construcción
Modificación del patrón de drenaje pluvial	<p><u>Medida de prevención y control</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- No se acumulará material (residuos vegetales, suelo fértil, material de corte, etc) sobre los cauces de los arroyos intermitentes.</li> </ul>	Cumplimiento - No cumplimiento	<p>Bitácora con el registro de la disposición de todos los residuos generados y comprobantes.</p> <p>Se realizarán inspecciones periódicas sobre los cauces para garantizar que no se está disponiendo residuos sobre ellos. Esto se registrará en una bitácora.</p> <p>El material vegetal será picado y esparcido sobre el derecho de vía para evitar la interrupción de flujos hidrológicos.</p>	Preparación del sitio y construcción



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Impacto ambiental	Tipo y descripción de la medida de mitigación	Indicador de seguimiento	Forma de supervisión y cumplimiento	Etapas de implementación
<b>Subprograma Manejo Sustentable del Agua y Conservación de la Calidad del Agua (continuación)</b>				
Modificación de zonas inundables, cauces de arroyos	<u>Medida de prevención y control</u> En donde sea factible se evitará la cimentación y establecimiento de torres en zonas inundables con el fin de reducir el impacto en la vegetación de ese tipo de área.	No de torres instaladas/ No de torres instaladas en áreas inundables	Planos de ubicación de las torres, áreas inundables y arroyos para verificar que se minimizo su afectación	Preparación del sitio y construcción
Contaminación del agua	<u>Medida de prevención y control</u> - No se dispondrá ningún tipo de residuo en los cauces de ríos, arroyos intermitentes y zonas inundables.	Cumplimiento - No cumplimiento	Bitácora con el registro de la disposición de todos los residuos generados y comprobantes. Se realizarán inspecciones periódicas sobre los cauces para garantizar que no se está disponiendo residuos sobre ellos. Esto se registrará en una bitácora.	Preparación del sitio y construcción
	<u>Medida de prevención y control</u> - Para controlar los residuos sanitarios se contratarán baños portátiles en proporción de uno por cada diez trabajadores.	No de trabajadores/No de sanitarios contratados	Bitácora con el número de sanitarios contratados	Preparación del sitio y construcción
	- Se contratará una empresa autorizada para la prestación del servicio y el mantenimiento periódico. La disposición final de los residuos estará a cargo de la empresa contratada y lo realizará en un sitio autorizado.	No. de mantenimientos programados/ No. de mantenimientos realizados	Bitácora del registro de mantenimiento de los sanitarios y comprobantes de la disposición final de los residuos	Preparación del sitio y construcción



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Impacto ambiental	Tipo y descripción de la medida de mitigación	Indicador de seguimiento	Forma de supervisión y cumplimiento	Etapas de implementación
<b>Subprograma Manejo Sustentable del Agua y Conservación de la Calidad del Agua (continuación)</b>				
Contaminación del agua	- Para minimizar el riesgo de contaminación del agua de escurrimientos, arroyos y zonas inundables por la operación del equipo y maquinaria, se programará y realizará mantenimiento preventivo y correctivo a la maquinaria que se utilice a fin de garantizar que se encuentre en las mejores condiciones mecánicas posibles. Con ello se minimizarán los derrames.	No. de mantenimientos vehiculares programados/ No. de mantenimientos vehiculares realizados	Bitácora de registro del mantenimiento de la maquinaria y equipo utilizado.	Preparación del sitio y construcción
<b>Subprograma de Conservación de Flora y Fauna Silvestre</b>				
Disminución de la cobertura vegetal y hábitat de la fauna silvestre	<u>Medida de prevención y control</u> - Se realizará un manejo de vegetación encaminado a reducir al mínimo la afectación de la vegetación. Este esquema se ilustra en la Figura II.4 en el Capítulo II. Para garantizar que se respeten las áreas delimitadas para la construcción del proyecto, se mantendrá supervisión durante toda su construcción, incluyendo durante la actividad de desmontes. Por ningún motivo se hará desmonte fuera del derecho de vía.	Superficie (has)	Se realizarán inspecciones periódicas El indicador no deberá superar la superficie delimitada para el Área del Proyecto: 271.11 Has).	Preparación del sitio y construcción
	- Las actividades de desmonte se realizarán de manera direccional en las áreas con vegetación de selva mediana y baja subperennifolia, a fin de limitar la afectación en el derecho de vía. - El material producto del desmonte, será cortado en trozos pequeños y depositado en el derecho de vía sin formar apilamientos, con el fin de evitar la lixiviación de nutrientes por el efecto de la lluvia y la pérdida de suelo por el viento, favoreciendo así la reintegración de la materia orgánica al suelo. Por ningún motivo este material será incinerado.	Cumplimiento - No cumplimiento	Se realizarán inspecciones periódicas. El indicador no deberá superar la superficie delimitada para el Área del Proyecto: 271.11 Has	Preparación del sitio y construcción



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUIJIL - XUL HA

Impacto ambiental	Tipo y descripción de la medida de mitigación	Indicador de seguimiento	Forma de supervisión y cumplimiento	Etapas de implementación
<b>Subprograma de Conservación de Flora y Fauna Silvestre (continuación)</b>				
Disminución de la cobertura vegetal y hábitat de la fauna silvestre	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El desmonte se realizará con herramienta manual (hachas, motosierras y machetes) de manera inmediata a la entrada del tractor, para disminuir el riesgo de incendios cuando el material se seque.</li> <li>- En donde sea factible se evitará la cimentación y establecimiento de torres en áreas inundables y en la sabana, con el fin de reducir el impacto en este tipo de vegetación.</li> </ul>	Cumplimiento - No cumplimiento	<p>Se realizarán inspecciones periódicas.</p> <p>El indicador no deberá superar la superficie delimitada para el Área del Proyecto: 271.11 Has</p>	Preparación del sitio y construcción
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Considerando que en la trayectoria de la L.T. Xpujil- Xul Ha existen áreas cubiertas por <i>Pteridium caudatum</i>, considerada como una especie invasora que afecta la capacidad productiva del suelo, se deberá evitar su propagación limpiando la tierra impregnada en la maquinaria utilizada en el despalme de zonas con abundancia de este helecho, a fin de minimizar la posibilidad de dispersar esporas de esta especie hacia otras zonas. En este único caso, se recomienda para la limpieza de las palas usar una solución química de herbicida (se recomienda 2,4 D amina, Piclorám o Difosfato ), previo visto bueno de la Secretaría. Esta aplicación deberá realizarse en un área donde se colocaría una lona para evitar la infiltración del agua al suelo natural.</li> </ul> <p>El lodo retirado podrá ser tratado con la solución y reintegrado en las áreas desmontadas con antecedentes de cobertura por <i>P. caudatum</i>.</p> <p>La ubicación de las áreas en donde se llevará a cabo esta medida son: X:261602 Y:2045458, X: 262415 Y: 2045338, X:264041 Y:2045098; X:279481 Y:2042815; X:281111 Y:2042580; X:285155 Y:2041983 ; X:290045 Y:2041251; X:307652 Y:204322.</p>	Cumplimiento - No cumplimiento	<p>Bitácora de registro de limpieza de la maquinaria. Se realizarán inspecciones periódicas y reporte fotográfico.</p>	Preparación del sitio y construcción



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Impacto ambiental	Tipo y descripción de la medida de mitigación	Indicador de seguimiento	Forma de supervisión y cumplimiento	Etapas de implementación
<b>Subprograma de Conservación de Flora y Fauna Silvestre (continuación)</b>				
Disminución de la cobertura vegetal y hábitat de la fauna silvestre	<p><u>Medidas de compensación</u></p> <p>A continuación se describen las medidas de compensación por la disminución de la cobertura vegetal.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Se permitirá la regeneración natural de la vegetación dentro del derecho de vía hasta una altura que no interfiera con el cableado aéreo. Esta medida minimizará la erosión debida a la denudación del suelo.</li> </ul>	Superficie (has)	Evidencia fotográfica.	Preparación del sitio y construcción
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se compensará el área desmontada para la ejecución del Proyecto con una superficie equivalente en donde se llevará a cabo acciones de restauración integral ecológica en la zona de conectividad de las reservas de Calakmul y Sian Ka'an en coordinación con la reserva de Calakmul.</li> </ul>	Superficie (has)	<p>Se realizarán informes anuales donde se reportará el éxito de la medida, superficie.</p> <p>En dichos informes se presentarán plano(s) en donde se indiquen las áreas en donde se aplique la medida.</p>	Etapas de operación y mantenimiento



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Impacto ambiental	Tipo y descripción de la medida de mitigación	Indicador de seguimiento	Forma de supervisión y cumplimiento	Etapas de implementación
<b>Subprograma de Conservación de Flora y Fauna Silvestre (continuación)</b>				
Disminución de la cobertura vegetal y hábitat de la fauna silvestre	- Se llevará a cabo el seguimiento de las actividades de restauración al menos durante dos años para garantizar los objetivos planteados en el programa correspondiente.	Valores de diversidad y cobertura vegetal	Monitoreo anual de los indicadores que serán establecido en el programa de Restauración	Etapas de operación y mantenimiento
	- Se realizará la aportación al Fondo Forestal Mexicano (FFM) que se indica en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento. Lo anterior en el entendido que la instancia responsable de la aplicación de los recursos aportados (CONAFOR) los canalizara a medidas de restauración de ecosistemas forestales en la misma zona de influencia del Proyecto.	Cumplimiento - No cumplimiento	Comprobante de la aportación realizada al FFM.	Previo al inicio de construcción de la obra.
Disminución de la abundancia de especies vegetales	- En el área de poda y tala selectiva, se cortarán únicamente los organismos que rebasen los 3 m y que por su altura pudieran interferir con la construcción y operación de la obra. - En el área de desmonte a tocón se dejarán tocones de 60 cm de altura con el fin de propiciar la regeneración de los organismos arbustivos, para evitar la erosión del suelo y la disminución drástica de los tamaños poblacionales de las especies afectadas.	Cumplimiento - No cumplimiento.	El cumplimiento se constatará mediante listas de verificación que se utilizarán para supervisar la realización de las actividades. Se realizarán inspecciones periódicas	Preparación del sitio y construcción





MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Impacto ambiental	Tipo y descripción de la medida de mitigación	Indicador de seguimiento	Forma de supervisión y cumplimiento	Etapas de implementación
<b>Subprograma de Conservación de Flora y Fauna Silvestre (continuación)</b>				
Disminución de la abundancia de especies vegetales.	- En el caso excepcional que se llegará a afectar fuera del derecho de vía se realizarán actividades de restauración en las superficies afectadas.	Superficie (has) afectadas fuera del derecho de vía/Superficie (has) restauradas fuera del derecho de vía	Se realizarán inspecciones periódicas. En caso de registrar una afectación (desmonte) fuera del derecho de vía se registrará en bitácora.  Se realizarán las actividades de restauración en el (las) área(s) afectada(s) y se llevará a cabo el monitoreo para determinar la efectividad de la medida.	Todas las etapas
	- Se realizarán actividades de concienciación del personal tanto de campo como administrativo, mediante pláticas sobre la importancia de la conservación de especies vegetales.	No de pláticas programadas/No de pláticas realizadas	Se registrará en bitácora las pláticas realizadas. Fecha, tema y no de trabajadores que asistieron.	Preparación del sitio y construcción
	- Se realizará la colecta de semillas y partes vegetativas de las especies nativas, con el objetivo de coadyuvar a su preservación y el enriquecimiento de áreas degradadas. Considerando el listado florístico obtenido, las especies en estatus NOM-059-SEMARNAT-2010 registradas para el Sistema Ambiental Regional y el listado de plantas recomendadas para reforestación, propuesto por CONABIO (Vázquez-Yanez, <i>et al.</i> 1999), CONAFOR (2013) y la abundancia de cada especie, se proponen las siguientes especies por tipo de propagación (semillas, plantas, esquejes o su combinación).	Cumplimiento - No cumplimiento	Se registrará en bitácora	Preparación del sitio y construcción



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Impacto ambiental	Tipo y descripción de la medida de mitigación	Indicador de seguimiento	Forma de supervisión y cumplimiento	Etapa de implementación
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>Semillas</u>: <i>Lonchocarpus castilloi</i>, <i>Lonchocarpus xuul</i>, <i>Swartzia cubensis</i>. var. <i>cubensis</i>, <i>Cedrela odorata</i>, <i>Swietenia macrophylla</i>, <i>Ehretia tinifolia</i>, <i>Sabal mexicana</i>, <i>Astronium graveolens</i>, <i>Chamaedorea oblongata</i>, <i>Chamaedorea seifrizii</i>, <i>Tabebuia rosea</i>.</li> <li>- <u>Esquejes y semillas</u>: <i>Spondias mombin</i>, <i>Plumeria obtusa</i> var. <i>sericifolia</i>.</li> <li>- <u>Esquejes</u>: <i>Strophocactus testudo</i>, <i>Selenicereus grandiflorus</i>, <i>Bursera simaruba</i></li> <li>- La selección de especies podrá modificarse con base en el análisis previo, en el Subprograma de conservación de flora y fauna se detallará la forma de rescate, forma de reubicación o propagación (en su caso), así como la densidad esperada de ejemplares a rescatar y propagar. En el caso del rescate con semillas su obtención y cantidad dependerá de la fenología de las especies existentes a lo largo de la trayectoria de la L.T. Xpujil – Xul Ha, y conforme el avance de la obra. En el subprograma se especificará el destino de la colecta de semillas (donación, insumos para el programa de restauración integral etc).</li> </ul>			
<p>Afectación de las especies de flora silvestre en estatus de conservación</p>	<p><u>Medida de mitigación y control</u></p> <p>A continuación se describen las medidas para minimizar y controlar la afectación de las especies de flora silvestre particularmente sobre las especies con algún estatus de conservación.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Se realizará el rescate de los ejemplares completos de especies vegetales incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y endémicas a la península de Yucatán, como <i>Astronium graveolens</i>, <i>Chamaedorea oblongata</i>, <i>Chamaedorea seifrizii</i>, <i>Tabebuia rosea</i>, <i>Cryosophila stauracantha</i>, <i>Zamia prasina</i> susceptibles a ser reubicados. Antes de realizar el rescate se deberá determinar los sitios de reubicación más adecuados</li> </ul>	<p>No. de organismos reubicados</p>	<p>Bitácora del registro de los organismos reubicados, indicando especie, número de organismos reubicados por especie, sitio de reubicación y anexo fotográfico.</p>	<p>Preparación del sitio y construcción</p> <p>Al menos una semana antes de realizar las actividades de desmonte</p>



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUIJIL - XUL HA

Impacto ambiental	Tipo y descripción de la medida de mitigación	Indicador de seguimiento	Forma de supervisión y cumplimiento	Etapas de implementación
	<p>acorde al artículo 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.</p> <p>Se discriminará a aquellos ejemplares que por su talla tuvieran una baja probabilidad de sobrevivencia posterior al trasplante. En general, no se rescatarán ejemplares de más de un metro de altura.</p>			
Afectación de las especies de flora silvestre en estatus de conservación	- Se implementará un programa de monitoreo durante dos años, mediante el cual se evaluará el éxito de reubicación.	Tasa de supervivencia	Monitoreo semestral y reportes de los resultados obtenidos	Durante y después de la construcción del proyecto, una vez realizada la reubicación de ejemplares.
Afectación de las especies de fauna silvestre especialmente especies en estatus de conservación	- No se llevarán a cabo desmontes fuera del Área del Proyecto, ni se utilizará fuego o químicos para realizar los desmontes.	Superficie (has).	Se realizarán inspecciones periódicas. El indicador no deberá superar la superficie delimitada para el Área del Proyecto: 271.11 Has)	Preparación del sitio.
	- El desmonte se hará de forma paulatinamente y de manera direccional con el fin de que la fauna pueda desplazarse hacia las áreas colindantes que no serán afectadas.	Cumplimiento - No cumplimiento	Se realizarán inspecciones periódicas. El cumplimiento se constatará mediante listas de verificación que se utilizarán para supervisar la realización de las actividades.	Preparación del sitio y construcción



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Impacto ambiental	Tipo y descripción de la medida de mitigación	Indicador de seguimiento	Forma de supervisión y cumplimiento	Etapas de implementación
<b>Subprograma de Conservación de flora y fauna silvestre (continuación)</b>				
Afectación de las especies de fauna silvestre especialmente especies en estatus de conservación	- Se harán recorridos en las áreas que serán desmontadas para realizar actividades de ahuyentamiento para que la fauna silvestre se desplace a las áreas colindantes.	Cumplimiento - No cumplimiento.	Se realizarán inspecciones periódicas El cumplimiento se constatará mediante listas de verificación que se utilizarán para supervisar la realización de las actividades	Preparación del sitio. Una semana antes de realizar las actividades de desmonte
Afectación de las especies de fauna silvestre especialmente especies en estatus de conservación	- Se colocarán y mantendrán los dispositivos conocidos como Disuasores de Vuelo de Aves (BFD's, BirdFlightDiverter) en los cables de guarda en las áreas son cercanas a cuerpos de agua permanentes sobre el derecho de vía del Proyecto.	No de dispositivos a instalar/No de dispositivos instalados	Se registrará en una bitácora la ubicación de cada dispositivo El número de dispositivos a instalar se estimará con base a las especificaciones del fabricante, dependiendo el tipo de dispositivo.	Preparación del sitio y construcción
	- En donde sea factible se evitará la cimentación y establecimiento de torres en zonas inundables y/o sabana con el fin de reducir el impacto en la vegetación de ese tipo de área.	No de torres instaladas/ No de torres instaladas en áreas inundables	Plano con la ubicación de las torres antes de iniciar la construcción. Se registrará en una bitácora la ubicación de cada torre.	Preparación del sitio y construcción
	- El tránsito de los vehículos que trasladen los materiales e insumos circulará a baja velocidad para disminuir el riesgo de atropellamiento, sobre todo para las especies de lento desplazamiento.	Cumplimiento - No cumplimiento	Bitácora con el registro de organismos atropellados. Se realizarán inspecciones periódicas.	Preparación del sitio y construcción



