



SEMARNAT

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y
RECURSOS NATURALES

EL CONTENIDO DE ESTE ARCHIVO NO PODRÁ SER ALTERADO O MODIFICADO TOTAL O PARCIALMENTE, TODA VEZ QUE PUEDE CONSTITUIR EL DELITO DE FALSIFICACIÓN DE DOCUMENTOS DE CONFORMIDAD CON EL ARTÍCULO 244, FRACCIÓN III DEL CÓDIGO PENAL FEDERAL, QUE PUEDE DAR LUGAR A UNA SANCIÓN DE **PENA PRIVATIVA DE LA LIBERTAD** DE SEIS MESES A CINCO AÑOS Y DE CIENTO OCHENTA A TRESCIENTOS SESENTA DÍAS MULTA.

DIRECCION GENERAL DE
IMPACTO Y RIESGO
AMBIENTAL

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

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

I.1 Datos generales del proyecto

I.1.1 Nombre del proyecto

Tamuín 1

I.1.2 Ubicación del proyecto

El proyecto Tamuín 1 (Proyecto) consiste en la preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento de una central fotovoltaica para la generación de energía eléctrica mediante el aprovechamiento de la energía solar. La potencia nominal será de 213.7 MWn en corriente alterna.

El Proyecto se ubicará en el municipio de Tamuín, en San Luis Potosí, a 5 km del límite con el estado de Tamaulipas y a 1.2 km al Oeste del poblado Nuevo Aquismón. Al sitio se accede partiendo del poblado Tamuín, a partir del cual se toma la carretera estatal 40 Tamuín - Estación F.F.C.C. Tamuín, después de este sitio se continúa hacia el Norte por un camino de terracería por aproximadamente 24 km; el acceso al sitio se ilustra en la figura I.1. El sitio del proyecto está conformado por tres predios con un régimen de propiedad privada, con extensión de 371.5 ha (ver figura I.2). Las coordenadas geográficas de los polígonos se presentan en la tabla I.1. Se pretende que la operación de la central sea bajo el esquema de Generador Único, permiso otorgado por la CRE. Por su objetivo de generar electricidad, la cual representa un servicio básico para la sociedad, el proyecto Tamuín 1 es una obra de infraestructura.

I.1.3 Duración del proyecto

Se estima una vida útil del proyecto de 25 años pudiendo incrementarse en relación con el mantenimiento que se le proporcione a la infraestructura.

El desarrollo de este proyecto se encuentra dividido en etapas, la primera dedicada a la preparación del sitio y la segunda será la de construcción, se tiene programado desarrollar estas etapas en 24 meses, y la etapa de operación y mantenimiento será de 25 años. Las etapas referidas y sus actividades correspondientes se presentan en la tabla I.2.



Figura I.1 Localización del proyecto Tamuín 1



Figura I.2 Predios que conforma el sitio del proyecto Tamuín 1

Tabla I.1 Coordenadas UTM de los vértices de los polígonos del Proyecto

POLIGONO 1			POLIGONO 2			POLIGONO 3		
PI	X	Y	PI	X	Y	PI	X	Y
1	517700.533	2467006.72	10	516808.671	2467723.01	17	515072.015	2468921.46
2	515597.497	2466962.87	11	516873.071	2467765.59	18	515892.738	2467638.24
3	515906.23	2467585.07	12	517161.463	2468187.71	19	516307.882	2467671.78
4	515936.774	2467600.44	13	517091.438	2469077.42	20	516200.623	2469011.19
5	516769.858	2467670.57	14	516210.511	2469006.57	17	515072.015	2468921.46
6	516847.959	2467694.17	15	516318.438	2467672.83			
7	516905.115	2467738.52	16	516771.921	2467711.14			
8	517199.314	2468180.53	10	516808.671	2467723.01			
9	517590.62	2468212.31						
1	517700.533	2467006.72						

Tabla I.2 Programa general de actividades para el proyecto Tamuín 1

Concepto	Tiempo																											
	Meses																								Años			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	0-5	6-10	11-15	16-25
PROCURA																												
Transporte y suministro en sitio																												
PREPARACIÓN DEL SITIO																												
Delimitación de las áreas en los predios																												
Delimitación de áreas de servicio y logística																												
Delimitación de zonas de seguridad																												
Delimitación de oficinas, área de desechos, WC y manejo de residuos																												
Desmante, despalme y nivelación del terreno																												
Construcción de cerca perimetral																												
Elaboración de ductos y zanjas para cableado																												
Elaboración de caminos perimetrales																												
Elaboración de caminos internos																												
CONSTRUCCIÓN																												
Obras civiles																												
Obras de instalación electromecánica																												
Edificios (oficinas, talleres, bodegas)																												
PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO																												
Pruebas de funcionamiento de equipos y sistemas																												
Prueba de funcionamiento de la Central																												
Fecha agendada de entrada en operación de la planta																												
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO																												

I.2 Datos generales del promovente

I.2.1 Nombre o razón social

Proyecto Fotovoltaico Tamuín 1 S.A.P.I. de C.V.

I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes de la empresa

[REDACTED]

I.2.3 Nombre y cargo del representante legal de la empresa

[REDACTED]

I.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones

[REDACTED]

[REDACTED]

1.3 Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental

I.3. Nombre o Razón Social

Centro de Servicios en Energía y Sustentabilidad S.C.

I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes

[REDACTED]

I.3.3 Nombre del responsable técnico del estudio Registro Federal de Contribuyentes o CURP. Número de Cédula Profesional.

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

I.3.4 Dirección del responsable técnico del estudio, teléfonos (incluir la clave actualizada de larga distancia) y correo electrónico.

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

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

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

II.1 Información general del proyecto, plan o programa

El proyecto Tamuín 1 (Proyecto) consiste en la preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento de una central fotovoltaica para la generación de energía eléctrica, mediante el aprovechamiento de energía solar. Tendrá una potencia pico de 268.287 MWp y una potencia nominal de 213.7 MWn AC. El Proyecto se ubicará en el municipio de Tamuín en el Estado de San Luis Potosí; el sitio se conforma por tres predios separados por terracerías que en total suman 371.5 ha. En la figura II.1 se representa el predio propuesto.

Esta superficie será suficiente para albergar a todos los equipos y sistemas requeridos para la operación del Proyecto, el cual tendrá los siguientes componentes:

- Módulos fotovoltaicos,
- Inversores,
- Cajas de agrupación de inversores (Nivel 1 y Nivel 2),
- Centro de transformación/Skid,
- Subestación (SE) Elevadora de 34.5/400 kV,
- Caminos interiores
- Edificio administrativo,
- Talleres,
- Almacenes,
- Área de residuos,
- Estacionamiento,
- Caseta de vigilancia,
- Cerca perimetral

Se instalarán 654,360 módulos fotovoltaicos de 410 Wp de potencia, agrupados sobre seguidores horizontales de un eje. Se conectarán los módulos en serie para formar los strings, éstos se conectarán a un inversor. A continuación los strings se agruparán de dos en dos en cajas nivel 1, las cuales se agruparán en cajas nivel 2 que se ubican en el centro de transformación/Skid. La central tendrá 2,170 inversores de 105 kVA de potencia aparente, agrupados en 29 centros de transformación de 6,000 kVA y 21 de 2,800 kVA. Los centros de transformación se interconectan a la subestación elevadora del Proyecto la cual lleva la tensión a 400 kV. Se tiene previsto que el suelo bajo los módulos se mantenga desnudo.

Se tiene programado un periodo de construcción de 24 meses y 25 años de vida útil de la central. Las características eléctricas del Proyecto se presentan en la tabla II.1.

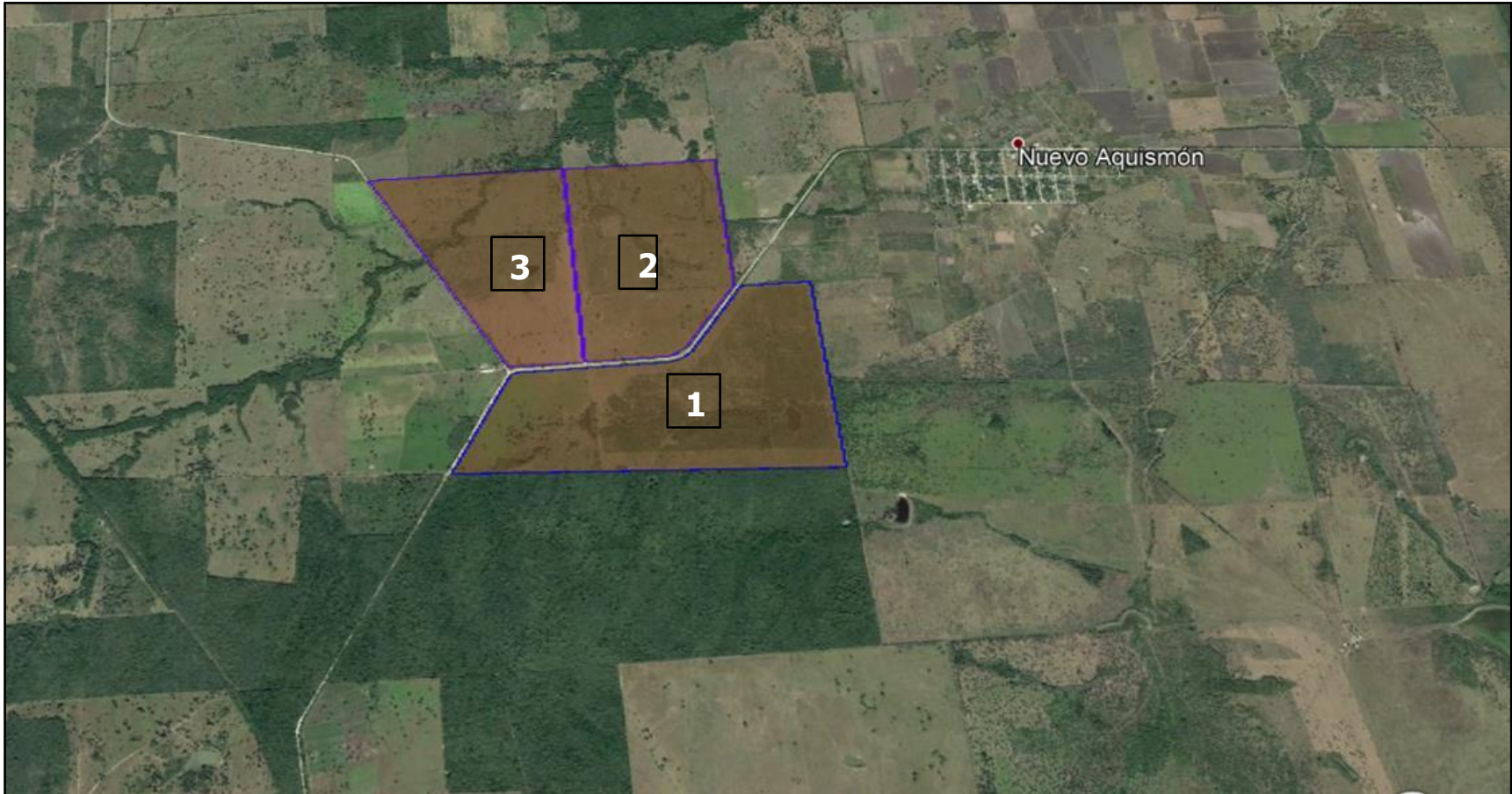


Figura II.1 Predios que conforman el sitio del proyecto Tamuín 1

Tabla II.1 Características del proyecto Tamuín 1

Característica	Valor
Superficie total	371.5 ha
Número de módulos fotovoltaicos	654,360
Potencia nominal de la planta	213.7 MWn AC
Potencia pico de la planta	268.287 MWp DC
Potencia panel	410 Wp
Número de inversores	2,170
Potencia nominal del inversor	105 kVA
Número de transformadores	50 (29 de 6,000 kVA y 21 de 2,800 kVA)
Potencia por transformador	6,000 kVA / 2,800 kVA

El arreglo de los equipos para la operación de la central generadora se esquematiza en la figura II.2 y se basa en la siguiente lógica: en los paneles solares se genera energía de corriente continua, la cual se conduce a los inversores que la transforman en corriente alterna. Después de la conversión, la energía será enviada a la SE Elevadora en donde se elevará el voltaje a 400 kV. El esquema final de interconexión mediante el cual se evacue la energía generada en la central será definido por el Centro Nacional de Control de Energía (CENACE), como resultado de la elaboración de los estudios correspondientes previos a la firma del contrato de interconexión; una vez sea que el CENACE defina la infraestructura necesaria para la interconexión, se realizarán los trámites necesarios para desarrollar las obras correspondientes en apego al marco jurídico aplicable.

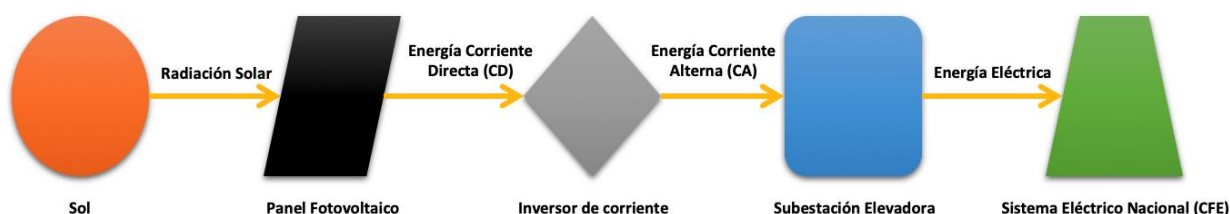


Figura II.2 Esquema general del funcionamiento de los equipos en una Central Fotovoltaica

El arreglo espacial de los componentes del Proyecto procuró optimizar el espacio disponible para obtener el mayor aprovechamiento de la irradiación solar en la menor extensión de terreno posible; se realizó considerando la topografía y priorizando la conservación de los corrientes de agua de tipo perenne (Arroyo Raya Ebanosa) e intermitente, así como algunos represos o aguajes y la vegetación secundaria que crece en sus márgenes por tratarse de elementos de gran valor ambiental presentes en el sitio. De esta forma, no se ocupará, 34.7 ha que corresponden a cuerpos de agua (corrientes de agua y aguajes asociados a ellos) y terrenos federales y el proyecto se asentará en 336.8 ha (el uso de suelo corresponde a

Pastizal cultivado), de las cuales se utilizarán 4.39 ha para los caminos interiores; 8.42 ha para una franja de amortiguamiento en toda la periferia de los predios (5.61 ha para una brecha periférica y 2.81 ha para una franja de reforestación en la periferia de los predios de 2 m de ancho), las instalaciones para la operación del proyecto (centros de transformación, subestación elevadora, bodega, almacén de residuos, talleres y oficinas) ocuparán un polígono de 5.9 ha, en el resto del área del proyecto (318.09 ha) se instalarán los módulos fotovoltaicos. El arreglo general de las instalaciones del Proyecto se presenta en la figura II.3 y en el Anexo A.

La franja de amortiguamiento se localizará en el perímetro externo del predio, tendrá 6 m de ancho y estará compuesta por un camino de terracería de 4 m de ancho y una franja de 2 m en donde se plantarán aboles autóctonos y las plantas que por su valor sean reubicadas durante las labores de preparación del sitio, esta cobertura vegetal funcionará como refugio para la fauna silvestre y para mitigar el impacto al paisaje (ver Figura II.4).

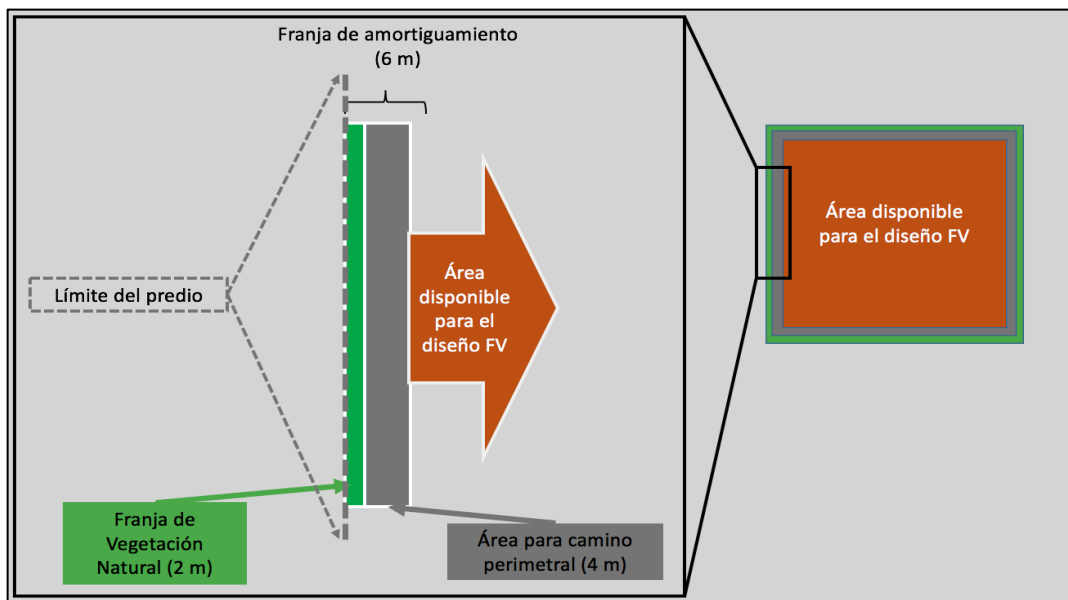


Figura II.4. Esquema de los componentes de la franja de amortiguamiento que se establecerá en la periferia del sitio

Las actividades que se realizarán en el Proyecto se han agrupado en las etapas de: preparación del sitio, construcción, desmantelamiento de estructuras provisionales, y operación y mantenimiento.