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Impacto ambiental	Tipo y descripción de la medida de mitigación	Indicador de seguimiento	Forma de supervisión y cumplimiento	Etapa de implementación
<b>Subprograma de Conservación de flora y fauna silvestre (continuación)</b>				
<p>Afectación de las especies de fauna silvestre especialmente especies en estatus de conservación</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Durante cada una de las etapas del proceso constructivo se contará con la presencia de profesionistas capacitados para realizar el rescate de especies de fauna de lento desplazamiento <i>in situ</i>. En el caso de que exista más de un frente de trabajo, en cada uno de estos se asignará a un equipo de trabajo especializado en fauna silvestre.</li> <li>- En forma previa, al menos 20 días antes a las actividades de desmonte a matarasa y bajo la vigilancia de un profesionista del área de las ciencias ambientales (biólogo, ecólogo o zoólogo), se realizara actividades de Rescate y Reubicación de individuos de fauna silvestre, particularmente de aquellas especies que se caracterizan por ser de lento desplazamiento (grupos de anfibios, reptiles y pequeños mamíferos) así como de las especies en algún estatus dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.</li> <li>- Cabe destacar que se entiende como rescate las actividades de captura (manual o por medios mecánicos) de la mayor cantidad posible de individuos de los grupos señalados anteriormente. Las acciones de captura y reubicación deberán ser realizadas por profesionales especializados (biólogos o zoólogos) en estos grupos que garanticen un manejo adecuado de los especímenes.</li> <li>- Por ningún motivo se podrá iniciar, ni continuar la construcción de la obra sin realizar el rescate de fauna.</li> </ul>	<p>No de individuos rescatados y reubicados por frente de trabajo.</p>	<p>Se realizarán inspecciones periódicas para la detección de organismos susceptibles de ser rescatados.</p> <p>Se registrará en una bitácora la ubicación de cada organismo rescatado, registrando las coordenadas del sitio de extracción, reubicación sustentado con reporte fotográfico</p>	<p>Preparación del sitio y construcción</p>



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Impacto ambiental	Tipo y descripción de la medida de mitigación	Indicador de seguimiento	Forma de supervisión y cumplimiento	Etapas de implementación
<b>Subprograma de Conservación de flora y fauna silvestre (continuación)</b>				
Afectación de las especies de fauna silvestre especialmente especies en estatus de conservación (continuación)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Previo al rescate de fauna silvestre se realizará una evaluación minuciosa de los posibles sitios de reubicación de los especímenes.</li> <li>- La reubicación se realizará en ambientes similares de donde fueron extraídos; la distancia mínima de reubicación debe ser de 1 km para pequeñas especies con un rango de hábitat entre 100 y 500 m como por ejemplo anfibios, reptiles y pequeños mamíferos y para mamíferos medianos y grandes cuyo rango de hábitat es mayor a 1 km la distancia mínima de reubicación de 2 km.</li> </ul>	No de sitios identificados	Plano con la ubicación de los sitios identificados a lo largo de la línea de transmisión	Preparación del sitio y construcción
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se realizarán actividades de concientización del personal tanto de campo como administrativo, mediante pláticas sobre la importancia de la conservación de especies así como de su hábitat.</li> </ul>	No de pláticas programadas/No de pláticas realizadas	Se incluirán estas pláticas en el programa de capacitación del personal.	Preparación del sitio y construcción
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se realizarán actividades de vigilancia durante la construcción para evitar que los trabajadores incurran en aprovechamiento y/o comercialización de alguna especie.</li> </ul>	Cumplimiento/No cumplimiento	Se realizarán inspecciones periódicas y registro de incidentes.	Preparación del sitio y construcción





MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Impacto ambiental	Tipo y descripción de la medida de mitigación	Indicador de seguimiento	Forma de supervisión y cumplimiento	Etapas de implementación
<b>Subprograma de Conservación de flora y fauna silvestre (continuación)</b>				
Afectación de las especies de fauna silvestre especialmente especies en estatus de conservación (continuación)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Para verificar el éxito del rescate y reubicación se realizará el monitoreo de los grupos de anfibios, reptiles, aves y mamíferos posteriores a la terminación de la obra. El monitoreo se realizará un mes después de la terminación de la obra y al menos durante dos años en cada una de las épocas climáticas (seca, lluvia y nortes).</li> <li>- Cabe destacar que los esfuerzos de muestreo serán similares a los realizados durante la caracterización presentada en este documento a fin de que puedan ser comparados.</li> <li>- Al final del ciclo anual de monitoreo se realizará una evaluación, realizada por profesionales especializados (biólogos o zoólogos) en los diferentes grupos faunísticos, los cuales dictaminarán si el rescate fue efectivo.</li> </ul>	Indicadores de biodiversidad y abundancia	Reporte trimestral de los resultados obtenidos.	Operación y mantenimiento
<b>Subprograma de Conservación del Paisaje</b>				
Modificación del paisaje	<p><u>Medida de restauración y compensación</u></p> <p>Se permitirá la regeneración natural de la vegetación dentro del derecho de vía hasta una altura que no interfiera con el cableado aéreo. Esta medida contribuirá a compensar parcialmente las áreas desmontadas temporal y contribuirá a disminuir la afectación al paisaje.</p>	Superficie (has)	Evidencia fotográfica.	Etapas de preparación del sitio y construcción



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Impacto ambiental	Tipo y descripción de la medida de mitigación	Indicador de seguimiento	Forma de supervisión y cumplimiento	Etapas de implementación
<b>Subprograma Social y de Educación Ambiental</b>				
Incremento del bienestar de la población	Se dará preferencia a la contratación de las personas de las localidades cercanas.	No. de personal contratado/No de personas de las localidades cercanas contratadas	Se registrará en bitácora el número de trabajadores contratados de las localidades.	Etapas de preparación del sitio y construcción
Educación Ambiental	<p><u>Medidas de prevención y control</u></p> <p>Se llevarán a cabo pláticas a los trabajadores sobre los siguientes temas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Manejo de residuos sólidos urbanos haciendo énfasis en su adecuada disposición de la basura.</li> <li>- Manejo de residuos peligrosos en caso de que se generen, serán dirigidas principalmente hacia el personal encargado de administrar el almacén temporal de residuos peligrosos.</li> <li>- Conservación de la flora y fauna silvestre.</li> </ul>	No de pláticas programadas/No de pláticas realizadas	Se realizará un programa de capacitación en el que se programarán las pláticas mencionadas, fecha, tema y no de trabajadores que asistieron.	Etapas de preparación del sitio y construcción



## VI.2 SEGUIMIENTO DE CONTROL Y MONITOREO

Para el seguimiento y control de las medidas de mitigación planteadas en la Tabla VI.3 se realizará una supervisión ambiental permanente durante todas las etapas del Proyecto a fin de garantizar que estas medidas sean implementadas.

Por otra parte esta supervisión dará seguimiento a las medidas establecidas para verificar que estas sean efectivas en la prevención, disminución y control de los impactos y en su caso evaluará la posibilidad de establecer medidas adicionales.

El cumplimiento de cada medida propuesta se registrará mediante informes de cumplimiento del Programa de Manejo Ambiental, en el cual se reportará el avance en la consecución de las metas establecidas para cada subprograma, así como la evidencia asociada y pertinente (listas, facturas, fotografías, etc.).

## VI.3 INFORMACIÓN NECESARIA PARA LA FIJACIÓN DE MONTOS PARA FIANZAS

El Proyecto tiene asignado un monto para la implementación de medidas mitigación y compensación del orden de:

**\$16,979,383.67**  
*(dieciséis millones novecientos setenta y nueve mil trescientos ochenta  
y tres pesos 67/100 MN)*

El costo del manejo, traslado y disposición de residuos no peligrosos; del manejo, el control de emisión de contaminantes a la atmósfera; la concientización del personal que labore en la obra; la tala y poda selectiva (manejo de vegetación) y todas las demás actividades de mitigación de impactos durante la construcción, se consideran dentro de los costos de construcción.



**VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.....1**

VII.1 MODELO DE SIMULACIÓN DE CAMBIO DE USO DEL SUELO..... 1

VII.1.1 Cambio de uso del suelo actual ..... 2

VII.1.2 Modelo de simulación del cambio del uso del suelo sin la construcción y operación de la LT Xpujil - Xul Ha ..... 4

VII.1.3 Modelo de simulación del cambio del uso del suelo con la construcción y operación de la LT Xpujil Xul Ha ..... 7

VII.1.4 Efecto del cambio de uso de suelo sobre la densidad de *Heteromys gaumeri* 11

VII.1.5 Efecto del cambio de uso de suelo sobre las poblaciones de *Zamia praisna* 14

VII.2 PRONÓSTICO DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL ACTUAL, CON EL PROYECTO Y CON LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN ..... 17

VII.3 Evaluación de alternativas ..... 31

VII.3.1 Ubicación indicando los otros sitios alternativos de localización ..... 31

VII.3.2 De tecnología indicando procesos, métodos o técnicas alternativas ..... 35

VII.3.3 De reducción de la superficie a ocupar ..... 35

VII.3.4 De características en la naturaleza, tales como dimensiones, cantidad y distribución de obras y/o actividades. .... 36

**TABLAS**

Tabla VII.1 Matriz de cambio de uso del suelo 2001-2013 .....3

Tabla VII.2 Superficies de los usos del suelo para el Escenario 0 y Escenario 1 ..... 11

Tabla VII.3 Proyección a 25 años de las densidades de *H. gaumeri* (número de individuos/ha) para cuatro valores de z ..... 13

Tabla VII.4 Escenario ambiental con el proyecto considerando la implementación de medidas de mitigación ..... 18

Tabla VII.5 Evaluación de alternativas ..... 33



## FIGURAS

Figura VII.1 Cambios del uso del suelo y vegetación del Sistema Ambiental en el periodo 2001-2013 .....	4
Figura VII.2 Estructura del modelo para obtener el Escenario 0 sin el Proyecto .....	5
Figura VII.3 Proyección a 25 y 50 años del cambio del uso del suelo siguiendo la tendencia actual es decir sin la ejecución del Proyecto .....	6
Figura VII.4 Estructura del modelo para el cambio de uso del suelo considerando al proyecto como una variable de cambio (Escenario 1) .....	8
Figura VII.5 Proyección a 25 y 50 años del cambio del uso del suelo con la ejecución del Proyecto .....	9
Figura VII.6 Proyección a 25 años del cambio del uso del suelo artificial con la ejecución del Proyecto.....	10
Figura VII.7 Convertidor que se adicionó a los Escenarios 0 y 1 .....	12
Figura VII.8 Histograma de alturas en cm de <i>Zamia prasina</i> .....	15
Figura VII.9 Convertidor que se adicionó a los Escenarios 0 y 1 .....	16
Figura VII.10 Proyección a 25 y 50 años del efecto del cambio del uso del suelo sobre la abundancia de <i>Z. prasina</i> con la ejecución del Proyecto.....	17
Figura VII.11 Perfil de manejo de vegetación en el derecho de vía de la LT. Xpujil – Xul Ha .....	35



## VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

### VII.1 MODELO DE SIMULACIÓN DE CAMBIO DE USO DEL SUELO

Los estudios sobre los procesos dinámicos de los cambios en la cobertura del suelo y la deforestación son importantes y necesarios porque proporcionan la base para conocer las tendencias de los procesos de degradación, desertificación y pérdida de la biodiversidad de una región determinada. Una manera confiable para medir el grado de conversión ambiental antropogénica es a través del estudio de la dinámica espacio temporal de la cubierta vegetal. (Velázquez, A., Mas, J.F y Palacio, J.L. 2002).

Para describir el pronóstico con el proyecto se utiliza un modelo predictivo para determinar dos escenarios en el SAR, el primero sin considerar el proyecto y otro incluyéndolo. El modelo que se presenta en este capítulo se construyó utilizando el programa Stella Research Versión 7.0.2 para Windows (High Performance Systems Inc., 2001), cuya plataforma de programación permite llevar a cabo simulaciones cuantitativas y cualitativas de sistemas dinámicos complejos. Con el modelo se simula la tendencia del cambio de los usos de suelo o “coberturas” presentes en el SAR en un periodo de 25 años.

Adicionalmente se hacen simulaciones sobre los efectos que tendrá el cambio de uso del suelo con el proyecto para las poblaciones del ratón espinoso de abazones un *Heteromys gaumeri*, especie endémica de la Provincia Biótica Península de Yucatán, que realiza servicios ecológicos en las selvas de la región, permitiendo su regeneración, gracias a sus hábitos de posdispersión de semillas. También se analizó el efecto sobre una especie vegetal *Zamia prasina*, la cual se encuentra en el estrato herbáceo y que, al igual que otras especies del mismo género se caracteriza por su lento crecimiento y eventos reproductivos espaciados (Stevenson et al. 1996). Se ha sugerido que la principal amenaza para esta especie es la pérdida del hábitat (Donaldson, 2003), por lo que se consideró importante incluir el efecto del cambio de uso de suelo debidas al proyecto en sus poblaciones.





### VII.1.1 Cambio de uso del suelo actual

Antes de realizar el pronóstico del SAR considerando la instauración del proyecto se hace un análisis del estado actual del uso del suelo y vegetación.

Para estimar el cambio de uso del suelo que se da en el SAR en donde se desarrollará el Proyecto, se estimó la cobertura vegetal a partir de dos imágenes de satélite del 2001 y 2013.

Para la imagen de satélite que corresponde al 2013 se utilizó la plataforma de internet Google Earth, se realizó un mosaico con 30 imágenes para abarcar todo el SAR con escala 1:30,000 metros. Dichas imágenes de acuerdo a Google Earth, fueron realizadas por distintos tipos de satélites durante el año 2013. Una vez realizado el mosaico, se llevó a cabo un proceso para mejorar su calidad y con ello hacer de menor tamaño los pixeles a fin de poder extraer mayor cantidad de información de ellos.

Para obtener el uso del suelo y vegetación en el 2001, se utilizaron dos imágenes con las que se elaboró un mosaico que cubriera totalmente el SAR. Dichas imágenes fueron provenientes del satélite Landsat 5, obtenidas en el año 2001, con escala 1:250,000; la página de internet de la cual fueron descargadas es <http://earthexplorer.usgs.gov/>

Se realizó la clasificación supervisada mediante la técnica de máxima verosimilitud, con la cual, mediante puntos de control se obtuvieron áreas de igual o semejante valor de pixeles, obteniendo como resultado, un archivo tipo “raster” con la información necesaria para poder establecer las distintas clases de usos de suelo presentes en el SAR.

Una vez clasificadas ambas imágenes de satélite, se obtuvieron las superficies por uso del suelo de acuerdo a las siguientes categorías: natural (selva mediana y baja subperennifolia), modificado (agropecuario), y artificial (zonas urbanas, carreteras, caminos, etc.).

Posteriormente se hizo una tabulación cruzada en donde se comparan las categorías de uso del suelo para cada año analizado (Ver Tabal VII.1). Las categorías de uso del suelo comparadas para ambas imágenes fueron: natural (selva mediana y baja subperennifolia),



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

modificado (agropecuario), y artificial (zonas urbanas, carreteras, caminos, etc.). Los resultados de esta tabulación cruzada se muestran en la siguiente tabla.

Las áreas en verde son las superficies que permanecieron con el mismo uso durante el periodo 2001-2013, en azul las superficies totales por uso en el 2001 y en amarillo están las superficies totales por uso en el 2013.

**Tabla VII.1 Matriz de cambio de uso del suelo 2001-2013**

		Superficies de uso de suelo, 2013 en (has)			
		Natural	Modificado	Artificial	Total
Superficies de uso de suelo 2001 en has	Natural	21,432	11,495	242	33,169
	Modificado	4,648	13,703	690	19,041
	Artificial	226	466	365	1,057
Total		26,306	25,664	1,297	53,267

Las tasas de cambio de los usos de suelo se calcularon como:

$$\text{Tasa de cambio uso A a uso B} = (\text{Cambio de uso de suelo de 2001 a 2013}) / 12$$

Aquí se asume que dichos cambios seguirán la misma tendencia observada entre los años 2001 y 2013. El siguiente esquema muestra las tasas de cambio entre los tres usos de suelo identificados en el SAR. En la siguiente figura se presenta el modelo conceptual:

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

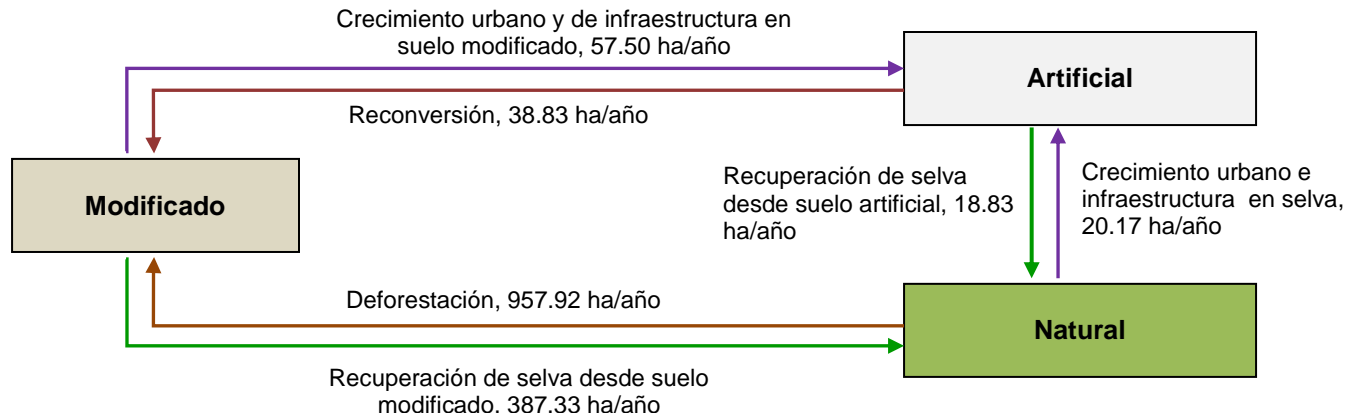


Figura VII.1 Cambios del uso del suelo y vegetación del Sistema Ambiental en el periodo 2001-2013

### VII.1.2 Modelo de simulación del cambio del uso del suelo sin la construcción y operación de la LT Xpujil - Xul Ha

Se construyó un modelo para estimar de manera cuantitativa el Escenario 0, es decir, sin considerar la ejecución del proyecto. Este modelo simula la tendencia del cambio del uso del suelo de las categorías mencionadas (naturales, modificadas y artificiales) en lapsos de 25 y 50 años. Para la construcción del modelo se asume que dichos cambios seguirán la misma tendencia observada en el periodo 2001- 2013. La estructura del modelo se presenta en la siguiente figura:

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

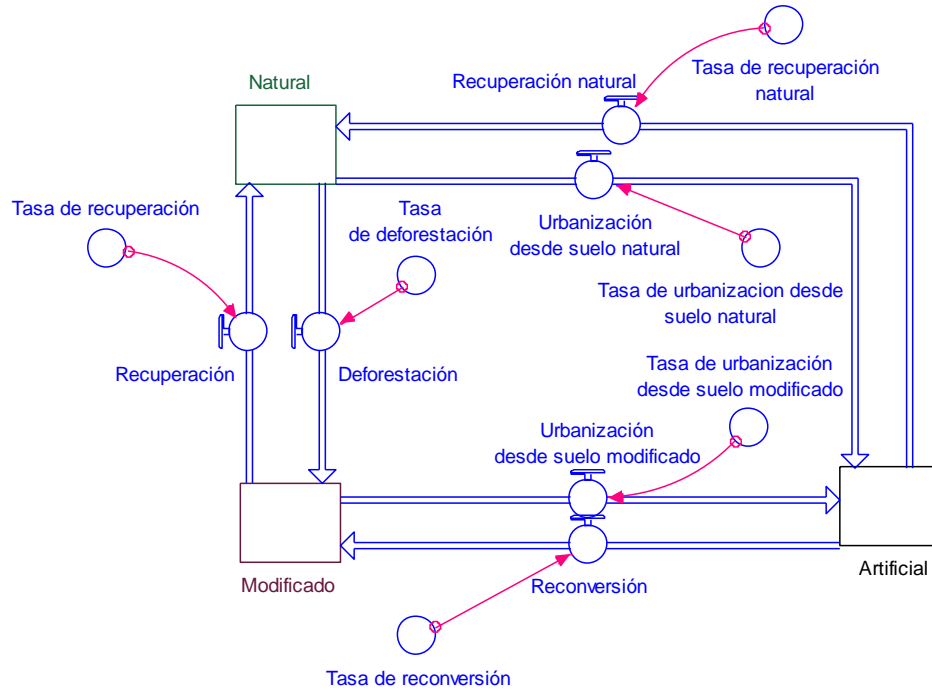


Figura VII.2 Estructura del modelo para obtener el Escenario 0 sin el Proyecto

Aun cuando para los fines del proyecto es suficiente con la proyección a 25 años, se muestra la tendencia de las coberturas de uso de suelo a 50 años, para detectar tendencias globales de este escenario.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

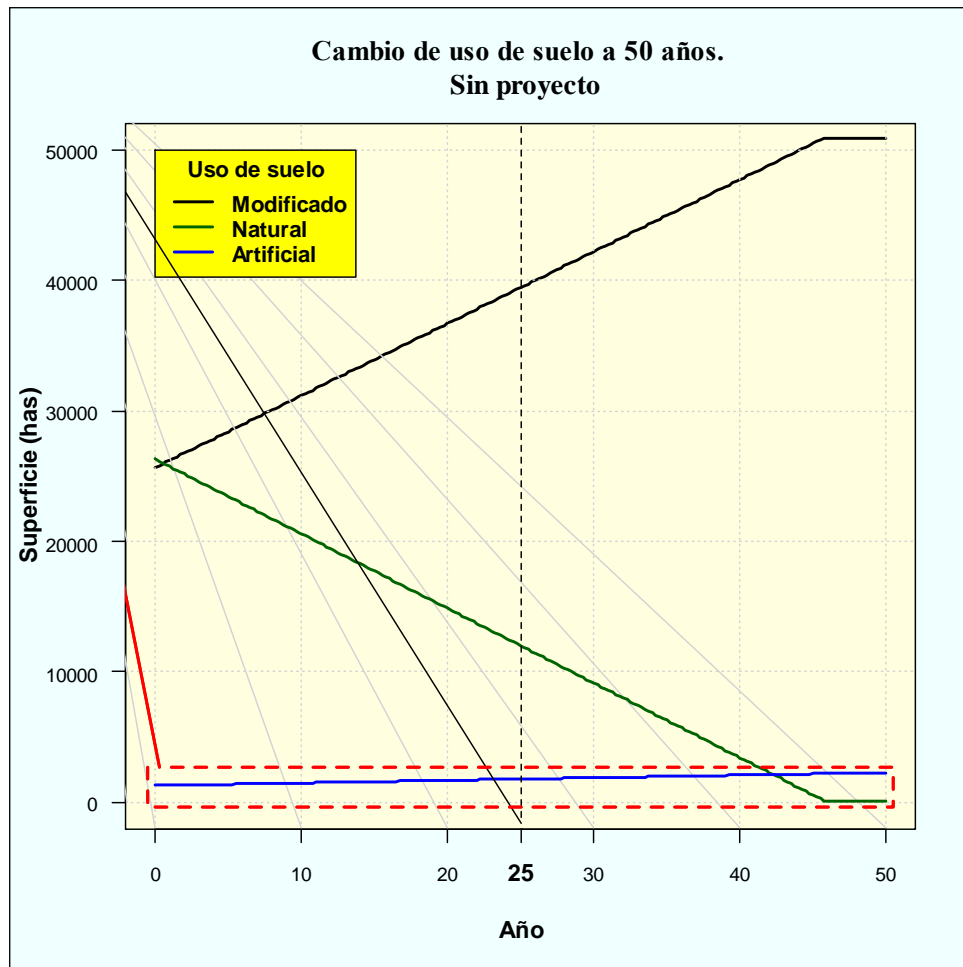


Figura VII.3 Proyección a 25 y 50 años del cambio del uso del suelo siguiendo la tendencia actual es decir sin la ejecución del Proyecto

El Escenario 0 modela el cambio de uso de suelo que experimentaría el SAR sin el proyecto. Los resultados de las proyecciones en este modelo muestran que las selvas mediana y baja subperennifolia se encuentran en riesgo de pérdida. El suelo modificado para uso agropecuario experimentará un incremento sostenido que irá sustituyendo al suelo natural. En contraste, el suelo urbanizado (cuya tendencia se señala en la Figura VII.3 dentro del rectángulo de líneas discontinuas en color rojo), aumentaría su superficie pero a un ritmo mucho más lento.



### **VII.1.3 Modelo de simulación del cambio del uso del suelo con la construcción y operación de la LT Xpujil Xul Ha**

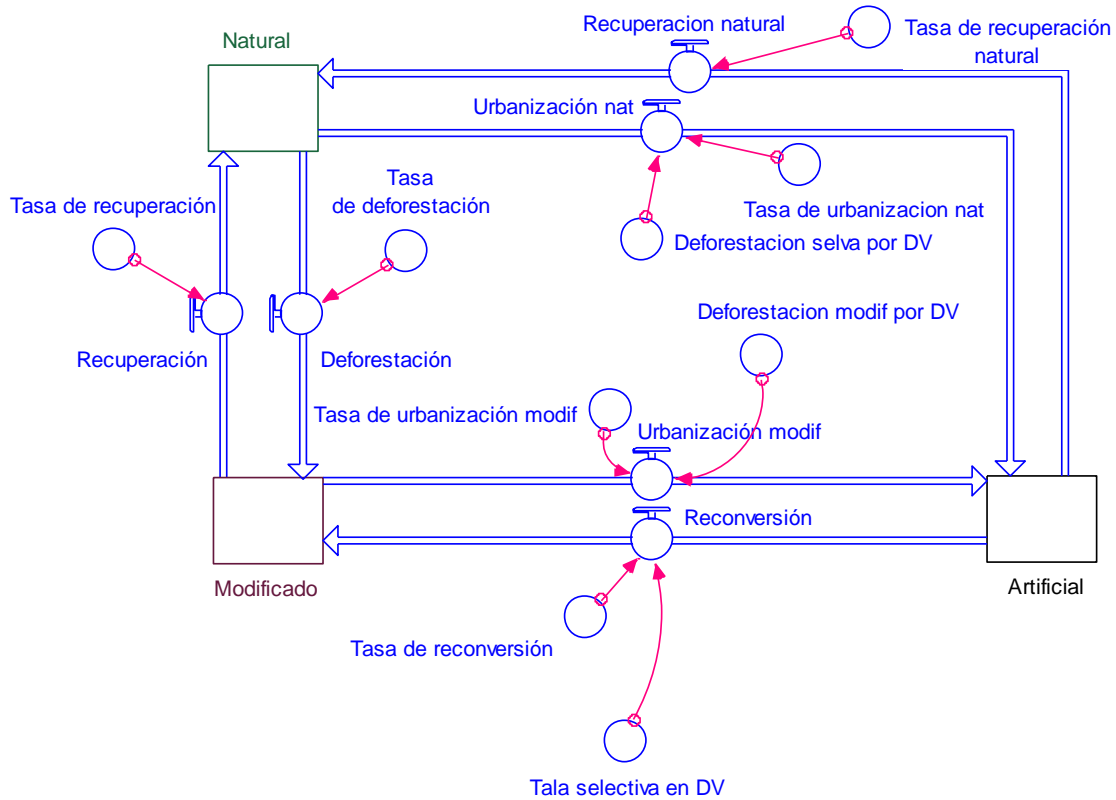
En este apartado se presenta el escenario modificado al introducir el proyecto dentro del SAR. En el Escenario 0 se mostró cómo la intensificación de las actividades productivas es causa importante de deterioro del SAR. Evidentemente, el desmonte de 271.11 has que se efectuará para la construcción del Proyecto LT Xpuji - Xul Ha es una que se suma a las causas de degradación.

El desmonte afectaría a las comunidades de selva mediana y baja subperennifolia. Este impacto se une a los procesos de degradación y recuperación que operan actualmente en el SAR, tanto por causas naturales como por las actividades productivas y por el desarrollo urbano que actualmente se llevan a cabo.

La Figura VII.4 muestra el modelo conceptual en donde se asume, bajo el escenario de ejecución del proyecto (denominado aquí Escenario 1), que el desmonte permanente en el derecho de vía (D.V.) se suma a las tasas de urbanización de los suelos naturales y modificados actuales que se observan en el SAR. La naturaleza de este desmonte es muy peculiar, porque si bien la mayor parte de la superficie afectada por la obra se cataloga como permanente (Tabla II.10), solamente la brecha de maniobra y patrullaje, y el área de la base de las estructuras se convertirán en suelo artificial permanente. El área de tala selectiva dejando tocones de 60 cm, aun cuando se clasifica como afectación permanente, retornará a la categoría de suelo modificado una vez concluida la construcción de la línea. Así, al entrar en acción la maquinaria para desmontar vegetación natural en el área de tala selectiva, se asumirá que se convierte esta área en suelo artificial. Una vez transcurrido el tiempo para permitir la recuperación de vegetación del área (aquí se consideró al 2° año), se reintegrará a la categoría de suelo modificado.



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA



**Figura VII.4 Estructura del modelo para el cambio de uso del suelo considerando al proyecto como una variable de cambio (Escenario 1)**

Con el fin de conocer la magnitud con la que el proyecto puede modificar el escenario actual y futuro del SAR, se presentan los resultados del modelo de simulación agregando al modelo del Escenario 0 el área que se transformará en suelo artificial para la construcción de la línea dentro del derecho de vía, dividiendo el área de desmonte en dos componentes, según el tipo de uso de suelo afectado: deforestación de selva o deforestación de suelo modificado. Adicionalmente, se incluirá la recuperación de la superficie clasificada como artificial dentro del DV en tanto dure la construcción de la L.T. Xpujil - Xul Ha y que contendrá al área de tala selectiva para convertirse en suelo modificado a partir del segundo año.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

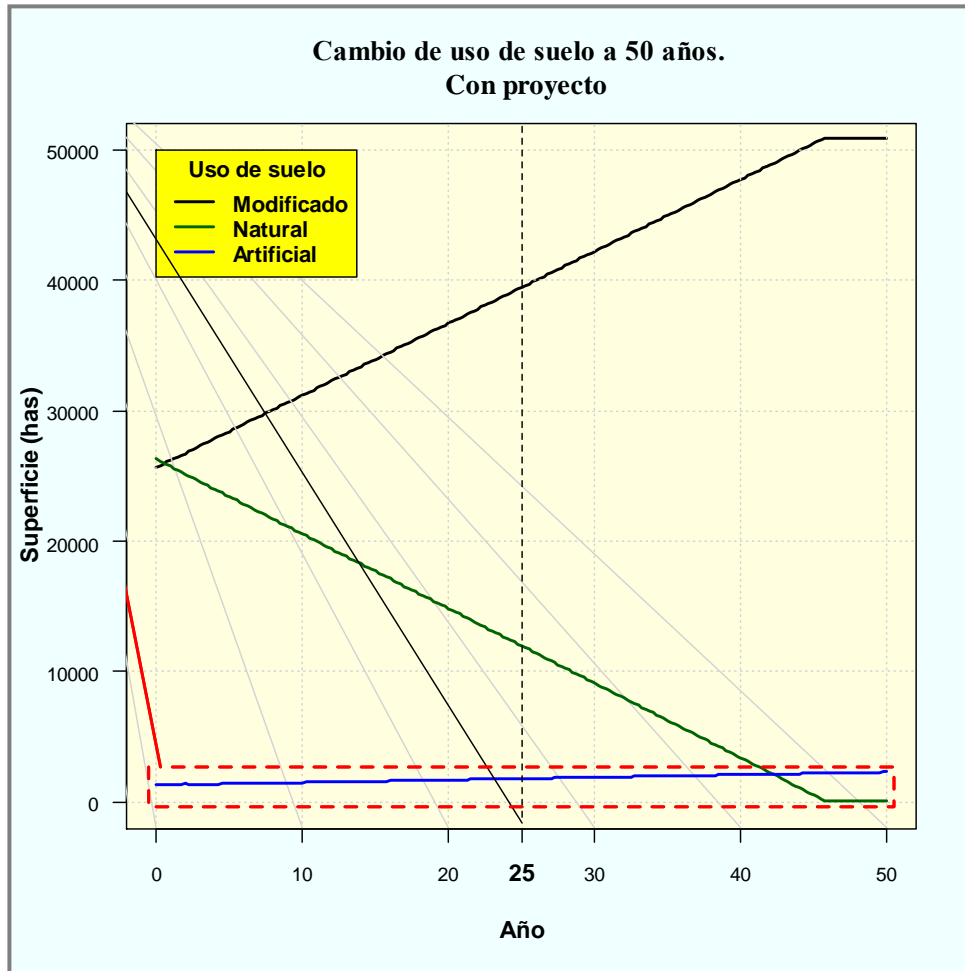


Figura VII.5 Proyección a 25 y 50 años del cambio del uso del suelo con la ejecución del Proyecto

La Figura VII.5 es prácticamente idéntica a la generada bajo el Escenario 0 (Figura VII.3). Con ayuda de gráficas adicionales se pueden identificar diferencias en los cambios de uso de suelo, lo cual no es evidente en las dos figuras. Así, en la Figura VII.5, resalta el período en que se construye la L.T. Xpujil - Xul Ha que origina el incremento del suelo artificial pero, una vez que se restituye el área de poda selectiva, el uso del suelo artificial retorna a una dinámica semejante a la que ha experimentado el suelo modificado en el SAR de la L.T. Xpujil - Xul Ha.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

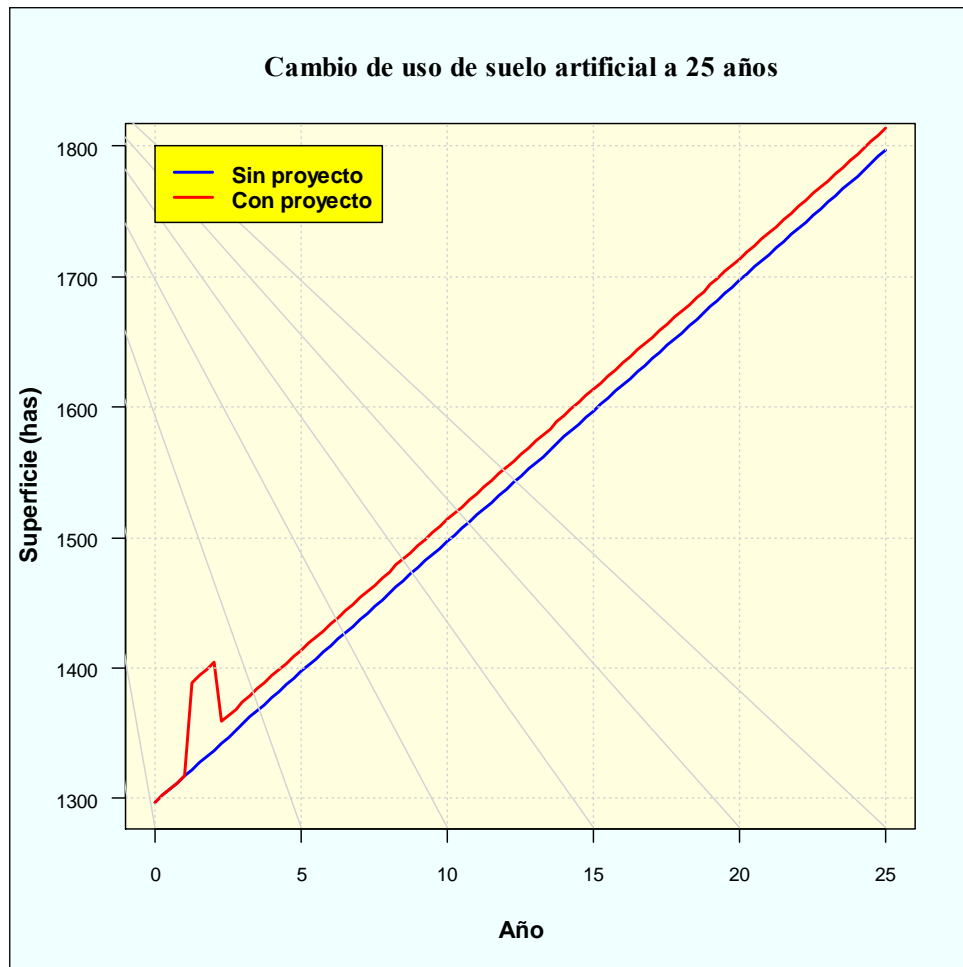


Figura VII.6 Proyección a 25 años del cambio del uso del suelo artificial con la ejecución del Proyecto

En la Tabla VII.2 se muestra un resumen de las superficies predichas al año 25 para cada uso de suelo considerado en este estudio bajo los dos escenarios; si se ejecutara el proyecto, se observaría una leve disminución del área con suelo natural y ligeros aumentos de las superficies bajo uso modificado o artificial, en comparación con las superficies predichas bajo el Escenario 0.



**Tabla VII.2 Superficies de los usos del suelo para el Escenario 0 y Escenario 1**

Escenario	Pronóstico de usos del suelo a 25 años		
	Artificiales (ha)	Modificadas (ha)	Natural (ha)
Escenario 0 sin el proyecto	1,797.25	39,462.00	12,007.75
Escenario 1 con el proyecto	1,813.87	39,470.00	11,983.03

#### VII.1.4 Efecto del cambio de uso de suelo sobre la densidad de *Heteromys gaumeri*

Los cambios que sufrirá el uso de suelo en el SAR pueden afectar adversamente las especies animales cuyo hábitat está íntimamente vinculado a la cobertura natural. Esta cobertura, está conformada principalmente por selvas mediana y baja subperennifolia en diferentes grados de conservación. Entre las especies características del SAR está *Heteromys gaumeri*, especie endémica de la Provincia Biótica Península de Yucatán conocida como el ratón espinoso de abazones. *H. gaumeri* realiza servicios ecológicos en las selvas de la región, permitiendo su regeneración, gracias a sus hábitos de posdispersión de semillas. De acuerdo con Hernández y Cimé (2010), *H. gaumeri* puede ser considerada como indicadora de degradación de la selva, debido a que presenta densidades poblacionales muy bajas, con poca presencia de jóvenes, en áreas de la Península de Yucatán que cuentan con poca cobertura vegetal o que definitivamente han sido alteradas.