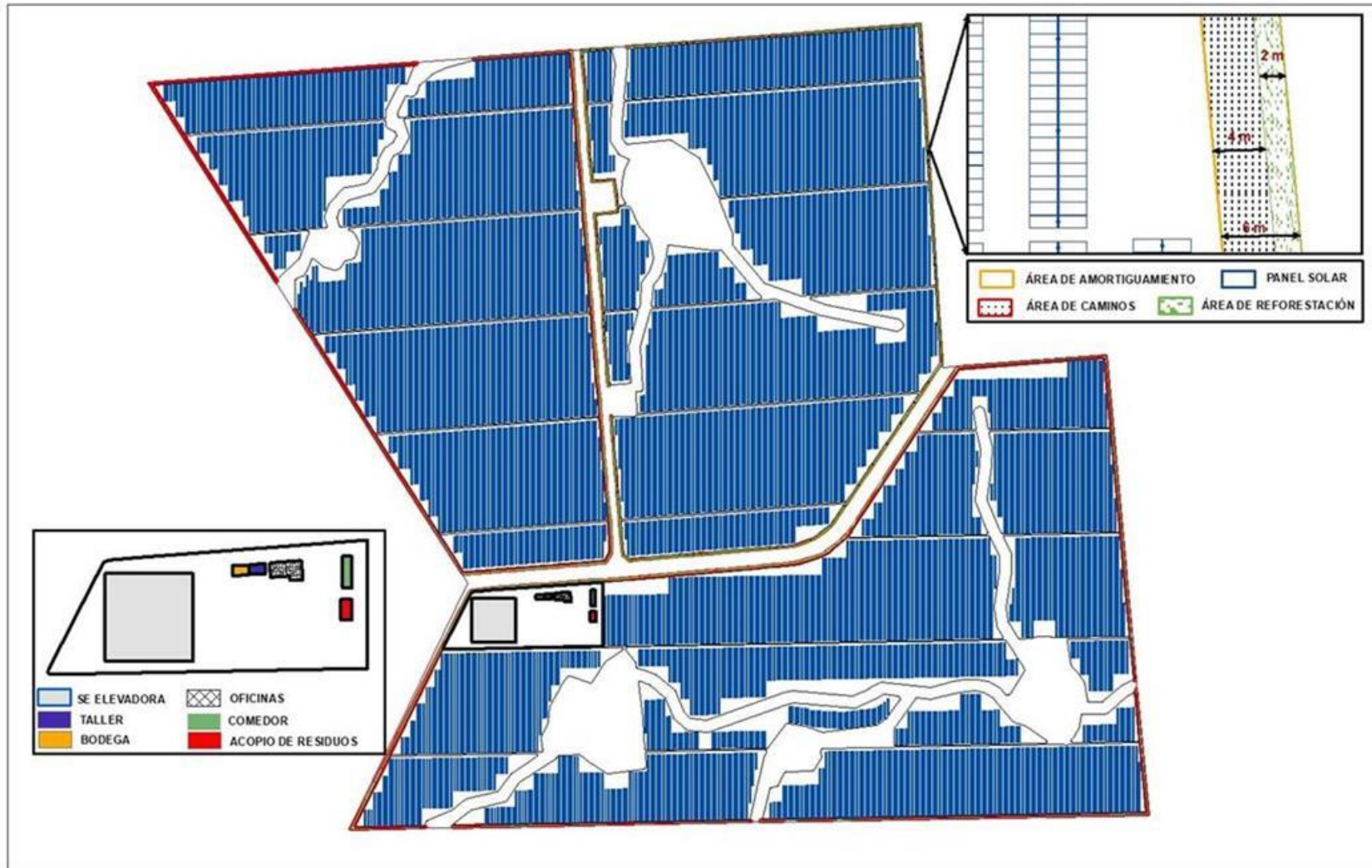


Figura II.3 Arreglo general del proyecto Tamuín 1 las áreas sin color no serán ocupadas

II.1.1 Naturaleza del proyecto, plan o programa

El proyecto consiste en el desarrollo de una planta fotovoltaica para la generación de energía eléctrica mediante el aprovechamiento de la energía solar y tendrá una potencia nominal de 213.7 MWn AC. Se pretende que la operación de la Central sea bajo el esquema de Generador Único, permiso que se tramitará ante la CRE. Por su objetivo de generar electricidad, el cual es un servicio básico para las actividades sociales y económicas, se considera que esta obra es un proyecto de infraestructura.

La radiación solar puede ser aprovechada gracias a las tecnologías solares, una de ellas es la fotovoltaica, que utiliza celdas fotoeléctricas, elaboradas principalmente de silicio, para convertir la energía solar en energía eléctrica. México es uno de los países que posee condiciones muy favorables para la aplicación de sistemas fotovoltaicos. La generación de energía eléctrica fotovoltaica evita la emisión de CO₂, ya que no se utilizan combustibles fósiles, por lo que este tipo de proyectos son considerados como una tecnología de generación de energía limpia y amigable con el ambiente.

Como una medida para disminuir la vulnerabilidad ante los efectos adversos del cambio climático, para la operación de la Central sólo se requiere un volumen bajo de agua que se utiliza en la limpieza de las celdas solares, con lo cual la operación no se ve comprometida en el caso de que ocurra una drástica reducción en el suministro de agua en la región en la que se ubica el proyecto

De acuerdo con la clasificación del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), el proyecto pertenece al sector secundario de la economía, como se muestra en la tabla II.2.

Tabla II.2 Sectores de la Productividad total de los factores y contribución al crecimiento económico de México, a partir del valor de producción, por sector de actividad económica (INEGI, 2015)

Sector primario	
11	Agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza
Sector Secundario	
21	Minería
22	Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, suministro de agua y de gas por ductos al consumidor final
23	Construcción
31-33	Industrias manufactureras
Sector Terciario	
43	Comercio
48-49	Transportes, correos y almacenamiento
51	Información en medios masivos
52	Servicios financieros y de seguros

Conforme a lo establecido en el artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y a lo indicado en el inciso k) del artículo 5° del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, el Proyecto requiere obtener de manera previa la autorización del Gobierno Federal en materia de impacto ambiental, por conducto de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

II.1.2 Justificación

Criterio demanda de energía y planificación. El Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional (PRODESEN) es preparado anualmente por la Secretaría de Energía y contiene la planeación del Sistema Eléctrico Nacional. La última versión del PRODESEN que corresponde al periodo 2018-2032, indica que en México la generación de energía eléctrica crecerá a una tasa media anual de 3.1% en los próximos 15 años y se requieren 66,912 MW de capacidad adicional para satisfacer la demanda de energía eléctrica en el periodo referido. Se prevé que el 45% de la capacidad adicional sea integrada por tecnologías convencionales y el 55% por tecnologías limpias.

En este contexto, el proyecto Tamuín 1 coadyuvará a cumplir con estas metas del PRODESEN y a satisfacer la demanda de energía en la región de control Occidental.

Criterio social. Desde el punto de vista social, el proyecto Tamuín 1 tiene las siguientes ventajas:

- No se emiten ruido, ni gases a la atmósfera, por lo que es un proyecto amable con las comunidades cercanas al proyecto, como Nuevo Aquismón.
- Buena relación con las poblaciones vecinas; se cuenta con el consentimiento de los propietarios para la ocupación de los terrenos y la instalación de este proyecto fotovoltaico.
- No existirá una alteración a las cadenas de producción del lugar y/o aprovechamiento de recursos naturales, tampoco se establecerá competencia por el uso de agua con las poblaciones durante la operación de la Central.
- El proyecto no interfiere con ningún asentamiento humano.

Criterios Técnico y Económico. Se determinó establecer el proyecto en la región Noreste del estado de San Luis Potosí considerando que de acuerdo con Pérez *et al.* (2011), en esta región se registran incidencias solares de 6 a 7 kWh/m²/día, las cuales están dentro de las incidencias más altas a nivel nacional, ver figura II.5.

En primera instancia se realizó una investigación de insolación basada en datos bibliográficos y de fuentes geográficas, satelitales y meteorológicas. Esto con el objetivo de obtener valores precisos de insolación para la zona del proyecto. Posteriormente se evaluó el potencial de generación de energía eléctrica a partir de los datos obtenidos considerando variables como el diseño del parque, el arreglo de los componentes adicionales y las condiciones meteorológicas estimando así el rendimiento del proyecto.

De igual forma se consideraron la topografía, la existencia de caminos de acceso, los tipos de suelo, la presencia de edificaciones o estructuras que podrían ocasionar sombra al proyecto y

su proximidad a sitios de abastecimiento de los insumos necesarios. Estos factores representan criterios económicos debido a que repercuten en el costo operativo.

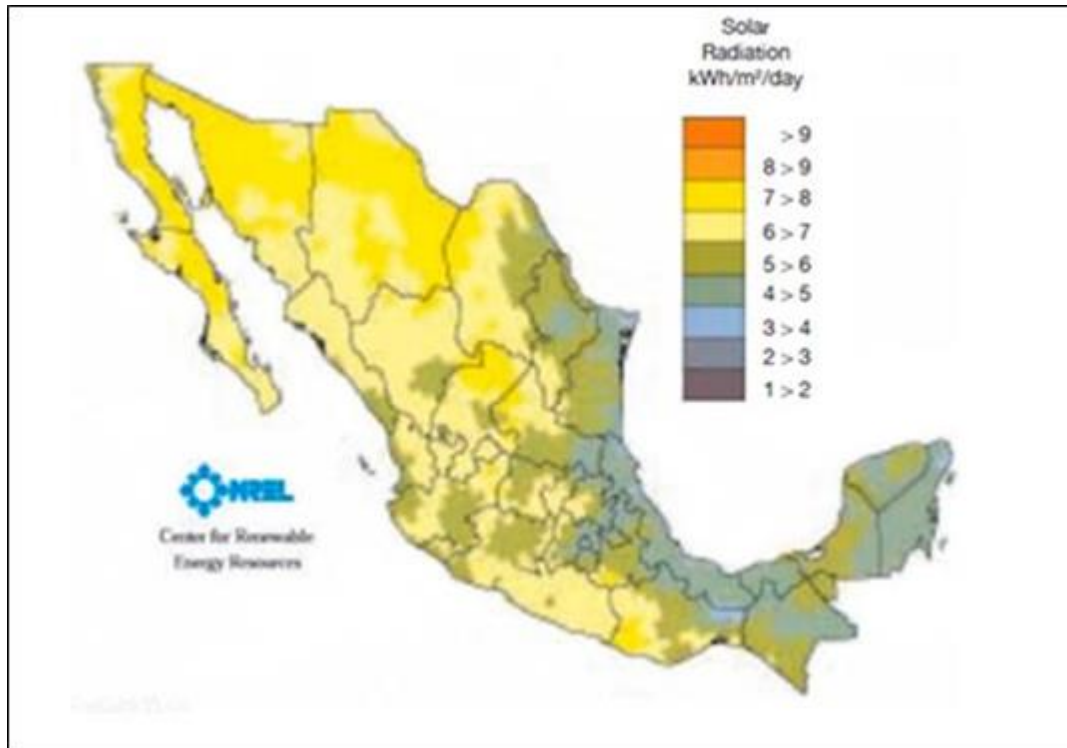


Figura II.5 Incidencia solar para la República Mexicana (SNL 2001)

II.1.3 Ubicación física

El proyecto se ubica al Norte del municipio de Tamuín, en el estado de San Luis Potosí, a 5 km del límite con el estado de Tamaulipas y a 1.2 km al Oeste del poblado Nuevo Aquismón, en la Figura II.6 se muestra la ubicación general del proyecto (ubicación en el municipio de Tamuín). Al sitio se accede partiendo del poblado Tamuín, a partir del cual se toma la carretera estatal 40 Tamuín - Estación F.F.C.C. Tamuín, después de este sitio se continúa hacia el Norte por un camino de terracería por aproximadamente 24 km. El acceso al sitio del proyecto desde la ciudad de Tamuín se muestra en la Figura II.7. El sitio está conformado por tres predios con un régimen de propiedad privada, que cubren una extensión total de 371.5 ha, se encuentra rodeado por terrenos agrícolas, terracerías y brechas. El sitio es atravesado por dos corrientes (Arroyo Ebanosa y una temporal) y dos agujajes asociados a éstas. Los cuerpos de agua y los terrenos aledaños no serán ocupados. En la figura II.3, se muestran las áreas del predio que no serán ocupadas por el Proyecto. A 35 km hacia el Sur del sitio se localiza la cabecera municipal Tamuín, la cual cuenta con todos los servicios públicos y además tiene servicios de hospedaje, restaurantes, comercios.

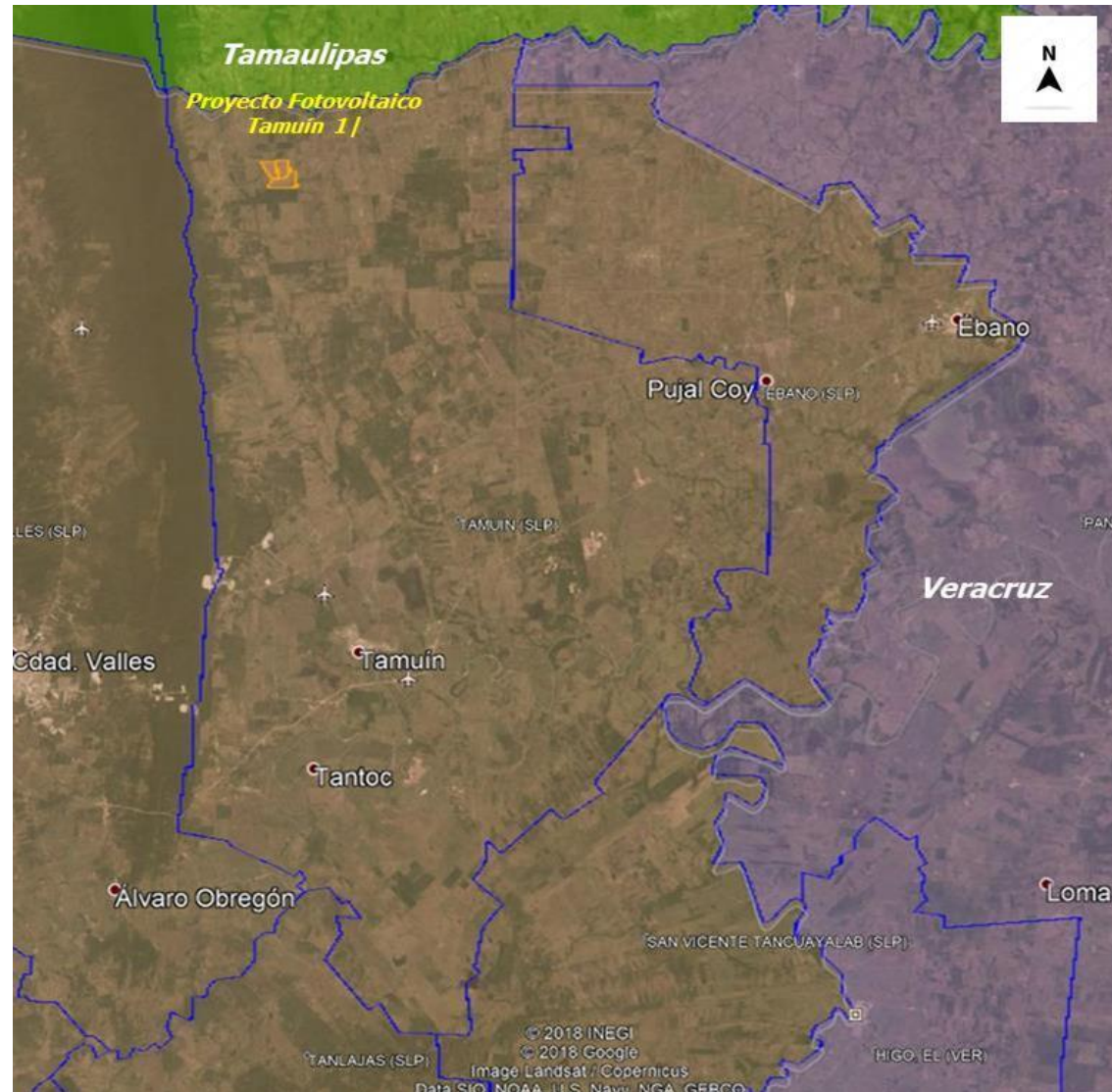


Figura II.6 Ubicación del proyecto Tamuín 1 (en naranja) dentro del municipio Tamuín



Figura II.7 Principales caminos de acceso al Proyecto Tamuin 1

El uso del suelo del sitio del Proyecto corresponde a pastizal cultivado (pecuario), de acuerdo con la clasificación de Uso de Suelo y Vegetación de INEGI, serie VI. El sitio es cruzado por dos corrientes intermitentes en cuyas márgenes se presentan manchones de vegetación secundaria y hay dos aguajes. En la tabla II.3, se presenta el área de los usos de suelo en el sitio del proyecto.

Tabla II.3 Usos del suelo y vegetación en el sitio del proyecto Tamuín 1

Uso de suelo/Vegetación	Superficie (ha)	Porcentaje
Pastizal cultivados	336.8	90.65
Cuerpos de agua y terrenos federales	34.7	9.35
Total	371.5	100

Las coordenadas geográficas de los vértices de los tres polígonos del sitio se presentan en la tabla II.4.

Tabla II.4 Coordenadas UTM de los vértices de los polígonos del Proyecto

POLIGONO 1			POLIGONO 2			POLIGONO 3		
PI	X	Y	PI	X	Y	PI	X	Y
1	517700.533	2467006.72	10	516808.671	2467723.01	17	515072.015	2468921.46
2	515597.497	2466962.87	11	516873.071	2467765.59	18	515892.738	2467638.24
3	515906.23	2467585.07	12	517161.463	2468187.71	19	516307.882	2467671.78
4	515936.774	2467600.44	13	517091.438	2469077.42	20	516200.623	2469011.19
5	516769.858	2467670.57	14	516210.511	2469006.57	17	515072.015	2468921.46
6	516847.959	2467694.17	15	516318.438	2467672.83			
7	516905.115	2467738.52	16	516771.921	2467711.14			
8	517199.314	2468180.53	10	516808.671	2467723.01			
9	517590.62	2468212.31						
1	517700.533	2467006.72						

II.1.4 Inversión requerida

El monto de inversión para la construcción del proyecto fue estimado considerando sus componentes en \$ 166,772,988 dólares americanos, en la tabla II.5 se desglosan los montos referentes a cada componente.

El monto destinado para el cumplimiento de las medidas de mitigación propuestas en el presente documento corresponde a \$ 5 522 000 (287,884 USD tipo de cambio 14 mayo 2019)

Tabla II.5 Desglose de montos requeridos para el desarrollo del Proyecto Tamuín 1

Componente	Inversión Estimada
	(USD)
Módulos Fotovoltaicos	\$ 65,730,560.00
Tracker	\$ 31,362,867.20
Inversores	\$ 16,311,910.40
Balance de Planta (BOP)	\$ 42,926,080.00
Otros gastos operativos	\$ 10,441,570.88
Subtotal inversión construcción	\$ 166,772,988.48
Medidas Ambientales del proyecto	\$ 287,884.00
Total	\$ 169,060,872.48

II.2 Características particulares del proyecto

II.2.1 Programa de trabajo

El desarrollo del proyecto se encuentra dividido en dos etapas, la primera dedicada a la preparación del sitio y construcción la cual se cubrirá en 24 meses; y la operación y mantenimiento que se estima durará 25 años como se presenta en la tabla II.6.

Es importante destacar que es probable que no se realice la etapa de abandono del sitio, debido a que los componentes del proyecto podrían ser reemplazados con nuevas tecnologías que surgieran hacia el final de la vida útil, aunque esto dependerá de la tecnología que se desarrolle en este intervalo de tiempo. En el caso de que se decida realizar la etapa de abandono, ésta podrá llevarse a cabo sin utilizar maquinaria pesada debido a que la mayoría de la superficie del proyecto será ocupada por las estructuras que soportan los paneles, las cuales están ancladas superficialmente. El retiro de la infraestructura deberá ser de manera paulatina y acorde al plan de abandono del sitio descrito en el capítulo VI incluyendo las tuberías de redes de baja, media y alta tensión.