Para evaluar el efecto de los cambios de uso de suelo sobre la densidad de *H. gaumeri* en el SAR del proyecto, se tomaron como base los resultados de los muestreos de roedores presentado en el Capítulo IV. El muestreo de roedores se realizó a través de trampeos dentro de transectos, en seis sitios de la selva mediana y baja subperennifolia, representando un esfuerzo de muestreo de 1008 noches trampa y un total de 0.8 ha muestreadas por sitio. Bajo estas condiciones de muestreo, se estimó que la densidad de *H. gaumeri* fue de 0.00025 individuos/ha.

Si se asumiera que esta cantidad fuera la densidad al tiempo inicial de los Escenarios 0 y 1 construidos con Stella, desafortunadamente no se podría usar un modelo matemático general que relacione el cambio de densidad en el tiempo con el cambio en el área (en

este caso, el cambio en el área del tipo de uso de suelo Natural). De hecho, investigaciones empíricas han mostrado desde hace tiempo que las densidades de animales pueden crecer o decrecer con las áreas de los parches (Hambäck y Englund, 2005). Por tanto, en el modelo para evaluar el efecto del cambio de uso de suelo sobre la densidad de *Heteromys gaumeri* se construyó un convertidor para esta última variable con la siguiente fórmula:

$$\text{Densidad de H gaumeri en el tiempo } t = 0.00025 \times \left( \frac{\text{Área con uso de suelo Natural en el tiempo } t}{\text{Área con uso de suelo Natural en el tiempo } 0} \right)^z$$

Dependiendo del resultado de la fracción entre paréntesis y si el exponente z es mayor, igual o menor que 0, la densidad aumentará, se mantendrá constante o disminuirá con el área, respectivamente. Por tanto, a los Escenarios 0 y 1 se les adicionaron los dos convertidores que se muestran en la figura de abajo:

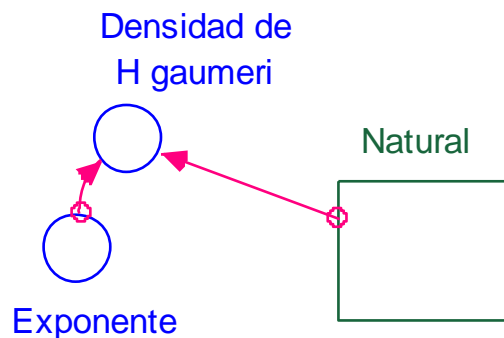


Figura VII.7 Convertidor que se adicionó a los Escenarios 0 y 1

En los Escenarios 0 y 1 para los cambios de uso de suelo, se observó que el área con uso de suelo Natural inicial siempre fue mayor que las áreas de ese mismo uso de suelo en tiempos futuros. Por tanto, la fracción:



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

$$\frac{\text{Área con uso de suelo Natural en el tiempo } t}{\text{Área con uso de suelo Natural en el tiempo } 0} < 1$$

Bajo este supuesto, se puede demostrar que cuando  $z < 0$  (por ejemplo, -1 o -0.5) la densidad de *H. gaumeri* en el tiempo  $t$ , dada por la fórmula de arriba, aumentará conforme disminuya el área de suelo natural. En contraste, si  $z > 0$  (por ejemplo, 0.5 o 1), entonces la densidad de *H. gaumeri* disminuirá conforme disminuya el área con uso de suelo natural. Para la simulación de escenarios del efecto del cambio de uso de suelo natural sobre la densidad de *H. gaumeri* se consideraron cuatro valores para  $z$ : -1, -0.5, 0.5 y 1. La proyección a 25 años de las densidades (número de individuos/ha) se muestra en la siguiente tabla, para estos valores de  $z$ , con una precisión de cinco cifras significativas:

**Tabla VII.3 Proyección a 25 años de las densidades de *H. gaumeri* (número de individuos/ha) para cuatro valores de  $z$**

Escenario	Exponente $z$			
	-0.5*	-1*	0.5**	1**
Escenario sin el proyecto	0.00037003	0.00054769	0.00016890	0.00011411
Escenario con el proyecto	0.00037013	0.00054797	0.00016886	0.00011406

\* Para estos valores del exponente  $z$ , la densidad de *H. gaumeri* aumenta conforme disminuye el área del uso de suelo natural, a partir de una densidad inicial (tiempo 0) de 0.00025 individuos/ha; \*\*Para estos valores de  $z$ , la densidad disminuye conforme disminuye el área, para la misma densidad inicial.

Los resultados de la tabla anterior muestran que la ejecución del proyecto prácticamente no modificará la densidad de *H. gaumeri* esperada en ausencia del mismo.





### VII.1.5 Efecto del cambio de uso de suelo sobre las poblaciones de *Zamia praisna*

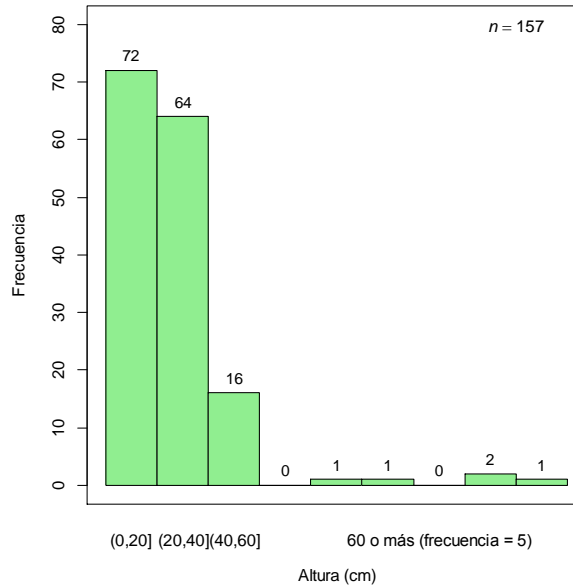
La construcción de la L.T. Xpujil – Xul Ha podría afectar especies vegetales importantes dentro de las que destacan especies en algún estatus de conservación. Este es el caso de la especie endémica *Zamia prasina* (W Bull) que se distribuye a lo largo de la trayectoria de la línea; *Z. prasina*, se encuentra en el estrato herbáceo y al igual que otras especies del mismo género se caracteriza por su lento crecimiento y eventos reproductivos espaciados (Stevenson et al. 1996). Se ha sugerido que la principal amenaza para esta especie es la pérdida del hábitat (Donaldson, 2003) por lo que se consideró importante incluir el efecto del cambio de uso de suelo debido al proyecto en sus poblaciones.

El censo de individuos de *Z. prasina* se llevó a cabo durante el inventario florístico realizado para el cambio de uso del suelo de este proyecto, considerando solo a los individuos que se encontraron en zonas no perturbadas. Para la realización del mismo, se ubicaron y midieron un total de 52 transectos de muestreo de 10 x 40 m (400 m<sup>2</sup>) cada uno por lo que la superficie considerada en las estimaciones realizadas corresponden a un total de 20,800 m<sup>2</sup>. En cada uno de los sitios se realizó una subdivisión del mismo, de manera que en los primeros 25 m<sup>2</sup> (5 x 5 m) se contabilizaron todos los individuos de *Z. prasina*. Para cada individuo se estimó su talla como la altura desde la base hasta la rama u hoja más alta.

Para evaluar los efectos en el cambio de uso de suelo sobre las poblaciones de *Z. prasina* en suelo con tipo de uso de suelo "Natural" para los Escenarios 0 y 1, se clasificó a cada individuo de acuerdo a su tamaño. Las alturas de los individuos de *Z. prasina* se agruparon en cuatro intervalos ("grupos") de altura para reflejar las diferencias en tamaño en la población, debido a que la talla es una estimación de la estructura poblacional. La gráfica de abajo presenta las cuatro clases junto con las frecuencias (los números de la parte superior de las barras del histograma) de cada una.



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA



**Figura VII.8 Histograma de alturas en cm de *Zamia prasina***

Como se puede observar, se midieron 157 individuos en el muestreo de vegetación. Se asumirá aquí que esta es la población muestreada cuando el uso de suelo Natural inicial es de 26,306 ha. La simulación de escenarios tomará en cuenta las frecuencias observadas de cada grupo de altura para predecir en el tiempo  $t$  ( $0 < t \leq 25$ ) cuál sería el número de individuos de *Z. prasina* en el tiempo  $t$  si éste fuera proporcional a la fracción del área con tipo de suelo de suelo natural que está presente en el tiempo  $t$ :

$$\text{Número de individuos el tiempo } t \propto \frac{\text{Área con uso de suelo Natural en el tiempo } t}{\text{Área con uso de suelo Natural en el tiempo } 0}$$

Las constantes de proporcionalidad corresponden al número de individuos de *Z. prasina* de cada grupo de altura (ver histograma). Los convertidores correspondientes se integraron a los modelos de cambio de uso de suelo para los escenarios 0 y 1, quedando de la siguiente manera:

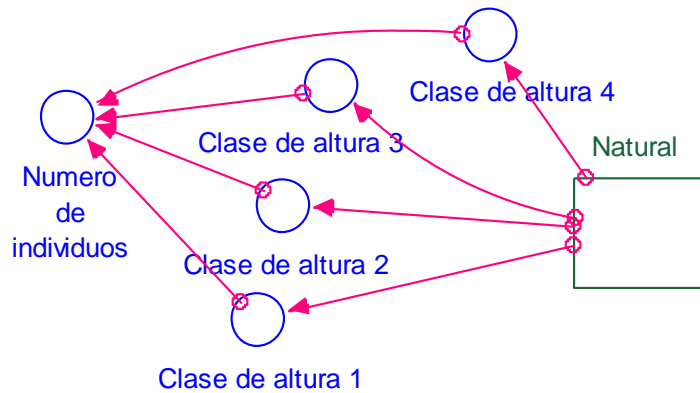


Figura VII.9 Convertidor que se adicionó a los Escenarios 0 y 1

Ha de notarse, que la población de *Z. prasina* decaerá con el paso del tiempo a consecuencia de la disminución de las selvas mediana y baja subperennifolia. Asumiendo que la población inicia con números de individuos por grupo iguales a los mostrados en el histograma, los resultados de las simulaciones manifiestan que la construcción de la L.T. Xpujil - Xul Ha tiene un efecto mínimo sobre la tendencia decreciente del número de individuos de *Z. prasina*.

Se estima que habrá  $71.52 \approx 72$  individuos sin la ejecución del proyecto, y de  $71.66 \approx 72$  con la ejecución del mismo. El comportamiento en la disminución de los individuos es casi el mismo para los escenarios sin y con el proyecto, de modo que prácticamente son indistinguibles (las líneas roja y azul se sobrelapan) como se observa en la siguiente figura.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

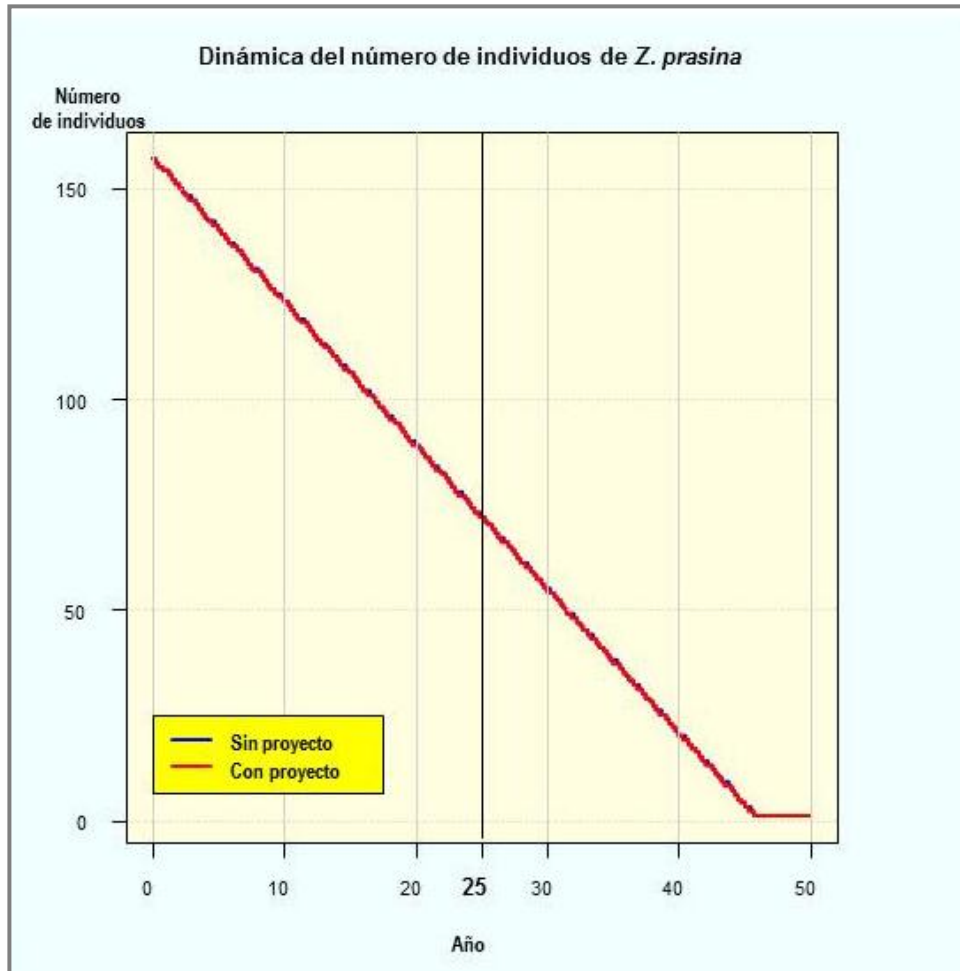


Figura VII.10 Proyección a 25 y 50 años del efecto del cambio del uso del suelo sobre la abundancia de *Z. prasina* con la ejecución del Proyecto

## VII.2 PRONÓSTICO DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL ACTUAL, CON EL PROYECTO Y CON LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN

En la siguiente tabla se hace un diagnóstico para cada uno de los componentes ambientales del medio abiótico, biótico y socioeconómico que conforman el SAR.



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

**Tabla VII.4 Escenario ambiental con el proyecto considerando la implementación de medidas de mitigación**

Componente ambiental	Indicador	Escenario actual	Escenario con el Proyecto	Escenario con las medidas de mitigación
<b>Medio abiótico</b>				
Clima	Modificación del microclima	En el SAR ha disminuido la cobertura vegetal para el desarrollo de las actividades agropecuarias en estas áreas desmontadas, se ha modificado el microclima debido al incremento de la temperatura por mayor insolación.	El proyecto contempla el desmonte de 271.11 has lo que incrementaría las áreas en donde el microclima se modifica por aumento de la temperatura debida a una mayor insolación.	Se implementará un manejo de vegetación encaminado a reducir al mínimo la remoción de vegetación y también las condiciones microclimáticas.
	Captura de carbono	La estimación de la captura de carbón para los tipos de vegetación presentes en el SAR a nivel nacional es de 3'614,428,356 toneladas de bióxido de carbono equivalente (tCO2e)  De acuerdo a los cálculos realizados para este trabajo, la captura de carbón para el Área del Proyecto estimado es de 133.79268 tCO2e.	El Proyecto contempla el desmonte de 271.11 has por lo que se dejará de captar el 0.00000423% del carbono captado en el mismo tipo de ecosistema a nivel nacional.	Se compensará el área desmontada para la ejecución del Proyecto con otra superficie equivalente en donde se llevará a cabo acciones de restauración integral ecológica en la zona de conectividad de las reservas de Calakmul y Sian Ka'an en coordinación con la reserva de Calakmul, que compensará la disminución de la captura de carbono.
Aire (calidad del aire)	Presencia o ausencia de fuentes de emisiones a la atmósfera	No existen datos sobre la calidad del aire de la región, sin embargo se puede suponer que no existen problemas de contaminación atmosférica, debido a que las fuentes de emisión son prácticamente nulas, ya que no existen desarrollos industriales que puedan generar contaminantes; la ausencia de barreras	El SAR mantendrá la calidad del aire que actualmente presenta. Únicamente en el Área del Proyecto disminuirá de forma puntual y temporal durante las actividades de desmonte, excavación ya que se generarán polvos y gases de combustión.	Se implementará un subprograma de Calidad del aire y acústica con el objetivo de prevenir y minimizar la dispersión de partículas y emisiones de gases de combustión que disminuya la calidad del aire.



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Componente ambiental	Indicador	Escenario actual	Escenario con el Proyecto	Escenario con las medidas de mitigación
		<p>físicas (macizos o cadenas montañosas) que dificulten su dispersión; y a que los vientos que soplan todo el año no permiten la acumulación de contaminantes.</p> <p>Los incendios forestales son las principales fuentes de emisión de contaminantes. La temporada de incendios, fuertemente vinculada con la de sequía, se establece a partir de enero, llegando a su máximo en abril y mayo.</p>	<p>El uso del equipo y maquinaria también tendrá un efecto temporal sobre la calidad del aire por la emisión de gases de combustión.</p>	<p>Una vez terminada la etapa de preparación del sitio y construcción la calidad del aire en el Área del Proyecto tendrá las condiciones similares antes de la ejecución del Proyecto.</p>
Aire (calidad acústica)	Presencia o ausencia de fuentes de emisiones de ruido	<p>La principal fuente de ruido en el SAR es el tránsito de los vehículos sobre la carretera Chetumal –Escárcega.</p>	<p>La calidad acústica del SAR permanecerá igual. Durante la preparación del sitio y construcción se incrementarán los niveles de ruido por la operación del equipo y maquinaria, durante esta etapa disminuirá la calidad acústica de forma puntual y temporal, al término de la construcción del Proyecto los niveles de ruido regresarán a los niveles iniciales sin la ejecución del proyecto.</p>	<p>Se implementará un subprograma de Calidad del aire y acústica con el objetivo de prevenir y minimizar los niveles de ruido que se incrementarán temporalmente en el Área del Proyecto por la operación del equipo y maquinaria.</p> <p>Una vez terminada la etapa de preparación del sitio y construcción los niveles de ruido el Área del Proyecto tendrá las condiciones similares antes de la ejecución del Proyecto.</p>
Relieve	Superficie afectada en m <sup>2</sup>	<p>El SAR se localiza al oriente de la Península de Yucatán, constituida por roca caliza de origen sedimentario marino que conforma una superficie predominantemente plana, la LT. Xpujil-</p>	<p>El Proyecto contempla excavaciones de la cepa en donde se construirá la cimentación de las bases de las estructuras de las torres, Esta actividad no modificará</p>	<p>El relieve del SAR no se verá modificado con la ejecución del Proyecto mantendrá prácticamente las mismas condiciones que antes de la</p>





MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Componente ambiental	Indicador	Escenario actual	Escenario con el Proyecto	Escenario con las medidas de mitigación
		<p>Xul-Ha atraviesa llanuras de planas, onduladas y colinosas.</p> <p>El nivel diferencial del terreno es mínimo (1% en general), pero existen micro relieves de origen cárstico, hoyos, hendiduras, agujeros y cavidades y algunas elevaciones. No se observaron bancos de materiales en el SAR u otras afectaciones al relieve.</p>	<p>el relieve del SAR</p>	<p>ejecución del Proyecto.</p>
Suelo	Presencia o ausencia de degradación del suelo	<p>En el SAR y Área del Proyecto predomina la degradación química por declinación de la fertilidad y la reducción de la materia orgánica. En el municipio de Calakmul la causa principal de este tipo de degradación es por la deforestación y la pérdida de vegetación mientras que en el municipio de Othón Blanco es debido a la agricultura. Existe un área ubicada al este de la localidad de Nicolás Bravo donde se presenta la degradación física por compactación cuya causa es el sobrepastoreo.</p> <p>La erosión hídrica que potencialmente pudiera presentarse es ligera debido a que la mayor parte del SAR carece de pendientes pronunciadas.</p>	<p>Al desmontar las 271.11 has que corresponden al Área del Proyecto afecta no solo a la vegetación sino al suelo, aunque el Proyecto se desarrollará predominantemente en zonas con pendientes menores al 10% por lo que la susceptibilidad a la erosión es baja, en algunas áreas puntuales, de acuerdo al modelo de erosión aplicado, se determinó que 0.1459 ha del Área del Proyecto podría presentar una erosión hídrica con una pérdida potencial de suelo mayor a 500 toneladas /ha/año.</p>	<p>Durante la ejecución del Proyecto se establecerán medidas que permitirán que la erosión hídrica sea controlada y se evite la pérdida de suelo entre las medidas que se contempla se mantenga en el SAR</p> <p>Se contempla realizar un monitoreo al año después de terminar la construcción del proyecto para determinar si el suelo se ha cubierto nuevamente de vegetación que lo proteja de la erosión, en caso de contrario se implementará un programa de reforestación con especies nativas que no interfieran con la operación del Proyecto para evitar la pérdida de suelo fértil.</p>



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Componente ambiental	Indicador	Escenario actual	Escenario con el Proyecto	Escenario con las medidas de mitigación
Hidrología superficial	Presencia o ausencia de contaminación del agua	<p>La elevada precipitación pluvial, aunada a la gran capacidad de infiltración del terreno y la reducida pendiente topográfica, favorece la renovación del agua subterránea de la península, por lo que prácticamente toda el área funciona como zona de recarga propiciando que los escurrimientos superficiales sean escasos o de muy corto recorrido.</p> <p>En el SAR destaca la presencia del Arroyo Sorpresa y el Arroyo Ucum. Existen además varias lagunas y zonas inundables entre las que destaca la laguna Xul Ha.</p> <p>No existe registro de datos de calidad para los cuerpos de agua que se ubican dentro del SAR. Es de suponerse que la calidad del agua es buena debido a que no se observaron descargas de aguas residuales. Es probable que se contaminen durante la época de lluvias por los escurrimientos que arrastran los agroquímicos que son utilizados en las zonas agropecuarias.</p>	<p>La trayectoria de la línea de transmisión atravesará el cauce de los arroyos Sorpresa y el Ucum, sin embargo no modificará su cauce ya que no se construirá brecha de maniobra y patrullaje ni se instalarán torres.</p> <p>Durante la ejecución del Proyecto se podría disminuir la calidad del agua de los arroyos por la disposición inadecuada de residuos o por el derrame de algunas sustancias como gasolina o diésel de la maquinaria que será utilizada.</p>	<p>Durante la ejecución del proyecto se contempla un estricto control sobre la disposición de residuos así del mantenimiento periódico de la maquinaria y equipo a fin de evitar la contaminación del agua a fin de mantener la calidad del agua.</p>
Hidrología subterránea	Estado actual del acuífero (sobrexplotado o subexplotado)	<p>El SAR se encuentra en la Unidad Regional denominada "Acuífero Península de Yucatán y en la subunidad Xpujil, ambos acuíferos tienen disponibilidad de agua subterránea por lo que no están sobreexplotados.</p>	<p>En ninguna fase del proyecto se requiere el uso de agua subterránea por lo que la disponibilidad no se verá impactada con la ejecución del proyecto en ninguna de sus etapas.</p>	<p>No se contemplan medidas debido a que el Proyecto no tendrá una afectación sobre el estado actual del acuífero.</p>



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Componente ambiental	Indicador	Escenario actual	Escenario con el Proyecto	Escenario con las medidas de mitigación
<b>Medio biótico</b>				
Vegetación	Proporción de vegetación natural/superficie total del sistema ambiental y del Área del Proyecto	<p>En el SAR se reconocen principalmente dos tipos de vegetación para el SAR selva mediana subperennifolia, caracterizada por árboles dominantes que alcanzan un poco más de 20 m de altura, sin embargo, la mayoría de los organismos (84.5%) miden menos de 10 m de altura; y selva baja subperennifolia, en donde también se registraron algunos organismos que miden más de 20 m de altura, los cuales pertenecen a elementos característicos de las selvas medianas adyacentes, que se mezclan con los elementos de las selvas bajas. En este segundo tipo de vegetación la mayoría de las plantas (96.5%) miden menos de 10 m de altura. También existen asociaciones vegetales: sabanas y tulares, que ocupan áreas más pequeñas con inundación estacional, dominadas por especies de herbáceas anuales. Conforme a las características observadas en campo la vegetación presenta un grado de perturbación importante.</p> <p>De acuerdo con el plano de usos del suelo de INEGI Serie V, en el Sistema Ambiental predomina la cobertura con selva (mediana y baja subperennifolia) que en conjunto abarcan una superficie de 32,077.39 has que representan el</p>	<p>Durante la construcción del proyecto se desmontarán 271.11 has de las cuales 114.603 has que corresponden al 54.23% son ecosistemas naturales (selva baja y mediana subperennifolia, y la sabana, el tular no será afectado de ninguna forma por el proyecto), 147.019 has (42.27%) son sistemas agropecuarios y 9.488 has (3.50%) son zonas artificiales.</p> <p>El proyecto disminuirá el 0.35% de la cobertura vegetal actual del SAR que incluye las 0,9068 ha de la sabana.</p>	<p>El Proyecto afectará únicamente 271.11 has y se establecerán medidas para compensar la pérdida de la vegetación como realizar un manejo de vegetación encaminado a reducir al mínimo la afectación.</p> <p>Las actividades de desmonte se realizarán de manera direccional en las áreas con vegetación de selva mediana y baja subperennifolia, a fin de limitar la afectación en el derecho de vía.</p> <p>Se compensará el área desmontada con otra superficie equivalente en donde se llevará a cabo acciones de restauración integral ecológica en la zona de conectividad de las reservas de Calakmul y Sian Ka'an en coordinación con la reserva de Calakmul.</p> <p>Se realizará la aportación al Fondo Forestal Mexicano que se indica en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento. Lo anterior en el entendido que la instancia</p>



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Componente ambiental	Indicador	Escenario actual	Escenario con el Proyecto	Escenario con las medidas de mitigación
		60.22% de la superficie del SAR, los sistemas agropecuarios cubren un área importante, 20,268.09 has y representan el 38.05 y 921.52 has 1.73% de zonas artificiales.		responsable de la aplicación de los recursos aportados (CONAFOR) los canalizara a medidas de restauración de ecosistemas forestales en la misma zona de influencia del Proyecto.
Vegetación (continuación)	No de especies	<p>En la selva mediana subperennifolia se determinaron 58 familias, 156 géneros y 187 especies. La familia con mayor riqueza de especies fue Fabaceae con 22 especies, seguida de Rubiaceae con 13 especies, Malvaceae y Sapindaceae con 8 especies, Apocynaceae, Polygonaceae y Sapotacea con 7 especies, Arecaceae, Euphorbiaceae y Myrtaceae con 6 especies cada una. Las familias restantes tuvieron 5 especies o menos.</p> <p>En la selva baja subperennifolia se determinaron 43 familias, 100 géneros y 127 especies. La familia con mayor riqueza de especies fue Orchidaceae con 24 especies, seguida de Bromeliaceae y Fabaceae con 13 especies, Rubiaceae con 7 especies. Las familias restantes tuvieron 6 especies o menos.</p>	<p>Durante el desmonte y despalme a matarasa en el Área del Proyecto se disminuirá la densidad de las especies principalmente las leñosas del estrato arbóreo de los dos tipos de vegetación selva baja y mediana subperennifolia. En ambos casos las especies con densidad bajas serán las más afectadas que aquellas que presentan densidades más altas.</p> <p>En la selva mediana las especies más afectadas serán <i>Annona primigenia</i>, <i>Bahunia jenningsii</i>, <i>Casimiroa tetrameria</i> y <i>Sapranthus campechianus</i>. Otras especies como <i>Croton arboreus</i> y <i>Metopium brownei</i> serán menos impactadas.</p> <p>En la selva baja subperennifolia las especies como <i>Bonellia macrocarpa</i>, <i>Eugenia acapulcensis</i>, <i>Croton arboreus</i>, <i>Xylosma flexuosa</i>, <i>Mosannonna depressa</i> y <i>Sideroxylon salicifolium</i>, serán más impactadas</p>	<p>El Proyecto no disminuirá el número de especies registradas aunque si la densidad principalmente de las leñosas. Para limitar este efecto se contemplan las siguientes medidas:</p> <p>Se implementará un manejo de vegetación encaminado a reducir al mínimo la remoción.</p> <p>En el área de poda y tala selectiva, se cortarán únicamente los organismos que rebasen los 3 m y que por su altura pudieran interferir con la construcción y operación de la obra.</p> <p>En el área de desmonte a tocón (11 m a cada lado de la brecha de maniobra y patrullaje) se dejarán tocones de 60 cm de altura con el fin de propiciar la regeneración de los organismos</p>



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Componente ambiental	Indicador	Escenario actual	Escenario con el Proyecto	Escenario con las medidas de mitigación
			<p>que <i>Guettarda elliptica</i> y <i>Psidium sartorianum</i>.</p> <p>El uso de la maquinaria en las áreas con la especie invasora <i>Pteridium caudatum</i> podría contribuir a la dispersión de las esporas a otras áreas en donde no se encuentra esta especie, afectando a la distribución y abundancia de las especies características de la selva baja y mediana subperennifolia.</p> <p>En la sabana no se tiene contemplado la eliminación de las especies, la afectación podrá presentarse con la excavación, cimentación, relleno para las torres.</p>	<p>arbustivos, para evitar la disminución drástica de los tamaños poblacionales de las especies afectadas.</p> <p>Para evitar que las esporas de <i>Pteridium caudatum</i> se dispersen, se llevará a cabo la limpieza de las palas con el uso de un herbicida, previo visto bueno de la Secretaría. Esta aplicación deberá realizarse en un área donde se colocaría una lona para evitar la infiltración del agua al suelo natural.</p> <p>La sabana no se verá afectada debido a que no se modificarán las condiciones hidrológicas.</p>
Vegetación (continuación)	Presencia/ ausencia de especies indicadoras de conservación	Se registraron cinco especies catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, <i>Cryosophila stauracantha</i> , <i>Astronium graveolens</i> , <i>Cedrela odorata</i> , <i>Vanilla planifolia</i> y <i>Zamia prasina</i> . Con respecto al estatus se tienen tres están en la categoría de amenazadas y 2 en estatus de protección especial.	<p>Durante la ejecución del Proyecto se disminuirá la densidad de las cinco especies en estatus registradas.</p> <p>La dispersión de las esporas de <i>Pteridium caudatum</i> por el uso de la maquinaria podría afectar también a la distribución y abundancia de las especies en estatus de conservación.</p>	<p>El Proyecto contempla realizar la colecta de germoplasma y el rescate de especies de flora listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.</p> <p>El rescate y reubicación de orquídeas y bromelias, serán colocadas en áreas adyacentes al área impactada, de tal manera que sigan formando parte de la comunidad vegetal de la cual fueron rescatadas, y</p>





MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Componente ambiental	Indicador	Escenario actual	Escenario con el Proyecto	Escenario con las medidas de mitigación
				que continúen reproduciéndose para contribuir a mantener el tamaño de la población.
Fauna	No de especies	Se verificó la presencia de 209 especies (10 anfibios, 18 reptiles, 151 aves y 31 mamíferos) que corresponden al 39% de las potencialmente distribuidas en el Sistema Ambiental de la L.T. Xpujil-Xulha, y a un 24.1% para la Provincia Biótica de la Península de Yucatán.	Durante la ejecución del proyecto se afectará la distribución de las especies principalmente por la pérdida de hábitat debido al desmonte.	Se implementará programa de rescate de especies de fauna teniendo especial énfasis en aquellas de lento desplazamiento.
	Presencia/ausencia de especies indicadoras de conservación	Durante el muestreo se registraron y verificaron 33 especies de fauna que aparecen en la NOM-059-SEMARNAT-2010, de las cuáles son: un anfibio ( <i>Lithobates brownorum</i> ), cinco reptiles ( <i>Crocodylus moreletii</i> , <i>Imantodes cenchoa</i> , <i>Imantodes tenuissimus</i> , <i>Leptophis mexicanus</i> , <i>Coleonyx elegans</i> ) veinte aves ( <i>Tinamus mayor</i> , <i>Accipiter bicolor</i> , <i>Geranoospiza caeruleascens</i> , <i>Aramus guarauna</i> , <i>Ramphastos sulfuratus</i> , <i>Amazona xantholora</i> *, <i>Crypturellus cinnamomeus</i> , <i>Agamia agamí</i> , <i>Campephilus guatemalensis</i> , <i>Micrastur ruficollis</i> , <i>Aratinga nana</i> , <i>Amazona albifrons</i> , <i>Dendrocicla anabatina</i> , <i>Platyrinchus cancrorninus</i> , <i>Vireo pallens</i> , <i>Hylophilus ochraceiceps</i> , <i>Polioptila plúmbea</i> , <i>Eucometis penicillata</i> , <i>Onychorhynchus coronatus</i> ,	Las especies en estatus serán afectadas de manera diferencial por la construcción, operación y mantenimiento del Proyecto Especies de herpetofauna como la rana leopardo ( <i>Lithobates brownorum</i> ), la serpiente ranera bronceada ( <i>Leptophis mexicanus</i> ) y el gecko bandeado yucateco ( <i>Coleonyx elegans</i> ) son comunes en los sistemas perturbados con vegetación abierta. En contraste, tanto para las especies de mamíferos como el tapir ( <i>Tapirus bairdii</i> ) y el jaguar ( <i>Panthera onca</i> ) la reducción de su hábitat puede afectar su rango de distribución, ya que estas especies prefieren sitios con baja perturbación antrópica y vegetación con mediano grado de	El proyecto contempla elaborar e implementar un Programa de Rescate, reubicación y monitoreo de Fauna Silvestre, con el fin de minimizar los impactos a la fauna silvestre.  Murcia (1995) y Crooks (2002), mencionan que la transformación del hábitat puede afectar la distribución y abundancia de los vertebrados terrestres ya que estos responden a la perturbación presentando cambios en la dieta, cambios en la estructura social y comportamiento, los patrones de movimiento pueden variar entre especies, dependiendo de los hábitos y





MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Componente ambiental	Indicador	Escenario actual	Escenario con el Proyecto	Escenario con las medidas de mitigación
		<p><i>Sarcoramphus papa</i>) y siete mamíferos (<i>Oryzomys couesi</i>, <i>Lophostoma evotis</i>, <i>Potos flavus</i>, <i>Ateles geoffroyi</i>, <i>Alouatta pigra</i>, <i>Panthera onca</i> y <i>Tapirus bairdii</i>) Con respecto al estatus se tienen seis están en peligro de extinción, diez en la categoría de amenazadas y 17 en protección especial.</p>	<p>conservación.</p> <p>La operación proyecto incrementa el riesgo de electrocución y colisiones de aves con los cables de alta tensión y con las estructuras metálicas de las torres de alta tensión. Las aves de talla grande como el zopilote rey (<i>Sarcoramphus papa</i>) y la garza agami (<i>Agamia agami</i>).sufren el mayor riesgo.</p>	<p>características como el rango de hogar.</p> <p>Para la conservación de la vida silvestre y para asegurar la estabilidad de los ecosistemas, es importante la realización de manifestaciones de impacto ambiental como el presente trabajo, ya que nos permiten visualizar los cambios que sufren las especies, antes, durante y después de la modificación del hábitat provocada por la construcción de la L.T. Xpujil - Xul Ha. Con estos estudios, se contribuye al conocimiento de la ecología de las especies y estado de conservación local de las poblaciones naturales, de tal manera que las medidas de mitigación como la reubicación y monitoreo cumple con la prioridad de conservación y protección de las especies.</p> <p>El programa de Rescate, reubicación y monitoreo establecerá los indicadores que servirán de seguimiento para verificar que las medidas planteadas son suficientes y</p>



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Componente ambiental	Indicador	Escenario actual	Escenario con el Proyecto	Escenario con las medidas de mitigación
				garantizan la calidad ambiental del SAR y del Área donde se desarrollará el proyecto. El principal objetivo de llevarlo a cabo, es detectar si es necesario implementar medidas adicionales para que la ejecución de las obras de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento del proyecto, a fin de que en todo momento sea sustentable.
<b>Medio socioeconómico</b>				
Paisaje	Calidad del paisaje	La calidad del paisaje en el SAR ha disminuido por la eliminación de la cobertura vegetal para el desarrollo de las actividades agropecuarias.	El paisaje en el SAR se verá modificado por la introducción de elementos artificiales como las torres por la construcción principalmente por el desmonte de las 271.11 has y por la instalación de las torres.	Con la ejecución del proyecto se modificará la calidad del paisaje debido a la introducción de elementos artificiales, esto se aunarà a la infraestructura carretera y eléctrica existente.
Demografía	Tasa de crecimiento	El municipio de Calakmul, registró en el 2010 una población total de 26,882 personas, que representaron el 3.27 % con respecto a la población total del Estado de Campeche. Se registraron 158 localidades y una densidad de población de 1.92 personas por km <sup>2</sup> .	Durante la preparación del sitio y construcción, se contratarán un total de 118 trabajadores durante un periodo aproximado de cinco a seis meses. Se dará preferencia a la contratación de personas ubicadas en las localidades cercanas por lo que no se espera	Se contratarán trabajadores de las localidades cercanas para evitar migraciones hacia el Área del Proyecto.