Tabla II.6 Programa general de actividades para proyecto Tamuín 1

Concepto	Tiempo																																
	Meses																								Años								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	0-5	6-10	11-15	16-25					
PROCURA																																	
Transporte y suministro en sitio																																	
PREPARACIÓN DEL SITIO																																	
Delimitación de las áreas en los predios																																	
Delimitación de áreas de servicio y logística																																	
Delimitación de zonas de seguridad																																	
Delimitación de oficinas, área de desechos, WC y manejo de residuos																																	
Desmante, despalme y nivelación del terreno																																	
Construcción de cerca perimetral																																	
Elaboración de ductos y zanjas para cableado																																	
Elaboración de caminos perimetrales																																	
Elaboración de caminos internos																																	
CONSTRUCCIÓN																																	
Obras civiles																																	
Obras de instalación electromecánica																																	
Edificios (oficinas, talleres, bodegas)																																	
PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO																																	
Pruebas de funcionamiento de equipos y sistemas																																	
Prueba de funcionamiento de la Central																																	
Fecha agendada de entrada en operación de la planta																																	
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO																																	

II.2.2 Representación gráfica regional

Tradicionalmente el territorio del estado de San Luis Potosí se ha dividido en cuatro regiones para promover el desarrollo integral y equilibrado entre los municipios y las regiones que conforman esta entidad. Para articular adecuadamente los programas sectoriales y potenciar las capacidades productivas y de desarrollo social el estado de San Luis Potosí está agrupado en cuatro regiones en donde se han definido 10 micro regiones con base en los siguientes elementos (El Plan Estatal de Desarrollo Urbano de San Luis Potosí, 2012–2030).

- Centros de Intercambio Económico: Ubicar localidades que funcionen como centros de intercambio económico, comercial y de servicios;
- Perfil Productivo: Identificar las actividades y potencialidades económicas similares y complementarias;
- Sistema de Cambios: vías de comunicación para lograr la conectividad; y
- División Geopolítica: se conserva la división municipios

El sitio propuesto para el proyecto Tamuín se ubica en la Región Huasteca, específicamente a la Subregión Huasteca Norte, la cual comprende los municipios de Ciudad Valles, Ébano, El Naranjo, Tamasopo, Tamuín, Tanquián de Escobedo y San Vicente Tancuayalab. En la figura II.8 se aprecia la localización del Proyecto en esta Subregión.

II.2.3 Preparación del sitio y construcción

II.2.3.1 Preparación del sitio

Previo a las actividades de preparación del sitio, se realizarán las siguientes actividades: a) la delimitación física de las obras e instalaciones que se desarrollarán (camino interiores, módulos, instalaciones eléctricas, instalaciones auxiliares, edificios, talleres, almacenes, estacionamiento, etc.), y b) se aplicará un programa de rescate de flora y fauna en el predio del proyecto.

Rescate de flora y fauna. La primera actividad que se realizará después de la delimitación de áreas será la aplicación del programa de reubicación de plantas (el programa se presenta en el capítulo VI). El objetivo del programa es la conservación de todos aquellos individuos que hayan sido elegidas para su reubicación. Respecto a las especies de vertebrados que se encuentren en el sitio del proyecto, se procederá a la captura y reubicación de los individuos juveniles y/o de lento desplazamiento, así como los nidos.

Desmonte y despalme del terreno. El desmonte y despalme únicamente se realizará en las áreas donde se implantará el proyecto y consistirá en la remoción de los elementos arbóreos, arbustivos y la capa herbácea presentes en el polígono del proyecto; serán retirados los árboles de las especies *Guazuma ulmifolia*, *Pithecellobium dulce* y *Acacia unijuga*, todas son especies secundarias, que se encuentran dispersos en el predio. El despalme consiste en retirar la capa superficial del suelo junto con todos los tocones, esta actividad se llevará a cabo con maquinaria pesada. Estas actividades se ejecutarán con herramientas manuales y con maquinaria pesadas. Como ya se indicó no se intervendrán los terrenos federales adyacentes a las escorrentías naturales.

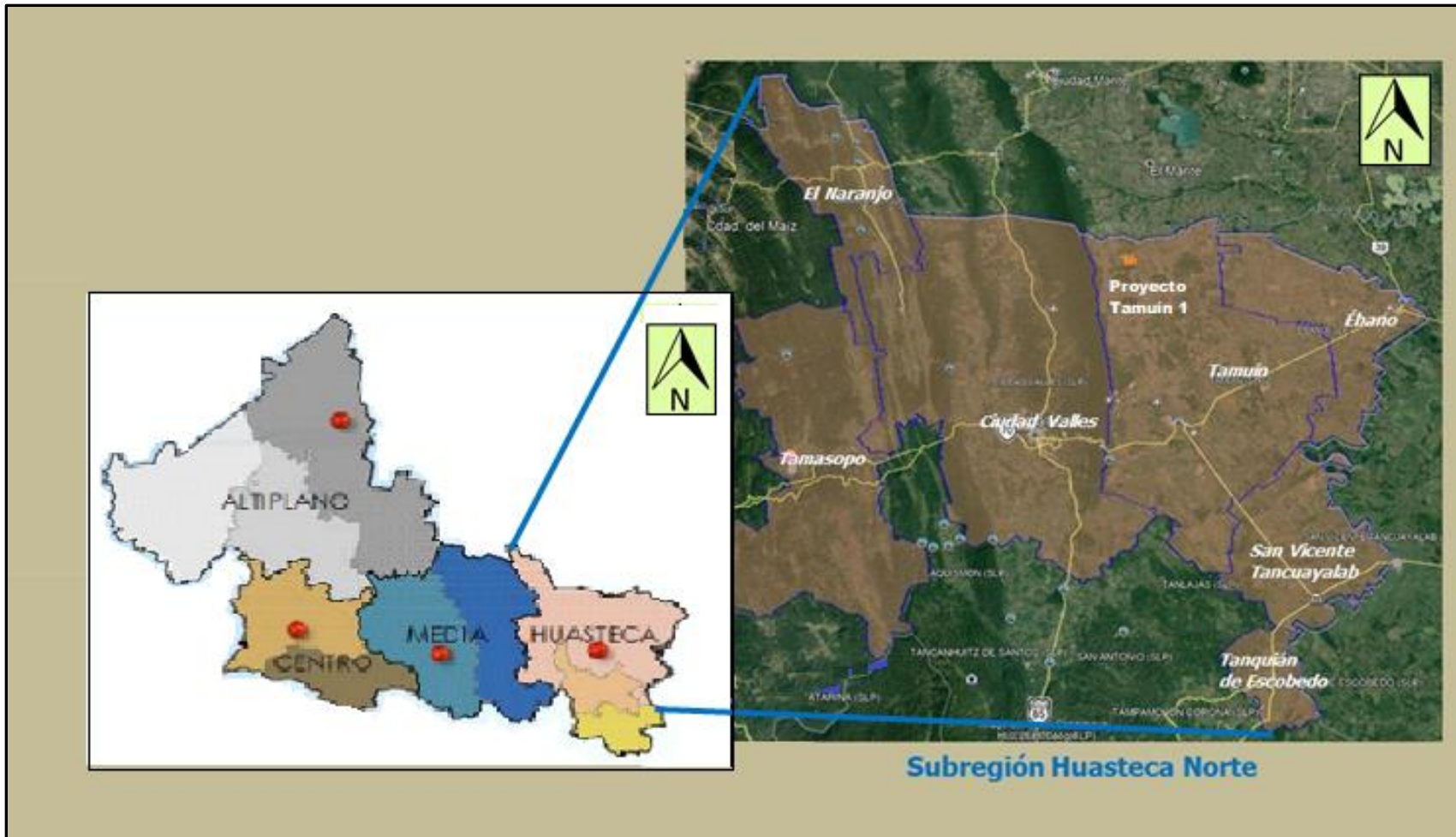


Figura II.8 Ubicación del proyecto Tamuín 1 en la Subregión Huasteca Norte

Nivelación y compactación del terreno. Las actividades de nivelación y compactación del terreno se refieren a los movimientos de tierras necesarios para alcanzar un plano horizontal adecuado a los propósitos y requerimientos de la obra civil a ejecutar; es decir, consiste en cortes, excavaciones, relleno y compactación del terreno. Debido a que la superficie del predio donde se instalará el proyecto presenta una conformación predominantemente uniforme, no se modificará significativamente la topografía del sitio. En el caso de ser necesario, se procederá a rellenar la superficie del terreno con un material adecuado, el cual puede ser obtenido de los materiales extraídos en las propias actividades de nivelación. Los cortes se realizarán con medios mecánicos. Adicionalmente, se realizarán rellenos y compactaciones para formar terraplenes con material de la propia excavación, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 98% de la máxima obtenida en la prueba Proctor Modificado. Estas acciones se realizarán tomando en cuenta en todo momento las acciones de prevención y mitigación propuestas.

Respecto a las actividades de compactación, se deberá realizar mediante capas de 10 cm aproximadamente y de acuerdo al manual de AASHTO.

II.2.3.2 Construcción

Las obras a desarrollar en el proyecto se clasifican en provisionales y permanentes. Las primeras se refieren a las instalaciones que se utilizarán únicamente durante la preparación del sitio, construcción y al inicio de la operación; mientras que las instalaciones permanentes se utilizarán durante toda la etapa de operación del proyecto.

Caminos interiores y camino periférico. El transporte de los materiales y equipos que se requieren para la construcción se hará utilizando los mismos caminos interiores que se ocuparán para el mantenimiento durante la operación. Asimismo, se construirá un camino a lo largo de la periferia del sitio. En el Anexo A se presenta el plano de planta del proyecto, en el que se aprecia la ubicación de los caminos con un área destinada de 4.39 ha.

Los caminos se desarrollarán gradualmente, tendrán un ancho de 4 m, serán de terracería y tendrán en su superficie tepetate. Para la nivelación y compactación se utilizará material del mismo predio y de ser necesario se traerá material de bancos previamente autorizados. Debajo de estos caminos se instalarán los ductos subterráneos con las conexiones en Media Tensión.