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Componente ambiental	Indicador	Escenario actual	Escenario con el Proyecto	Escenario con las medidas de mitigación
		<p>Con respecto al municipio de Othón P. Blanco, la población total en el 2010 fue de 244,553 personas que representó el 18.45% de la población del Estado de Quintana Roo. Existen 727 localidades y una densidad de 15.33 habitantes por km2.</p> <p>La tasa de crecimiento de ambos municipios fue baja en los últimos diez años, la población se incrementó aproximadamente en un 16%. La tasa de crecimiento en el municipio de Othón P blanco fue muy alta en el periodo de 1980 a 1990.y en el municipio de Calakmul la tasa de crecimiento más imptante se dio de 1995 al 2000.</p>	<p>que genere cambios demográficos.</p> <p>Durante la etapa de operación se utilizará el personal de CFE por lo que solo se contempla la contratación adicional de cinco personas.</p>	
Índice de marginación	Muy Baja, Baja, Media, Alta y Muy Alta	<p>De acuerdo con el índice de marginación de 2010 el municipio de Calakmul, entre las áreas con mayor rezago están el nivel de ingresos ya que el 79.66% de la población ocupada recibe un ingreso de hasta 2 salarios mínimos, el 36.5% de la población de 15 años y más no cuenta con primaria completa y el 31.4% de las viviendas no cuentan con agua entubada.</p> <p>Con respecto al municipio de Othón Blanco la marginación es baja, aunque en menor porcentaje, las áreas con mayor rezago son casi las mismas que en el</p>	<p>Durante la preparación del sitio y construcción se contempla se generarán 118 empleos directos los cuáles contribuirán a la calidad de vida de los trabajadores contratados y sus familias.</p>	<p>Se contratarán trabajadores de las localidades cercanas lo que implicará beneficios económicos a ellos y sus familias.</p>



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Componente ambiental	Indicador	Escenario actual	Escenario con el Proyecto	Escenario con las medidas de mitigación
		municipio de Calakmul, ya que el 41.67% gana hasta dos salarios mínimos, el 19.65% de la población de 15 años y más no cuenta con primaria completa, la mayoría de las viviendas cuentan con servicios, pero el 42.19 % presenta cierto grado de hacinamiento.		
Actividades productivas	Superficie afectada en m <sup>2</sup>	Los sistemas agropecuarios cubren un área importante del SAR, 20,268.09 has has que representan el 38.05%.	Para la construcción del proyecto se requiere el desmonte de 271.11 has, de las cuales el 42.27% son áreas dedicadas a las actividades agropecuarias.	CFE solicitará el derecho de paso a los propietarios de las parcelas agrícolas a lo largo de la trayectoria y llegará a un acuerdo sobre su costo.
Infraestructura	Infraestructura eléctrica	Actualmente no existen vías de suministro alternas a las existentes para los estados de Campeche, Yucatán y Quintana Roo y garantizar la continuidad de la transmisión de energía eléctrica a nivel regional; actualmente la transmisión de energía eléctrica en el Estado de Campeche ocurre hasta la Subestación Eléctrica (SE.) Xpujil desde la SE. Escárcega, llegando a esta última desde la red eléctrica regional peninsular, mientras que, por el otro lado, en el Estado de Quintana Roo la conducción del flujo eléctrico se da hasta la SE. Xul Ha, sin que exista infraestructura que permita la conexión directa entre ambos Estados.  Actualmente, en caso de falla de los	La realización del proyecto permitiría el "cierre" del anillo de transmisión Escárcega – Xul Há – Ticul, lo cual servirá para garantizar vías de suministro alternas a las existentes para los estados de Campeche, Yucatán y Quintana Roo y garantizar la continuidad de la transmisión de energía eléctrica a nivel regional.  Además de completar el "anillo" mencionado, el proyecto permitiría reforzar el enlace del sistema eléctrico peninsular con el sistema eléctrico nacional, incrementando la capacidad de transmisión para satisfacer la demanda de los	De no realizarse este proyecto y con base en los criterios de planeación de CFE, a partir del 2015 se efectuarán cortes de carga en varios municipios de los estados de Tabasco, Campeche, Yucatán y Quintana Roo, correspondientes a las zonas Minatitlán, Coatzacoalcos y Villahermosa así como del Área Peninsular, debido a la saturación de la red de transmisión entre las áreas de Control Oriental y Peninsular



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Componente ambiental	Indicador	Escenario actual	Escenario con el Proyecto	Escenario con las medidas de mitigación
		<p>circuitos que llevan electricidad hacia cualquiera de los Estados mencionados, no sería posible soportar el flujo ininterrumpido del fluido eléctrico hacia ambas, lo que redundaría en los inconvenientes inherentes.</p>	<p>Estados de Campeche y Quintana Roo en apoyo del desarrollo de los municipios que la integran, así como aumentar la capacidad de la infraestructura de transmisión de energía eléctrica, de tal manera que permita atender a mediano y largo plazo la demanda del servicio de suministro de energía eléctrica a nivel regional.</p>	
<p>Factores socioculturales</p>	<p>Presencia o ausencia de sitios con valor cultural o histórico</p>	<p>Existe un gran número de elementos culturales registrados por el Centro INAH Quintana Roo, debido a su cercanía con la carretera, potreros y zonas de cultivo. Encontrándose la más alta concentración de vestigios y sitios arqueológicos cerca de las poblaciones de Sergio Butrón Casas, Francisco Villa, Nicolás Bravo y Caobas.</p>	<p>En el SAR no se afectarán elementos culturales únicamente en el Área del Proyecto, durante la preparación del sitio y construcción del Proyecto existe la probabilidad de encontrar algún elemento cultural que pudiera verse afectado por las actividades y la presencia de personal.</p>	<p>Comisión Federal de Electricidad tiene un convenio con el INAH para la prospección y en su caso el salvamento de elementos culturales por lo que estos no se verán afectados por la ejecución del Proyecto.</p>



## VII.3 EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

De acuerdo a lo establecido en la Guía para la elaboración de una manifestación de impacto ambiental modalidad regional, se deben indicar las alternativas para el proyecto sobre:

- Ubicación; indicando los otros sitios alternativos de localización.
- De tecnología: indicando los procesos, métodos o técnicas alternativas.
- De reducción de la superficie a ocupar.
- De características en la naturaleza, tales como dimensiones, cantidad y distribución de obras y/o actividades.
- De compensación de impactos residuales significativos.

A continuación se presenta una síntesis del análisis realizado para cada uno de los puntos enlistados. En el Capítulo II se hizo una descripción detallada del análisis realizados para cada una de las alternativas.

### VII.3.1 Ubicación indicando los otros sitios alternativos de localización

La ubicación del Proyecto está determinada por la instalación de la cual se realizará el suministro (SE. Xpujil) y la ubicación del centro de carga a donde se requiere llevar la energía para su distribución a la zona de influencia del proyecto (SE. Xul Ha).

Como se mencionó en el Capítulo II para definir la ubicación de la trayectoria de la LT.Xpujil – Xul Ha, se consideró el análisis de alternativas de trayectorias que son coincidentes en varias secciones, por lo que se analizaron únicamente las secciones en donde hay variaciones.

Se evaluaron tres alternativas de trayectoria, todas inician en la SE Xpujil, ubicada a 3 km al norte de la población de Xpujil, geográficamente se encuentra en las coordenadas 18°31'57.38" latitud norte y 89°24'4.89" longitud oeste y finalizan en la SE XulHá 18°32'41.93" latitud norte y 88°27'56.94"O longitud oeste, al sur de la población de XulHá,





se desplazan en dirección este, atravesando los municipios de Calakmul y Othón P. Blanco, ubicados en los estados de Campeche y Quintana Roo respectivamente. Cabe destacar que todas las alternativas atraviesan zonas con vegetación en buen estado de conservación y que incluye diversas zonas prioritarias para la conservación de acuerdo a la CONABIO.

De acuerdo al análisis comparativo de los aspectos ambientales, sociales y económicos se determinó que la Alternativa 2 tomando en cuenta las recomendaciones del Centro INAH Quintana Roo, derivadas de la inspección en campo respecto a las diferentes alternativas propuestas, la número 2 es la que presenta una mayor factibilidad arqueológica debido a que ya están identificados la mayoría de los sitios arqueológicos cercanos, mismos que se ubican en zonas afectadas por actividades antropogénicas, situación contraria en las alternativas restantes.

En la siguiente tabla se presenta una síntesis del análisis realizado.



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

**Tabla VII.5 Evaluación de alternativas**

Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
<p>Su recorrido es de aproximadamente de 99.80 km, a través de 9 puntos de inflexión (PI's), localizándose a 9 km al norte de la carretera Federal No. 186 tramo Xpujil – Chetumal; siendo la menos accesible debido a que existen pocos caminos de acceso</p>	<p>Su recorrido es de aproximadamente de 104.277 km, a través de 19 puntos de inflexión (PI's) paralela a la carretera Federal No. 186 tramo Xpujil – Chetumal; siendo la más accesible.</p>	<p>Su recorrido es de aproximadamente de 106.50 km, a través de 13 puntos de inflexión (PI's), localizándose a 5 km al sur de la carretera Federal No. 186 tramo Xpujil – Chetumal; presentando un buen número de caminos de acceso.</p>
<p>Cruza por macizos forestales de mayor continuidad (hasta 14 km), esto condiciona la presencia de especies de flora y fauna características de zonas preservadas que se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010</p>	<p>presentará menor afectación de vegetación conservada, por lo que obtener la autorización sería más factible; adicionalmente: La vegetación que afecta está fragmentada por lo que la cantidad de especies de flora y fauna que pueden estar presentes y estar consideradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, es menor debido a la cercanía con poblaciones. El tiempo de gestión de las autorizaciones sería menor al que requerirían las otras dos alternativas</p>	<p>Presentará un nivel de complicación intermedio con relación a las alternativas 1 y 2; derivado a que: Cruza por zonas de vegetación conservada, aunque de menor extensión a las que afecta la trayectoria 1. Las medidas de prevención, mitigación y compensación serán de alto costo, similares a las solicitadas en la L.T. Escárcega Potencia – Xpujil y que requerirán la participación de expertos en los diversos grupos de fauna silvestre</p>
<p>En lo que respecta al estado de Campeche, no se detectó algún vestigio arqueológico al momento, esto debido en parte a los pequeños relictos de selva y la inexistencia de caminos. En cuanto al tramo de la trayectoria que cruza el estado de Quintana Roo, en la parte norte de las poblaciones de Nicolás Bravo y La Providencia, se observan sitios arqueológicos dentro de potreros, los cuales tienen un estado de conservación precario, los cuales no se encuentran registrados por el Instituto Nacional de Antropología e Historia.</p>	<p>Se observa que cuenta con el mayor número de vestigios arqueológicos registrados por el Centro INAH Quintana Roo, debido a su cercanía con la carretera, potreros y zonas de cultivo. Encontrándose la más alta concentración de vestigios y sitios arqueológicos cerca de las poblaciones de Sergio Butrón Casas, Francisco Villa, Nicolás Bravo y Caobas. Derivado de lo anterior es menos probable que se modifique radicalmente la trayectoria, derivado de que en el INAH tiene conocimiento de la existencia de estos vestigios y por recomendaciones del instituto se atribuye a esta opción la mayor factibilidad</p>	<p>El desarrollo de esta alternativa se localiza a menos de un kilómetro el polígono de seguridad de la Zona. Arqueológica de Kohunlich, por lo que es posible que el INAH nos niegue la factibilidad arqueológica con las condiciones actuales.</p>



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
<p>Por comentarios de otras dependencias, al menos dos ejidos por donde cruza la trayectoria son conflictivos (Laguna Om y Juan Sarabia) Se incrementarían los costos en el pago de Bienes Distintos de la Tierra (BDT's) debido que son áreas con vegetación natural conservada entre las poblaciones de Xpujil y Nicolás Bravo por lo que habría que pagar los arboles (maderas preciosas o tropicales) comercialmente aprovechables.</p>	<p>arqueológica.</p> <p>Se afectan más terrenos con actividad agropecuaria, lo que disminuiría el costo total de pagos por las afectaciones a los BDT's. Las zonas de cultivo de caña de azúcar en terrenos de uso común que se afectarían están cerca de la orilla de la carretera, poblaciones y servicios (tramo Nicolás Bravo - Xulha), lo que podría ocasionar un conflicto con los ejidatarios al momento de conciliar los montos indemnizatorios respecto al precio por metro cuadrado por la pérdida de productividad en el derecho de vía</p>	<p>La trayectoria cruza por el ejido Caobas que por comentarios del ejido colindante (Tres Garantías) es conflictivo. Se incrementarían los costos en el pago de BDT's debido que son áreas con vegetación natural conservada entre las poblaciones de Xpujil y Nicolás Bravo por lo que habría que pagar los arboles (maderas preciosas o tropicales) comercialmente aprovechables</p>
<p>Costo \$335,057.51</p>	<p>Costo \$326,749.09</p>	<p>Coto \$347,329.06</p>

### VII.3.2 De tecnología indicando procesos, métodos o técnicas alternativas

El Proyecto contempla técnicas tradicionales de construcción, las cuáles se describieron en el Capítulo II, sin embargo se incorporan las buenas prácticas y un programa de manejo ambiental con el fin de garantizar la prevención, control, minimización y en su caso la restauración de los impactos ambientales que pudieran presentarse.

### VII.3.3 De reducción de la superficie a ocupar

El derecho de vía de la línea de transmisión se establece para garantizar la seguridad y eficiencia para la operación y mantenimiento de la misma, sin embargo a fin de reducir la superficie afectada se realizará un manejo de vegetación en el derecho de vía encaminado a minimizar el impacto a la cobertura vegetal.

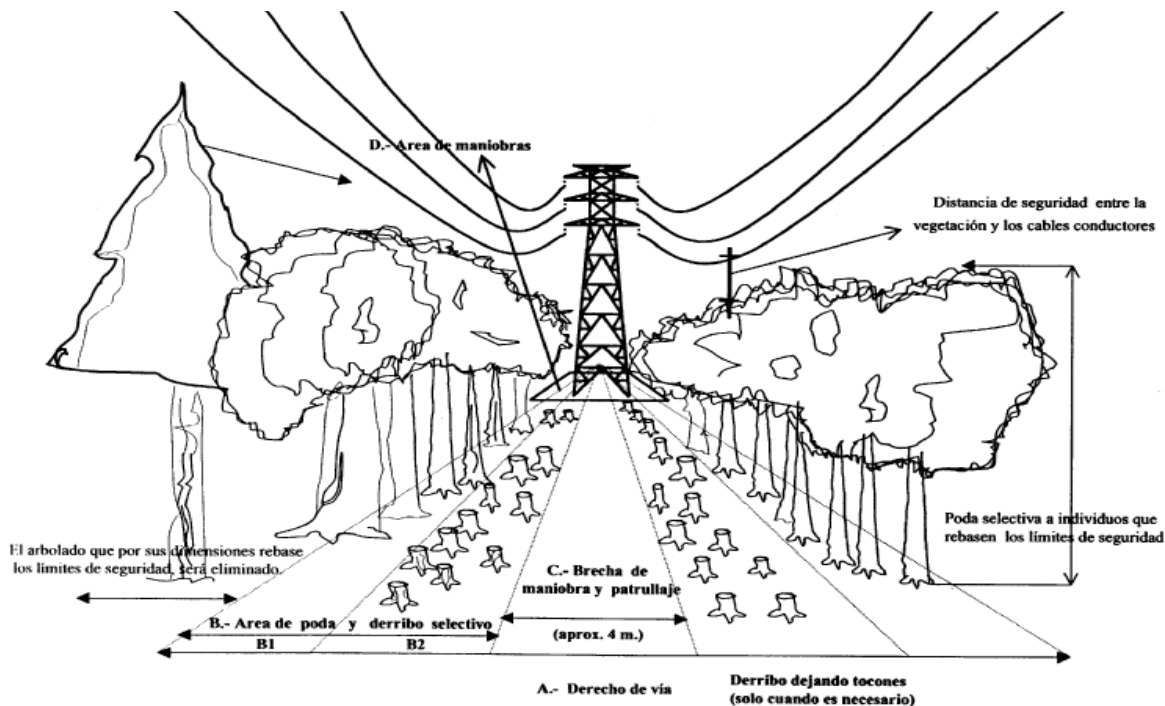


Figura VII.11 Perfil de manejo de vegetación en el derecho de vía de la LT. Xpujil – Xul Ha



### **VII.3.4 De características en la naturaleza, tales como dimensiones, cantidad y distribución de obras y/o actividades.**

El Proyecto contempla la construcción, operación y mantenimiento de Línea de Transmisión Eléctrica (LT.) Xpujil - Xul Ha, la cual tiene una longitud de 104.276 kilómetros, en dos circuitos, uno de los cuales operaría con una capacidad de 115 kV, mientras que el otro funcionaría con una capacidad e 230 kV; se instalarían aproximadamente 260 torres de acero estructural soportadas con cimentaciones de concreto armado, las cuales sostendrían el cableado aéreo. La línea contaría con un sistema de comunicación a través de la instalación de un cable de guarda de fibra óptica que será parte de su blindaje

La realización del proyecto permitiría el "cierre" del anillo de transmisión Escárcega – XulHá – Ticul, lo cual servirá para garantizar vías de suministro alternas a las existentes para los estados de Campeche, Yucatán y Quintana Roo y garantizar la continuidad de la transmisión de energía eléctrica a nivel regional.

Para garantizar el óptimo funcionamiento de la línea se requiere de un derecho de vía de 26 m por lo que se afectará una superficie de 271.11 has, de las cuales 11.08 has serán de afectación temporal y 260.03 has serán permanentes. Dentro de esta superficie se establecerá una brecha de maniobra y patrullaje de 4m, 21 plataformas de tendido y tensionado de cable de guarda y conductor y 260 torres. La descripción detallada de estas instalaciones se presentó en el Capítulo II.VII.3.5 De compensación de impactos residuales significativos.

Se define como impacto residual: "El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación". El Proyecto contempla el desmonte de una superficie de 270.960 has de las cuales 98.90 has son forestales, la pérdida y fragmentación de la vegetación y por lo tanto la disminución del hábitat de las especies de fauna silvestre persistirá a pesar de las medidas de mitigación propuestas

El Proyecto contempla realizar acciones de prevención, minimización y compensación para la vegetación y fauna silvestre, así como establecer un Programa de Manejo



---

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Ambiental con una supervisión ambiental permanente durante la etapa de preparación del sitio y construcción del Proyecto, se implementarán entre otras acciones el rescate y reubicación de organismos de flora y fauna silvestre en estatus de conservación según la NOM-059-SAMARNAT-2010 y otras especies relevantes para la conservación como orquídeas y bromelias.

Además se compensará el área desmontada para la ejecución del Proyecto con otra superficie equivalente en donde se llevará a cabo acciones de restauración integral ecológica en la zona de conectividad de las reservas de Calakmul y Sian Ka'an en coordinación con la reserva de Calakmul, evitando la disminución de la captura de carbono.

El Programa de Manejo Ambiental fue presentado en el Capítulo VI y en él se describen las medidas de mitigación propuestas.





**CAPÍTULO VIII. METODOLOGÍAS APLICADAS.....1**

VIII.1. ÍNDICE DE EROSIÓN..... 1

VIII.1.1 Índice de agresividad de la lluvia ..... 1

VIII.1.1 Obtención de la erodabilidad del suelo Factor K en función de la textura y contenido de materia orgánica ..... 2

VIII.1.1 Obtención del factor de cobertura (C) ..... 4

VIII.2 ECUACIONES DE LOS MODELOS UTILIZADOS PARA LOS ESCENARIOS DEL CAPÍTULO VII ..... 5

VIII.2.1 Ecuaciones del modelo correspondiente al Escenario 0 ..... 5

VIII.2.2 Ecuaciones del modelo correspondiente al Escenario 1 ..... 7

VIII.2.3 Ecuaciones asociadas a la proyección de las densidades de *H.gaumeri*, Escenario 0 ..... 9

VIII.2.4 Ecuaciones asociadas a la proyección de las densidades de *H.gaumeri*, Escenario 1 ..... 11

VIII.2.5 Ecuaciones asociadas a la proyección del números de individuos de *Z. prasina*, Escenario 0..... 13

VIII.2.6 Ecuaciones asociadas a la proyección del números de individuos de *Z. prasina*, Escenario 1..... 15

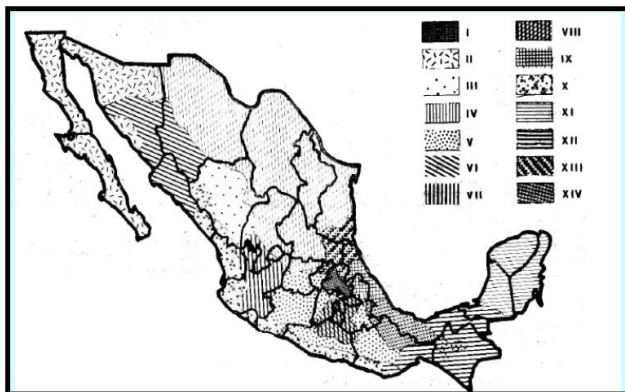


## CAPÍTULO VIII. METODOLOGÍAS APLICADAS

### VIII.1. ÍNDICE DE EROSIÓN

#### VIII.1.1 Índice de agresividad de la lluvia

La erosividad (R) se estimó utilizando el modelo de la XI (Península de Yucatán), así como la precipitación anual de 2013. En este aspecto se tomaron los valores de precipitación media anual de las estaciones meteorológicas más próximas a Xpujil, Campeche y Xulhá, Othón P. Blanco y se realizó una división de la trayectoria por Estado. La precipitación anual correspondió a las estaciones ubicadas en las localidades de Tres Garantías y Othón P. Blanco del municipio de Othón P. Blanco, Quintana Roo.



Región	Ecuación	R <sup>2</sup>
I	$R = 1.2078P + 0.002276P^2$	0.92
II	$R = 3.4555P + 0.006470P^2$	0.93
III	$R = 3.6752P - 0.001720P^2$	0.94
IV	$R = 2.8559P + 0.002983P^2$	0.92
V	$R = 3.4880P - 0.00088P^2$	0.94
VI	$R = 6.6847P + 0.001680P^2$	0.90
VII	$R = -0.0334P + 0.006661P^2$	0.98
VIII	$R = 1.9967P + 0.003270P^2$	0.98
IX	$R = 7.0458P - 0.002096P^2$	0.97
X	$R = 6.8938P + 0.000442P^2$	0.95
XI	$R = 3.7745P + 0.004540P^2$	0.98
XII	$R = 2.4619P + 0.006067P^2$	0.96
XIII	$R = 10.7427P - 0.00108P^2$	0.97
XIV	$R = 1.5005P + 0.002640P^2$	0.95



### VIII.1.1 Obtención de la erodabilidad del suelo Factor K en función de la textura y contenido de materia orgánica

El factor (K) expresa el grado de vulnerabilidad del suelo a la desagregación por el golpeo de las gotas y al arrastre por el agua de escorrentía. En la práctica, se logra una estimación aceptable de la vulnerabilidad de los suelos en función de los siguientes parámetros de base: textura, estructura, contenido de materia orgánica y permeabilidad.

Tabla 1 Valores K en función de la textura y contenido en materia orgánica

Textura	% de materia orgánica		
	0.0 – 0.5	0.5 - 2.0	2.0 – 4.0
Arena	0.005	0.003	0.002
Arena fina	0.016	0.014	0.010
Arena muy fina	0.042	0.036	0.028
Arena migajosa	0.012	0.010	0.008
Arena fina migajosa	0.024	0.020	0.016
Arena muy fina migajosa	0.044	0.038	0.030
Migajón arenosa	0.027	0.024	0.019
Migajón arenosa fina	0.035	0.030	0.024
Migajón arenosa muy fina	0.047	0.041	0.033
Migajón	0.038	0.034	0.029
Migajón limoso	0.048	0.042	0.033
Limo	0.060	0.052	0.042
Migajón arcillo arenosa	0.027	0.025	0.021
Migajón arcillosa	0.028	0.025	0.021
Migajón arcillo limosa	0.037	0.032	0.026
Arcillo arenosa	0.014	0.013	0.012
Arcillo limosa	0.025	0.023	0.019
Arcilla	0.013 - .029		

En la siguiente tabla se presentan los valores K asignados a cada muestra de suelo obtenida a lo largo de la trayectoria de línea de transmisión.



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

**Tabla 2 Valores K en función de la textura y contenido en materia orgánica para cada muestra de suelo**

No. de muestra	X	Y	Tipo de suelo	Materia orgánica	Arcilla	Arena	Limo	Clase de textura	Valor K
1	247333	2050466	Feozem	5.36	57	27	16	Arcilloso	0.013
2	247636	2048687	Feozem	2.88	59	33	8	Arcilloso	0.013
3	256792	2045987	Feozem	6.7	17	57	26	Franco arcilloso arenoso	0.021
4	259163	2045814	Regosol	4.15	47	45	8	Arcilloso arenoso	0.012
5	274603	2043538	Feozem	4.29	27	49	24	Franco arcilloso arenoso	0.021
6	288420	2041500	Feozem	6.7	51	23	26	Arcilloso	0.013
7	296546	2040309	Feozem	5.63	61	21	18	Arcilloso	0.02
8	310093	2044127	Vertisol	3.82	63	23	14	Arcilloso	0.013
9	306240	2042817	Leptosol	3.35	79	9	12	Arcilloso	0.02
10	311257	2044461	Leptosol	6.97	37	45	18	Franco arcilloso	0.021
11	311684	2043958	Leptosol	7.5	21	53	26	Franco arcilloso arenoso	0.021
12	318730	2044275	Leptosol	0.67	31	51	18	Franco arcilloso arenoso	0.027
13	328253	2045074	Vertisol	2.21	57	37	6	Arcilloso	0.02
14	338082	2046670	Vertisol	4.42	67	15	18	Arcilloso	0.013
15	279206	2044634	Leptosol	4.96	21	57	22	Franco arcillo arenoso	0.021
16	302901	2041967	Vertisol	4.02	59	33	8	Arcilloso	0.013
17	345064	2051139	Vertisol	5.9	69	17	14	Arcilloso	0.013



### VIII.1.1 Obtención del factor de cobertura (C)

El factor de cobertura (C), se considera de 0 a 1 (valores cercanos a cero significan mayor protección, valores de 1 o próximos a este, significan nula o menor protección); el efecto protector de la vegetación se relaciona directamente con la densidad de la cobertura del suelo; y un desarrollo vertical en diferentes pisos asegurará mayor intercepción de las precipitaciones y regulación de las escorrentías.

**Tabla 3 Valores C que pueden utilizarse para estimar la pérdida de suelo**

Cultivo	Nivel de Productividad.		
	Alto	Moderado	Bajo
Maíz	0.54	0.62	0.80
Maíz labranza cero	0.05	0.10	0.15
Maíz rastrojo	0.10	0.15	0.20
Algodón	0.30	0.42	0.49
Pastizal	0.004	0.01	0.10
Alfalfa	0.020	0.050	0.10
Trébol	0.025	0.050	0.10
Sorgo grano	0.43	0.55	0.70
Sorgo grano rastrojo	0.11	0.18	0.25
Soya	0.48		
Soya después de maíz con rastrojo	0.18		
Trigo	0.15	0.38	0.53
Trigo rastrojo	0.10	0.18	0.25
Bosque natural	0.001	0.01	0.10
Sabana en buenas condiciones	0.01	0.54	
Sabana sobrepastoreada	0.1	0.22	
Maíz - sorgo, Mijo	0.4 a 0.9		
Arroz	0.1 a 0.2		
Algodón, tabaco	0.5 a 0.7		
Cacahuete	0.4 a 0.8		
Palma, cacao, café	0.1 a 0.3		
Piña	0.1 a 0.3		



## VIII.2 ECUACIONES DE LOS MODELOS UTILIZADOS PARA LOS ESCENARIOS DEL CAPÍTULO VII

### VIII.2.1 Ecuaciones del modelo correspondiente al Escenario 0

$$\text{Artificial}(t) = \text{Artificial}(t - dt) + (\text{Urbanización\_desde\_suelo\_modificado} + \text{Urbanización\_desde\_suelo\_natural} - \text{Reconversión} - \text{Recuperación\_natural}) * dt$$

$$\text{INIT Artificial} = 1297$$

INFLOWS:

$$\text{Urbanización\_desde\_suelo\_modificado} = \text{Tasa\_de\_urbanización\_desde\_suelo\_modificado}$$

$$\text{Urbanización\_desde\_suelo\_natural} = \text{Tasa\_de\_urbanización\_desde\_suelo\_natural}$$

OUTFLOWS:

$$\text{Reconversión} = \text{Tasa\_de\_reconversión}$$

$$\text{Recuperación\_natural} = \text{Tasa\_de\_recuperación\_natural}$$

$$\text{Modificado}(t) = \text{Modificado}(t - dt) + (\text{Deforestación} + \text{Reconversión} - \text{Urbanización\_desde\_suelo\_modificado} - \text{Recuperación}) * dt$$

$$\text{INIT Modificado} = 25664$$

INFLOWS:

$$\text{Deforestación} = \text{Tasa\_de\_deforestación}$$

$$\text{Reconversión} = \text{Tasa\_de\_reconversión}$$

OUTFLOWS:

$$\text{Urbanización\_desde\_suelo\_modificado} = \text{Tasa\_de\_urbanización\_desde\_suelo\_modificado}$$

$$\text{Recuperación} = \text{Tasa\_de\_recuperación}$$

$$\text{Natural}(t) = \text{Natural}(t - dt) + (\text{Recuperación} + \text{Recuperación\_natural} - \text{Deforestación} - \text{Urbanización\_desde\_suelo\_natural}) * dt$$

$$\text{INIT Natural} = 26306$$

INFLOWS:

$$\text{Recuperación} = \text{Tasa\_de\_recuperación}$$

$$\text{Recuperación\_natural} = \text{Tasa\_de\_recuperación\_natural}$$

OUTFLOWS:

$$\text{Deforestación} = \text{Tasa\_de\_deforestación}$$





---

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Urbanización\_desde\_suelo\_natural = Tasa\_de\_urbanizacion\_desde\_suelo\_natural

Tasa\_de\_deforestación = 957.92

Tasa\_de\_reconversión = 38.83

Tasa\_de\_recuperación = 387.33

Tasa\_de\_recuperación\_natural = 18.83

Tasa\_de\_urbanización\_desde\_suelo\_modificado = 57.50

Tasa\_de\_urbanizacion\_desde\_suelo\_natural = 20.17



## VIII.2.2 Ecuaciones del modelo correspondiente al Escenario 1

Artificial(t) = Artificial(t - dt) + (Urbanización\_modif + Urbanización\_nat - Reconversión - Recuperacion\_natural) \* dt

INIT Artificial = 1297

INFLOWS:

Urbanización\_modif = IF TIME=1 THEN Tasa\_de\_urbanización\_modif + Deforestacion\_modif\_por\_DV ELSE Tasa\_de\_urbanización\_modif

Urbanización\_nat = IF TIME = 1 THEN Tasa\_de\_urbanizacion\_nat + Deforestacion\_selva\_por\_DV ELSE Tasa\_de\_urbanizacion\_nat

OUTFLOWS:

Reconversión = IF TIME=2 THEN Tasa\_de\_reconversión + Tala\_selectiva\_en\_DV ELSE Tasa\_de\_reconversión

Recuperacion\_natural = Tasa\_de\_recuperación\_natural

Modificado(t) = Modificado(t - dt) + (Deforestación + Reconversión - Urbanización\_modif - Recuperación) \* dt

INIT Modificado = 25664

INFLOWS:

Deforestación = Tasa\_de\_deforestación

Reconversión = IF TIME=2 THEN Tasa\_de\_reconversión + Tala\_selectiva\_en\_DV ELSE Tasa\_de\_reconversión

OUTFLOWS:

Urbanización\_modif = IF TIME=1 THEN Tasa\_de\_urbanización\_modif + Deforestacion\_modif\_por\_DV ELSE Tasa\_de\_urbanización\_modif

Recuperación = Tasa\_de\_recuperación

Natural(t) = Natural(t - dt) + (Recuperación + Recuperacion\_natural - Deforestación - Urbanización\_nat) \* dt

INIT Natural = 26306

INFLOWS:

Recuperación = Tasa\_de\_recuperación

Recuperacion\_natural = Tasa\_de\_recuperación\_natural

OUTFLOWS:



---

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Deforestación = Tasa\_de\_deforestación

Urbanización\_nat = IF TIME = 1 THEN Tasa\_de\_urbanizacion\_nat + Deforestacion\_selva\_por\_DV  
ELSE Tasa\_de\_urbanizacion\_nat

Area\_de\_maniobras\_y\_plataformas = 11.0812

Brecha\_de\_maniobra\_y\_area\_de\_bases = 46.576

Deforestacion\_modif\_por\_DV = 169.1348

Deforestacion\_selva\_por\_DV = 98.90

Tala\_selectiva\_en\_DV = 201.5576

Tasa\_de\_deforestación = 957.92

Tasa\_de\_reconversión = 38.83

Tasa\_de\_recuperación\_natural = 18.83

Tasa\_de\_urbanización\_modif = 57.50

Tasa\_de\_urbanizacion\_nat = 20.17

Tasa\_\_de\_recuperación = 387.33



### VIII.2.3 Ecuaciones asociadas a la proyección de las densidades de *H.gaugeri*, Escenario 0

$$\text{Artificial}(t) = \text{Artificial}(t - dt) + (\text{Urbanización\_desde\_suelo\_modificado} + \text{Urbanización\_desde\_suelo\_natural} - \text{Reconversión} - \text{Recuperación\_natural}) * dt$$

$$\text{INIT Artificial} = 1297$$

INFLOWS:

$$\text{Urbanización\_desde\_suelo\_modificado} = \text{Tasa\_de\_urbanización\_desde\_suelo\_modificado}$$

$$\text{Urbanización\_desde\_suelo\_natural} = \text{Tasa\_de\_urbanización\_desde\_suelo\_natural}$$

OUTFLOWS:

$$\text{Reconversión} = \text{Tasa\_de\_reconversión}$$

$$\text{Recuperación\_natural} = \text{Tasa\_de\_recuperación\_natural}$$

$$\text{Modificado}(t) = \text{Modificado}(t - dt) + (\text{Deforestación} + \text{Reconversión} - \text{Urbanización\_desde\_suelo\_modificado} - \text{Recuperación}) * dt$$

$$\text{INIT Modificado} = 25664$$

INFLOWS:

$$\text{Deforestación} = \text{Tasa\_de\_deforestación}$$

$$\text{Reconversión} = \text{Tasa\_de\_reconversión}$$

OUTFLOWS:

$$\text{Urbanización\_desde\_suelo\_modificado} = \text{Tasa\_de\_urbanización\_desde\_suelo\_modificado}$$

$$\text{Recuperación} = \text{Tasa\_de\_recuperación}$$

$$\text{Natural}(t) = \text{Natural}(t - dt) + (\text{Recuperación} + \text{Recuperación\_natural} - \text{Deforestación} - \text{Urbanización\_desde\_suelo\_natural}) * dt$$

$$\text{INIT Natural} = 26306$$

INFLOWS:

$$\text{Recuperación} = \text{Tasa\_de\_recuperación}$$

$$\text{Recuperación\_natural} = \text{Tasa\_de\_recuperación\_natural}$$

OUTFLOWS:

$$\text{Deforestación} = \text{Tasa\_de\_deforestación}$$

$$\text{Urbanización\_desde\_suelo\_natural} = \text{Tasa\_de\_urbanización\_desde\_suelo\_natural}$$



---

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

Densidad\_de\_H\_gaumeri =  $0.00025 * (\text{Natural} / \text{INIT}(\text{Natural}))^{\text{Exponente}}$

Exponente = 1

Tasa\_de\_deforestación = 957.92

Tasa\_de\_reconversión = 38.83

Tasa\_de\_recuperación = 387.33

Tasa\_de\_recuperación\_natural = 18.83

Tasa\_de\_urbanización\_desde\_suelo\_modificado = 57.50

Tasa\_de\_urbanización\_desde\_suelo\_natural = 20.17



## VIII.2.4 Ecuaciones asociadas a la proyección de las densidades de H.gaumeri, Escenario 1

Artificial(t) = Artificial(t - dt) + (Urbanización\_modif + Urbanización\_nat - Reconversión - Recuperacion\_natural) \* dt

INIT Artificial = 1297

INFLOWS:

Urbanización\_modif = IF TIME=1 THEN Tasa\_de\_urbanización\_modif + Deforestacion\_modif\_por\_DV ELSE Tasa\_de\_urbanización\_modif

Urbanización\_nat = IF TIME = 1 THEN Tasa\_de\_urbanizacion\_nat + Deforestacion\_selva\_por\_DV ELSE Tasa\_de\_urbanizacion\_nat

OUTFLOWS:

Reconversión = IF TIME=2 THEN Tasa\_de\_reconversión + Tala\_selectiva\_en\_DV ELSE Tasa\_de\_reconversión

Recuperacion\_natural = Tasa\_de\_recuperación\_natural

Modificado(t) = Modificado(t - dt) + (Deforestación + Reconversión - Urbanización\_modif - Recuperación) \* dt

INIT Modificado = 25664

INFLOWS:

Deforestación = Tasa\_de\_deforestación

Reconversión = IF TIME=2 THEN Tasa\_de\_reconversión + Tala\_selectiva\_en\_DV ELSE Tasa\_de\_reconversión