Instalaciones provisionales. Serán levantadas oficinas, almacenes, bodegas, estacionamiento, patios de maquinaria, caseta de control donde se registrarán las entradas y salidas de personas y servirán también para el control de materiales, y talleres que se ocuparán durante la construcción. Asimismo se contratarán sanitarios portátiles a razón de 1 por cada 12 trabajadores. Estas instalaciones serán desmanteladas al finalizar la etapa de construcción, su arreglo se muestra en la figura II.9. La superficie que ocupará cada una de las instalaciones provisionales se muestra en la tabla II.7, en total ocuparán 3,285.6 m². Las oficinas provisionales serán construidas con paneles y el piso será de cemento; tendrán servicios sanitarios y de energía eléctrica. Los talleres y almacenes se construirán con estructura de acero, paredes de tabique, lámina galvanizada, anclados a una base de concreto y los almacenes de residuos cumplirán con lo establecido en la Ley General para Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y su Reglamento.

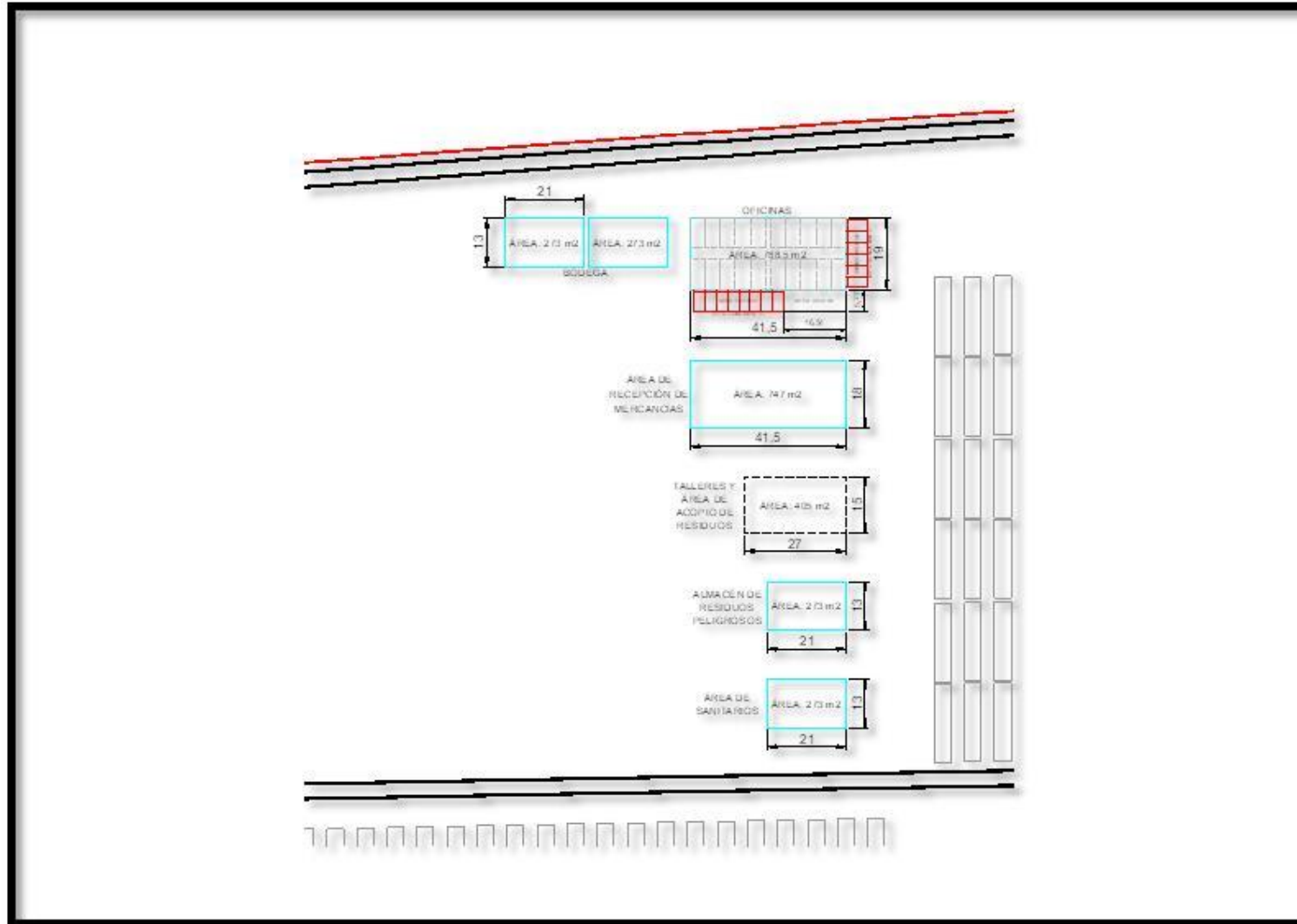


Figura II.9 Arreglo de las instalaciones provisionales del Proyecto

Tabla II.7 Superficie que ocuparán las instalaciones provisionales del Proyecto

Instalación	Superficie (m ²)
Oficinas	788.5
Bodegas	546.0
Área de recepción de mercancías	747.0
Talleres	405.0
Almacén de residuos peligrosos	273.0
Sanitarios	273.0
Estacionamientos	253.1
Total	3,285.6

Se empleará una zona para resguardar una parte del material que se obtenga del desmonte y despalle, el material vegetal se triturará y se utilizará para preparar composta la cual posteriormente se utilizará en labores de reforestación y restauración de suelo. Así mismo, se construirá un vivero provisional para conservar temporalmente a las plantas que serán reubicadas. Estas obras quedarán comprendidas dentro del predio.

Instalaciones definitivas (para operación). Se construirán oficinas, bodegas, talleres, patio de maniobras, área de acopio de residuos, almacén de residuos peligrosos, estacionamiento, la subestación elevadora, su ubicación y arreglo se presenta en la figura II.3 y en el Anexo A. Las superficies que ocupará cada una de las instalaciones definitivas se muestra en la tabla II.8, en total se utilizarán 16,237 m².

Tabla II.8 Superficie que ocuparán las instalaciones definitivas del Proyecto

Instalación	Superficie (m ²)
Oficinas	788
Bodegas	546
Patio de maniobras	747
Área de acopio de residuos	405
Almacén de residuos peligrosos	273
Estacionamientos	253
Subestación elevadora	13,225
Total	16,237

Obras civiles

Entre las actividades que se realizan en la etapa de construcción se encuentran las excavaciones, relleno y compactado, cimentación de concreto para estructuras de soporte de módulos, plantillas de concreto en los sitios de inversores y subestación e instalaciones hidráulicas y sanitarias.

Cimentaciones. Las cimentaciones para el edificio de oficinas, la subestación de potencia, talleres, almacenes y paneles, dependerá de la carga de la estructura / equipamiento y las condiciones del suelo. La capacidad de carga permitida será determinada por el estudio de mecánica del suelo del sitio y el uso de factores de seguridad. Las cimentaciones podrán ser encepados de concreto reforzado, un macizo de concreto armado o zapatas de concreto reforzado de acuerdo con los planos del fabricante; para algunos equipos y algunos edificios se desarrollarán cimentaciones superficiales. Para las cimentaciones se realizarán excavaciones a cielo abierto a profundidades que varían de 1 hasta 4.50 m, utilizando medios manuales o maquinaria. Los equipos ligeros y de pequeñas dimensiones podrán anclarse directamente a las losas de piso o zapatas de concreto sobre el terreno. Los elementos de las estructuras de concreto que se requerirán son:

- Columnas
- Castillos
- Guarniciones y banquetas
- Trabes
- Dalas
- Pavimentos rígidos
- Losas
- Ductos y trincheras
- Alcantarillas de concreto reforzado

Plantillas de concreto para estructuras de soporte, inversores y subestaciones. Se habilitará y colocará la cimbra de madera y el acero de refuerzo de acuerdo con los planos de implementación del proyecto, el concreto será adquirido ya preparado a las empresas que prestan ese servicio. Asimismo, se deberán colocar las anclas previas al colado, fijándolas firmemente con el apoyo de acero de refuerzo y verificando el diámetro, así como sus medias y paralelismo de acuerdo con los planos de montaje.

Estructuras de soporte de módulos. La estructura de soporte de módulos debe resistir, con los módulos instalados, las sobrecargas debidas al viento o cualquier efecto meteorológico adverso. Tanto la estructura como el sistema de fijación de módulos permitirán las dilataciones térmicas, sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos.

Las estructuras estarán equipadas con un seguidor horizontal con el objetivo de mejorar la captación de la radiación solar al permitir una inclinación del panel de -60° a 60° . Estarán fijadas al suelo mediante el sistema de hincado garantizando al menos 2 m de distancia entre la superficie y el panel solar (ver figura II.10). Los paneles solares se instalarán sobre estructura de la marca Arc Tech de tipo horizontal.

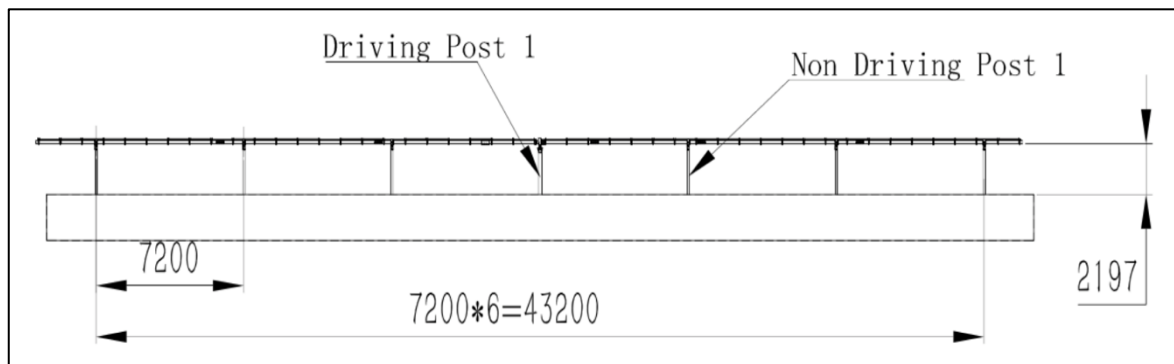


Figura II.10 Características del tipo de estructuras para colocación de módulos fotovoltaicos

Zanjas. Para las conexiones eléctricas del proyecto fotovoltaico se prepararán canales de sección transversal donde se depositarán las líneas de colectores eléctricos con sus correspondientes registros según la norma vigente (NOM-001-SEDE-2005), estas actividades no interfieren con ninguna de las actividades de construcción por lo que se pueden realizar simultáneamente. Se incluyen también las zanjas para el cableado de los sistemas de monitorización y el cableado de los sistemas de seguridad y vigilancia.