OUTFLOWS:

Urbanización\_modif = IF TIME=1 THEN Tasa\_de\_urbanización\_modif + Deforestacion\_modif\_por\_DV ELSE Tasa\_de\_urbanización\_modif

Recuperación = Tasa\_\_de\_recuperación

Natural(t) = Natural(t - dt) + (Recuperación + Recuperacion\_natural - Deforestación - Urbanización\_nat) \* dt

INIT Natural = 26306

INFLOWS:

Recuperación = Tasa\_\_de\_recuperación

Recuperacion\_natural = Tasa\_de\_recuperación\_natural





---

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

---

OUTFLOWS:

Deforestación = Tasa\_de\_deforestación

Urbanización\_nat = IF TIME = 1 THEN Tasa\_de\_urbanizacion\_nat + Deforestacion\_selva\_por\_DV  
ELSE Tasa\_de\_urbanizacion\_nat

Area\_de\_maniobras\_y\_plataformas = 11.0812

Brecha\_de\_maniobra\_y\_area\_de\_bases = 46.576

Deforestacion\_modif\_por\_DV = 169.1348

Deforestacion\_selva\_por\_DV = 98.90

Densidad\_de\_H\_gaumeri = 0.00025\*(Natural/INIT(Natural))^Exponente

Exponente = 1

Tala\_selectiva\_en\_DV = 201.5576

Tasa\_de\_deforestación = 957.92

Tasa\_de\_reconversión = 38.83

Tasa\_de\_recuperación\_natural = 18.83

Tasa\_de\_urbanización\_modif = 57.50

Tasa\_de\_urbanizacion\_nat = 20.17

Tasa\_\_de\_recuperación = 387.33



## VIII.2.5 Ecuaciones asociadas a la proyección del números de individuos de *Z. prasina*, Escenario 0

$$\text{Artificial}(t) = \text{Artificial}(t - dt) + (\text{Urbanización\_desde\_suelo\_modificado} + \text{Urbanización\_desde\_suelo\_natural} - \text{Reconversión} - \text{Recuperación\_natural}) * dt$$

$$\text{INIT Artificial} = 1297$$

INFLOWS:

$$\text{Urbanización\_desde\_suelo\_modificado} = \text{Tasa\_de\_urbanización\_desde\_suelo\_modificado}$$

$$\text{Urbanización\_desde\_suelo\_natural} = \text{Tasa\_de\_urbanización\_desde\_suelo\_natural}$$

OUTFLOWS:

$$\text{Reconversión} = \text{Tasa\_de\_reconversión}$$

$$\text{Recuperación\_natural} = \text{Tasa\_de\_recuperación\_natural}$$

$$\text{Modificado}(t) = \text{Modificado}(t - dt) + (\text{Deforestación} + \text{Reconversión} - \text{Urbanización\_desde\_suelo\_modificado} - \text{Recuperación}) * dt$$

$$\text{INIT Modificado} = 25664$$

INFLOWS:

$$\text{Deforestación} = \text{Tasa\_de\_deforestación}$$

$$\text{Reconversión} = \text{Tasa\_de\_reconversión}$$

OUTFLOWS:

$$\text{Urbanización\_desde\_suelo\_modificado} = \text{Tasa\_de\_urbanización\_desde\_suelo\_modificado}$$

$$\text{Recuperación} = \text{Tasa\_de\_recuperación}$$

$$\text{Natural}(t) = \text{Natural}(t - dt) + (\text{Recuperación} + \text{Recuperación\_natural} - \text{Deforestación} - \text{Urbanización\_desde\_suelo\_natural}) * dt$$

$$\text{INIT Natural} = 26306$$

INFLOWS:

$$\text{Recuperación} = \text{Tasa\_de\_recuperación}$$

$$\text{Recuperación\_natural} = \text{Tasa\_de\_recuperación\_natural}$$

OUTFLOWS:

$$\text{Deforestación} = \text{Tasa\_de\_deforestación}$$

$$\text{Urbanización\_desde\_suelo\_natural} = \text{Tasa\_de\_urbanización\_desde\_suelo\_natural}$$



---

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

$$\text{Clase\_de\_altura\_1} = 72 * \text{Natural} / \text{INIT}(\text{Natural})$$

$$\text{Clase\_de\_altura\_2} = 64 * \text{Natural} / \text{INIT}(\text{Natural})$$

$$\text{Clase\_de\_altura\_3} = 16 * \text{Natural} / \text{INIT}(\text{Natural})$$

$$\text{Clase\_de\_altura\_4} = 5 * \text{Natural} / \text{INIT}(\text{Natural})$$

$$\text{Numero\_de\_individuos} = \text{Clase\_de\_altura\_1} + \text{Clase\_de\_altura\_2} + \text{Clase\_de\_altura\_3} + \text{Clase\_de\_altura\_4}$$

$$\text{Tasa\_de\_deforestación} = 957.92$$

$$\text{Tasa\_de\_reconversión} = 38.83$$

$$\text{Tasa\_de\_recuperación} = 387.33$$

$$\text{Tasa\_de\_recuperación\_natural} = 18.83$$

$$\text{Tasa\_de\_urbanización\_desde\_suelo\_modificado} = 57.50$$

$$\text{Tasa\_de\_urbanización\_desde\_suelo\_natural} = 20.17$$



## VIII.2.6 Ecuaciones asociadas a la proyección del números de individuos de *Z. prasina*, Escenario 1

Artificial(t) = Artificial(t - dt) + (Urbanización\_modif + Urbanización\_nat - Reconversión - Recuperacion\_natural) \* dt

INIT Artificial = 1297

INFLOWS:

Urbanización\_modif = IF TIME=1 THEN Tasa\_de\_urbanización\_modif + Deforestacion\_modif\_por\_DV ELSE Tasa\_de\_urbanización\_modif

Urbanización\_nat = IF TIME = 1 THEN Tasa\_de\_urbanizacion\_nat + Deforestacion\_selva\_por\_DV ELSE Tasa\_de\_urbanizacion\_nat

OUTFLOWS:

Reconversión = IF TIME=2 THEN Tasa\_de\_reconversión + Tala\_selectiva\_en\_DV ELSE Tasa\_de\_reconversión

Recuperacion\_natural = Tasa\_de\_recuperación\_natural

Modificado(t) = Modificado(t - dt) + (Deforestación + Reconversión - Urbanización\_modif - Recuperación) \* dt

INIT Modificado = 25664

INFLOWS:

Deforestación = Tasa\_de\_deforestación

Reconversión = IF TIME=2 THEN Tasa\_de\_reconversión + Tala\_selectiva\_en\_DV ELSE Tasa\_de\_reconversión

OUTFLOWS:

Urbanización\_modif = IF TIME=1 THEN Tasa\_de\_urbanización\_modif + Deforestacion\_modif\_por\_DV ELSE Tasa\_de\_urbanización\_modif

Recuperación = Tasa\_\_de\_recuperación

Natural(t) = Natural(t - dt) + (Recuperación + Recuperacion\_natural - Deforestación - Urbanización\_nat) \* dt

INIT Natural = 26306

INFLOWS:

Recuperación = Tasa\_\_de\_recuperación

Recuperacion\_natural = Tasa\_de\_recuperación\_natural



---

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

---

## OUTFLOWS:

Deforestación = Tasa\_de\_deforestación

Urbanización\_nat = IF TIME = 1 THEN Tasa\_de\_urbanizacion\_nat + Deforestacion\_selva\_por\_DV  
ELSE Tasa\_de\_urbanizacion\_nat

Area\_de\_maniobras\_y\_plataformas = 11.0812

Brecha\_de\_maniobra\_y\_area\_de\_bases = 46.576

Clase\_de\_altura\_1 = 72\*Natural/INIT(Natural)

Clase\_de\_altura\_2 = 64\*Natural/INIT(Natural)

Clase\_de\_altura\_3 = 16\*Natural/INIT(Natural)

Clase\_de\_altura\_4 = 5\*Natural/INIT(Natural)

Deforestacion\_modif\_por\_DV = 169.1348

Deforestacion\_selva\_por\_DV = 98.90

Numero\_de\_\_individuos = Clase\_de\_altura\_1 + Clase\_de\_altura\_2 + Clase\_de\_altura\_3 +  
Clase\_de\_altura\_4

Tala\_selectiva\_en\_DV = 201.5576

Tasa\_de\_deforestación = 957.92

Tasa\_de\_reconversión = 38.83

Tasa\_de\_recuperación\_natural = 18.83

Tasa\_de\_urbanización\_modif = 57.50

Tasa\_de\_urbanizacion\_nat = 20.17

Tasa\_\_de\_recuperación = 387.33



## BIBLIOGRAFÍA

Aranda, M. 2012. Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México. CONABIO, México. 254 pp.

Calderón-Mandujano, R.R., C. Pozo de la Tijera y R. Cedeño-Vázquez. 2009. Guía rústica de los reptiles de la región de Calakmul, México. CONABIO, ECOSUR Chetumal.

Campbell, J. A. 1998. Amphibians and reptiles of Northern Guatemala, the Yucatan Peninsula and Belize. University of Oklahoma Press Norman. USA. 380 pp.

Cedeño-Vazquez, J.R., R.R. Calderón-Mandujano y C. Pozo. 2006. Anfibios de la región de Calakmul, Campeche, México. CONABIO/ECOSUR/CONANP/PNUD-GEF/SHM A.C. Quintana Roo, México. 104 pp.

Chesse, R., Terry, Banks, R., Barker, F. K., C. Cicero., J. Dunn., A. Kratter., Lovette, I. J, P. Rasmussen., J. Remsen, Jr., J. Rising., D. Stotz y Winker, K. 2013. FIFTY-FOURTH SUPPLEMENT TO THE AMERICAN ORNITHOLOGISTS' UNION CHECK-LIST OF NORTH AMERICAN BIRDS. The Auk 130(3):558-571.

CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres). 2014. Apéndices I, II y III. [www.cites.org](http://www.cites.org) ; consulta: 5 de Mayo de 2014.

CONAGUA. 2009. Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero Península de Yucatán No. 3105.

CONAGUA. 2009. Actualización de la disponibilidad media anual de agua subterránea del Acuífero No. 0405 Xpujil.

Crump, M.L., y J.A. Pounds. 1989. Temporal variation in the dispersion of a tropical anuran. Copeia 1989: 209-11.

Donaldson, J.S. (2003). *Zamia polymorpha*. 2006 IUCN Red List of Threatened Species

Dennis W.M. Stevenson, A. M., Gaudio, L. (1995) A new species of *Zamia* (Zamiaceae) from Belize and the Yucatan Peninsula of Mexico Delpinoa, n.s. 37-38: 3-8.





Dole, J.W., 1965. Summer movements of adult leopard frogs, *Rana pipiens* Schreber, in northern Michigan. *Nature*. 74:464-78.

Escalante, P., A. Navarro y T. Peterson. 1998. Un análisis geográfico, ecológico e histórico de la diversidad de aves terrestres de México. En: Ramamoorthy, T., R. Bye., A. Lot y J. Fa. (comp.). *Diversidad biológica de México. Orígenes y distribución*. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. 792p.

Flores, J.S. y Espejel Carvajal, I. 1994. Tipos de vegetación de la península de Yucatán. *Etnoflora Yucatanense*. Fascículo 3. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán, México.

González-Romero, A. y R. Murrieta. Anfibios y reptiles. Pp. 135-147. En: *Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz. Biodiversidad, manejo y conservación*. R.H. Manson, V. Hernández-Ortíz,

Hernández Betancourt, S. y Cimé Pool, J.A. (2010) *Ecología de Heteromys gaumeri*. En: Durán R. y M. Méndez (Eds). *Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán*. CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA. p. 274.

Halfter G. y C.E. Moreno, 2005. Significado biológico de las diversidades alfa, beta y gamma. En *Sobre Diversidad Biológica: El significado de las Diversidades Alfa, Beta y Gamma*. Halfter G, J. Soberón, P. Koleff y A. Melic. *Monografías Tercer Milenio vol.4*, S.E.A., Zaragoza, España 30 Noviembre 2005 pp: 5 – 18.

Hambäck, P.A. & Englund, G. (2005) Patch area, population density and the scaling of migration rates: the resource concentration hypothesis revisited. *Ecology Letters* 8: 1057-1065.

Haugaasen, T., Barlow, J. and Peres, C. A. (2003), Effects of surface fires on understory insectivorous birds and terrestrial arthropods in central Brazilian Amazonia. *Animal Conservation*, 6: 299–306. doi: 10.1017/S1367943003003366

Howell, S.N.G. y S. Webb. 1995. *A guide to the birds to the Mexico and Northern Central America*. Oxford University Press. USA. 855 pp.



Imerson, A. y M. Crufts. 2005. La erosión del suelo. Land care in desertification affected areas. [http://geografia.fcsh.unl.pt/lucinda/booklets/B1\\_Booklet\\_Final\\_ES.pdf](http://geografia.fcsh.unl.pt/lucinda/booklets/B1_Booklet_Final_ES.pdf)

Kayes S.M., R.L. Cramp, N.J. Hudson y C.E. Franklin. 2009. Surviving the drought: burrowing frogs save energy by increasing mitochondrial coupling. *Journal of Experimental Biology*. 212:2248–2253.

Köhler, G. 2011. *Amphibians of Central America*. Offenbach: HerpetonVerlag. 376 pp.

Köhler, G. 2008. *Reptiles of Central America*. 2nd Ed. Herpeton-Verlag, 400 pp.

Koleff. 2012. Prioridades para la conservación de los primates en México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad-Asociación Mexicana de Primatología, A. C.- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, México.

Manzano-Fischer, P., R. List, J.L. Cartron, R. Sierra y E. Ponce 2007. Electrocutación de aves en líneas de distribución de energía eléctrica en México. *CONABIO. Biodiversitas* 72:11-15.

Lee, J. C. 1996. *The amphibians and reptiles of the Yucatan Peninsula*. Ithaca: Comstock. USA. 500 pp.

Lee, J. C. 2000. *A field guide to the Amphibians and Reptiles of the Maya World: the lowlands of México, Northern Guatemala, and Belize*. Ithaca, New York: Cornell University Press. USA. 402 pp.

Liner, E. A., & Casas-Andreu, G. 2008. Nombres estándar en español, en inglés y nombres científicos de los anfibios y reptiles de México. *Society for the Study of Amphibians and Reptiles*.

MacKinnon H., B. 2013. *Sal a Pajarear Yucatán (Guía de aves)*. Ed. La vaca independiente, México. 287 pp.

Magurran, A. 2004. *Measuring biological diversity*. Blackwell Publishing. Great Britain. 256 pp

Medellín, R.A., H.T. Arita y O. Sánchez. 2008. *Identificación de los murciélagos de México. Clave de campo*. Segunda Edición. Instituto de Ecología, UNAM. México. 79 pp.



Martínez Menés, M. 2005. Metodología simplificada para la Estimación de la Erosión del suelo. SAGARPA, INCA RURAL, Colegio de Postgraduados.

Miranda, F. y E. Hernández X. 1963. Los Tipos de Vegetación de México y su clasificación. Boletín de la Sociedad Botánica de México 28:29-179

Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol.1. Zaragoza, 84 pp.

National Geographic Society. 2000. Field guide to the birds of North America. 3ª Ed. National Geographic Society. USA. 479 pp.

Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental-especies nativas de México de flora y fauna silvestres-categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio - lista de especies en riesgo, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de marzo de 2002.

Ralph, C.J., G.R. Geupel, P. Payle, T.E. Martin, D.F. Desante y B. Milá. 1996. Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-159. Albu, CA: Pacific Southwest Research Station, Forest Service, Department of Agriculture. USA. 46 pp.

Rappole, J. 1995. The ecology of migrant birds. A neotropical perspectiva. Smithsonian Institution Press. E.U. 269p.

Reid, F. 2009. A field guide to the mammals of Central America and Southeast Mexico. Second Edición. Oxford University Press, Nueva York, USA. 346 pp.

S. Gallina y K. Mehlreter (eds.). Instituto de Ecología, A.C. - Instituto Nacional de Ecología-SEMARNAT. México.

SEGOB. Atlas Nacional de Riesgo en [www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx](http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx)

Shoemaker, V.H., S.S. Hillman, S.D. Hillyard, D.C. Jackson, L.L. McClanahan, P.C. Withers, y M. Wygoda. 1992. Exchange of water, ions, and respiratory gases in terrestrial amphibians. En Environmental physiology of the amphibians, ed. M.E. Feder y W.W. Burggren 125-150. Chicago: University of Chicago Press.



Sibley. 2003. The SIBLEY field guide to birds of Eastern North America. First edition. National Audubon Society, New York, USA. 431pp.

Tobón, W., T. Urquiza-Haas, G. Ramos-Fernández, E. Calixto-Pérez, J. Alarcón, M. Kolb y P.

Van Perlo B. 2006. Birds of Mexico and Central America. Princeton University Press. Princeton, New Jersey. USA. 336 p.

Vázquez-Yanes, C., A. I. Batis Muñoz, M. I. Alcocer Silva, M. Gual Díaz y C. Sánchez Dirzo. 1999. Árboles y arbustos potencialmente valiosos para la restauración ecológica y la reforestación. Reporte técnico del proyecto J084. CONABIO -Instituto de Ecología, UNAM. [http://www.conabio.gob.mx/institucion/proyectos/resultados/J084\\_Fichas%20de%20Especies.pdf](http://www.conabio.gob.mx/institucion/proyectos/resultados/J084_Fichas%20de%20Especies.pdf)

Wells, K.D. 2007. The Ecology and Behavior of Amphibians. The University of Chicago Press. Chicago and London.

Whitman, A. A., J. M. Hagan III, y N. V. L. Brokaw. 1997. A comparison of two bird survey techniques used in a subtropical forest. Condor 99:955-965.

### **Páginas electrónicas**

[http://www.inegi.org.mx/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/censos/poblacion/2010/princi\\_result/groo/23\\_principales\\_resultados\\_cp2010.pdf](http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/censos/poblacion/2010/princi_result/groo/23_principales_resultados_cp2010.pdf) consultada el 27 de julio de 2014.

[http://www.inegi.org.mx/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/censos/poblacion/2010/princi\\_result/camp/04\\_principales\\_resultados\\_cp2010.pdf](http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/censos/poblacion/2010/princi_result/camp/04_principales_resultados_cp2010.pdf) consultada el 27 de julio de 2014.

<http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx>



---

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LT. XPUJIL - XUL HA

[http://www.conabio.gob.mx/institucion/proyectos/resultados/J084\\_Fichas%20de%20Especies.pdf](http://www.conabio.gob.mx/institucion/proyectos/resultados/J084_Fichas%20de%20Especies.pdf)

<http://www.conafor.gob.mx/portal/index.php/temas-forestales/reforestacion/fichas-tecnicas>