Las zanjas tendrán un ancho de 60 cm por 80 cm de profundidad. Una vez preparada la zanja se rellenará con 15 cm arena, en seguida se realizará el tendido de los conductores eléctricos, de los cables del sistema de seguridad y vigilancia o tubos de polietileno de 100 mm de diámetro, posteriormente se pondrá otra capa de 15 cm de arena, se colocará la cinta de señalización de conexiones eléctricas subterráneas. Finalmente la zanja se rellenará con material proveniente de la excavación hasta la altura final del firme.

Edificaciones. Las oficinas, talleres, almacenes y estructuras que alojarán la subestación de potencia serán construidos con métodos convencionales.

Instalaciones hidráulicas y sanitarias. Los planos del proyecto definirán las dimensiones y trayectorias de las instalaciones hidráulicas y sanitarias, se prepararán las áreas donde serán colocadas las instalaciones. Las uniones de tuberías serán selladas para evitar posibles derrames.

Cercado perimetral. En el perímetro del polígono del Proyecto se colocará una cerca de malla ciclónica que tendrá 2 m de altura. La cerca tendrá un acceso principal con puertas de 6 m de ancho y alambre de púas en la parte superior de la cerca. Un esquema se muestra en la figura II.11.

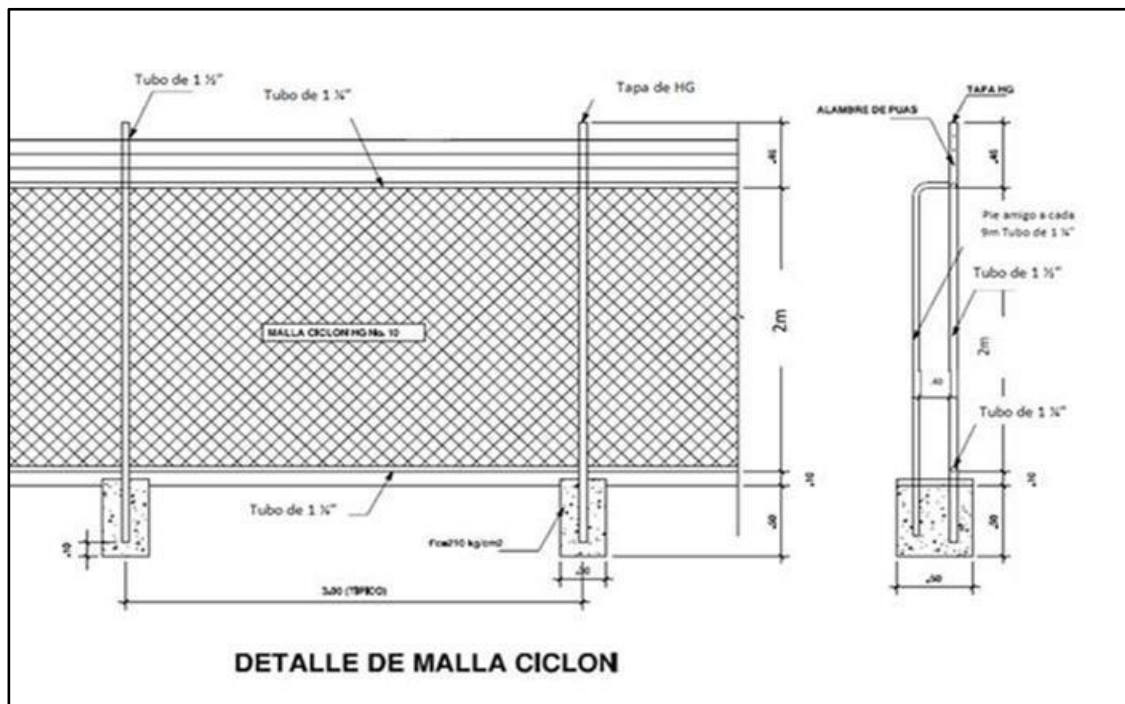


Figura II.11 Esquema del cercado perimetral del proyecto

Montaje de equipo electromecánico.

Comprende la colocación de los paneles; inversores de corriente; el cableado subterráneo y aéreo; charolas, los equipos de la subestación; tableros de protección, control y medición; equipos de instrumentación y control, transformador, sistema de tierras y sistema contra incendio. Para su instalación se utilizarán grúas y malacates de la capacidad requerida por cada maniobra y el peso de los elementos y equipo a colocar. También se utilizarán soldadoras para los trabajos de conexión de estructuras, pailería y soportes diversos. Algunas de estas actividades serán desarrolladas al mismo tiempo que las obras civiles por lo que estarán coordinadas de acuerdo con el cronograma de actividades. Para llevar a cabo este tipo de obras se contará con el personal especializado, equipo de trabajo, seguridad e higiene y mano de obra no especializada.

Instalación de tubería subterránea y accesorios. En las zanjas que correspondan se instalará la tubería Conduit, posteriormente se rellenará la zanja con material proveniente del sitio y se compactará.

Instalación de charolas y accesorios. De acuerdo a los planos se instalarán y fijarán charolas y/o soportes para cables. Se colocarán los accesorios para darle forma y resistencia a cada tramo instalado incluyendo las curvas correspondientes según marquen los planos. Finalmente se conectarán los sistemas de tierras.

Instalación de los paneles fotovoltaicos y otros equipos. Una vez que se terminen de montar las estructuras de soporte, se procederá a la instalación manual de los paneles

fotovoltaicos la cual se realiza cuidadosamente para no dañarlos. El panel fotovoltaico seleccionado para este Proyecto es de silicio monocristalino, del modelo HyPro STP410S-78/Vfh de la marca Suntech, de 410 Wp de potencia; como se instalarán 654,360 paneles se alcanzará una potencia pico instalada de 268.287 MWp. Los paneles se colocarán sobre seguidores lineales horizontales con seguimiento a un eje (modelo Skysmart System del fabricante Arctech Solar), con configuración 2Vx42. La estructura del seguidor está garantizada contra la corrosión por un periodo no inferior a 10 años según la normativa ISO 1461, ISO 14713 o A123/A123M. En la tabla II.9 se presentan las principales características de los módulos que serán utilizados.

Tabla II.9 Características de los módulos fotovoltaicos que serán utilizados en el proyecto Tamuín 1

Característica	Valor
Potencia máxima	410 Wp
Voltaje de operación óptimo	42.2 V
Corriente de operación óptima	9.73 A
Voltaje en circuito abierto	51.7 V
Corriente en corto circuito	10.09 A
Eficiencia del módulo	19.10%
Temperatura de operación	-40 a +85 °C
Voltaje máximo del sistema	1,500 V DC
Tolerancia de potencia	0 / +5W
Medidas	2,166 x 992 x 35 mm

Los conductores de interconexión entre módulos fotovoltaicos serán de sección no inferior a 12 AWG (4 mm²) de cobre flexible con aislamiento especial para intemperie. Las conexiones se acoplarán directamente a la entrada en corriente directa del inversor fotovoltaico modelo SUN2000-105KTL-H1 de 105 kW del fabricante HUAWEI. Los inversores se agruparán en dos tipos de Skid, 29 Skids de tipo A con 56 INV y un transformador de 6 MVA por skid y 21 Skid de tipo B con 26 INV y un Transformador de 2.8 MVA por skid.

El inversor es el equipo que se encarga de transformar la corriente continua producida por los paneles fotovoltaicos, en corriente alterna la cual es apta para su inyección a la red eléctrica. El inversor cumplirá con la normativa vigente para este tipo de instalaciones, incorporando un aislamiento galvánico que separe el circuito de corriente continua de la red donde se conectará, a fin de que los dos circuitos queden independientes y no afecten las perturbaciones que se puedan dar entre ellos.

El inversor se sincroniza a la frecuencia de la red para que el sistema fotovoltaico y la red trabajen en fase y el tiempo de conexión sea el mínimo posible. El modelo de inversor estará homologado para la conexión a la red teniendo el mejor rendimiento de producción eléctrica garantizando plenamente su fiabilidad. En la tabla II.10 se muestran las características del inversor que se utilizará en este proyecto.

Tabla II.10 Características del Inversor requerido para transformar la corriente producida por los paneles fotovoltaicos

Característica	Valor
Potencia Nominal de Salida @40°C (AC)	105 kW
Máxima Potencia de Salida @25°C (AC) ($\cos\theta=1$)	116 kVA
Tensión máxima de entrada (DC)	1500 Vcc
Tensión de salida	800 Vac
Corriente máxima de salida AC	84.6 A
Corriente máxima de entrada DC	25 A
Corriente máxima de cortocircuito DC	33 A
Rango tensiones MPPT (DC)	600V - 1500V
Eficiencia máxima	98.80%

La evacuación de la energía eléctrica generada en los módulos fotovoltaicos se enviará a los centros de transformación trifásicos tipo Skid, que aumentarán la tensión del sistema. De estas, se envía a la subestación elevadora a través de una red de media tensión.

Instalación de conductores en Baja Tensión. Estos conductores se colocarán en la tubería correspondiente fijándolo. Una vez conectado se realizará prueba de continuidad y Megger.

Pararrayos. De acuerdo a los planos se conectarán los elementos del sistema de tierras a los lugares indicados probando el funcionamiento de la red o de los elementos conectados.

Conos de alivio. Se identificarán los puntos donde se instalará este tipo de estructura verificando que correspondan a las capacidades y especificaciones necesarias para su correcto funcionamiento.

Conductores de potencia. Una vez que se trazan las trayectorias a seguir, se tenderá el cable por medio de equipos especiales. Al final de la instalación se realizarán pruebas de continuidad, Megger y alto potencial.

Subestación elevadora. Será una subestación convencional, en ésta el voltaje de la energía eléctrica se elevará de 34.5 kV a 400 kV. Posteriormente, la energía se enviará al Sistema Eléctrico Nacional. El CENACE deberá autorizar la interconexión y definir la infraestructura para realizarla.

La instalación de equipos principales de la subestación elevadora consiste en la colocación de los interruptores, cuchillas y transformadores. A continuación, se interconectarán los elementos internos y secciones del equipo y se conectará al sistema de tierras. En la subestación se incluirá un sistema de monitorización, que incluirá un sistema de adquisición de datos (SCADA), el cual permitirá monitorear de manera remota la operación de la central

generadora a través de una conexión por internet. El sistema de monitorización permitirá vigilar los parámetros de funcionamiento de los diferentes equipos instalados.

Áreas verdes. Al término de la construcción, se habilitará una franja de 2 m de ancho a lo largo de la periferia del polígono del proyecto en la cual serán plantados árboles de especies autóctonas, con el fin de formar una zona de amortiguamiento (2.81 ha).

Desmantelamiento de estructuras provisionales. Al finalizar la construcción se retirarán todas las obras que servirán de apoyo en las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto. Estas obras comprenden talleres, almacenes provisionales y la infraestructura sanitaria, dejando únicamente la necesaria para los trabajadores de la etapa de puesta en servicio. La infraestructura sanitaria, se irá retirando paulatinamente de acuerdo a la cantidad de personal de los trabajos de construcción. También se retirará la maquinaria conforme sea desocupada de las actividades de construcción. El propósito es que la central fotovoltaica quede libre de maquinaria, residuos e infraestructura para comenzar pruebas de funcionamiento y posteriormente operar de acuerdo al programa propuesto.

Al finalizar la construcción se inspeccionará el predio con el objetivo de asegurar que se retirarán todos los residuos generados en la preparación del sitio. En caso de encontrarse residuos, serán colectados y llevados al almacén temporal para su posterior disposición.

Las área de donde se retire la infraestructura de apoyo serán rehabilitadas, el suelo será descompactado utilizando maquinaria, posteriormente se esparcirá el suelo del despalme del terreno que se conservó y la composta que se produjo. Se espera que estas acciones favorezcan la regeneración de una cubierta vegetal.

II.2.4 Etapa de operación y mantenimiento

La etapa de operación consiste en la generación de energía eléctrica. Este proceso será vigilado desde el cuarto de control que se ubicará en las oficinas de la central. En este cuarto estará instalado el sistema de monitoreo, el cual permite una comunicación y control en tiempo real. El monitoreo del proceso de generación permitirá detectar y atender los posibles problemas que surjan durante la generación de electricidad y su inyección a la red.

Otro instrumento de medición es el inversor, que almacena datos históricos de potencia producida, intensidad de trabajo y tensión. Con esta información se puede determinar la cantidad en Toneladas/año de CO₂ equivalente que se ha dejado de emitir a la atmósfera por la generación de electricidad con esta central fotovoltaica.

Se registrará la siguiente información, además de la producción de energía:

- Voltaje y corriente CD a la entrada del inversor.
- Voltaje CA en la red, potencia total de salida del inversor.
- Frecuencia de salida de la corriente hacia la red eléctrica
- Factor de potencia.
- Energía total entregada por el inversor a la red.

En las instalaciones de la central se tendrá personal de vigilancia de manera permanente, para controlar el ingreso de las personas, vigilar la integridad de la malla perimetral, el estado general de las instalaciones, reportando a un supervisor cualquier anomalía que se encuentre. Se llevará el registro diario de todos los trabajos a realizar, los problemas menores detectados y la solución adoptada.

Durante la operación de la central fotovoltaica se realizarán visitas mensuales de supervisión amén del programa de mantenimiento (eléctrico y de servicios). A continuación se describen los principales trabajos de mantenimiento periódico, el cual se realizará por personas contratadas para tal fin.

Limpieza de módulos. Esta es una de las acciones principales de mantenimiento preventivo, que tiene gran relevancia porque la limpieza de los paneles influye en el rendimiento final de la instalación fotovoltaica. La limpieza de los paneles fotovoltaicos consiste en lavar los módulos con agua, cuya periodicidad depende de la acumulación de polvo y suciedad sobre los paneles fotovoltaicos. Por el tipo de suelo del sitio del proyecto se estima que se llevarán a cabo dos limpiezas por año. Es importante garantizar que no se acumule agua sobre los paneles ya que al secarse quedan las huellas de sales.

Para la limpieza se utilizan elementos mecánicos auxiliares con objeto de minimizar el consumo de agua. Por las condiciones climatológicas y de partículas en suspensión del emplazamiento se estima que se emplearán 0.3 litros de agua por panel. De preferencia se debe utilizar agua caliente (a 50°C) y debe controlarse la presión de bombeo de los elementos mecánicos auxiliares para no dañar las superficies y recubrimiento de los módulos. El agua que se usará para la limpieza será adquirida en una empresa que provea agua con la siguiente calidad físico-química:

- Ósmosis del agua < 25 ppm
- pH 6 a 7.5
- Conductividad eléctrica menor de 50 MicroS cm a 20°

En caso de que durante la limpieza se utilice un elemento mecánico para eliminar la suciedad, como un cepillo, se recomienda que éste sólo se utilice para eliminar la mayor parte de suciedad, ya que podría llegar a causar micro ralladuras sobre el módulo. Se debe asegurar que los módulos se limpien por primera vez después de haber sido instalados y antes de la puesta en marcha de la planta.

Inspección visual de los módulos. Esta tarea tiene por objeto detectar posibles fallos como pudiera ser una rotura del cristal, oxidaciones de los circuitos y soldaduras de las celdas fotovoltaicas.

Control de conexiones y cableado. Por lo menos dos veces al año se revisará el estado de las terminales de los cables que conectan los módulos y la estanqueidad de la caja de terminales. En caso de observarse fallos se procederá a la sustitución de los elementos afectados y a la limpieza de los terminales. Es importante cuidar el sellado de la caja de terminales, utilizando, según el caso, juntas nuevas o un sellado de silicona.

El mantenimiento también incluye el continuo cuidado de caminos, preservándolos de posibles deterioros y realizando las reparaciones que sean pertinentes. Asimismo, se realizarán podas periódicas de vegetación en los sitios de anclaje de los paneles solares, dejando el resto del suelo con vegetación herbácea.

II.2.5 Etapa de abandono del sitio

La vida útil de las instalaciones y dispositivos utilizados se estima en 25 años; sin embargo, la vida útil del proyecto puede ser indefinida ya que, si al final de la vida útil de los equipos se considera continuar con la misma actividad en el mismo predio, se renovará la tecnología instalada notificando a las autoridades competentes.

Si por algún motivo se decidiera abandonar el sitio, o se previera que algún componente del proyecto hubiera rebasado su vida útil y no existan posibilidades para su renovación, esta situación será notificada a la autoridad correspondiente antes de empezar el desmantelamiento, anexando a dicha notificación un programa de restauración, en el que se describirán las actividades tendientes a la restauración del sitio.

II.2.6 Servicios y sustancias requeridos durante el desarrollo del proyecto

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción se requerirá de algunos servicios básicos, los cuales preferentemente serán buscados que se suministren a través de empresas ubicadas en las localidades vecinas. A continuación, se enlistan los servicios requeridos en el programa de actividades del proyecto.

Electricidad. El Proyecto no tiene previsto solicitar el servicio eléctrico durante las etapas de preparación del sitio y construcción debido a que se solicitará que las empresas constructoras cuenten con generadores portátiles de luz, los cuales deberán de cumplir con la reglamentación vigente. No obstante, en caso de que se requiera el suministro de electricidad de la red eléctrica, se hará el trámite correspondiente con la dependencia encargada cumpliendo con todas las disposiciones normativas aplicables.

Combustible. El abastecimiento de combustible para los vehículos en todas las etapas del Proyecto se llevará a cabo en las gasolineras cercanas al sitio. Para abastecer de combustible a la maquinaria en la etapa de construcción se tendrán un contenedor metálico especial en el área de logística del proyecto con una membrana impermeable a fin de evitar la contaminación del suelo por algún derrame accidental. El servicio será contratado con un proveedor certificado y al finalizar la construcción se desmontará dicha infraestructura para habilitar la zona como área de talleres.

Agua. En la etapa de preparación del sitio y construcción se requerirá agua para humectar las terracerías: plataformas y brechas interiores, con la finalidad de minimizar la generación de polvo. Adicionalmente, se requerirá del agua para otras actividades de construcción. El agua cruda para la etapa de construcción, así como el agua potable que se requiere para el personal en todas las etapas del Proyecto, será adquirida a través de empresas locales que brinden de este servicio.

Concreto. El concreto será necesario para las cimentaciones de las edificaciones, los equipos eléctricos y las bases de los paneles, será adquirido de empresas que cuenten con todas las autorizaciones correspondientes y que operen cerca del sitio del Proyecto.

II.2.7 Residuos

Emisiones a la atmósfera. Las emisiones a la atmósfera del proyecto se generarán principalmente durante la etapa de la construcción del proyecto, por la operación de la maquinaria y equipo, las emisiones como el monóxido de carbono se controlarán mediante el mantenimiento periódico de toda la maquinaria y equipo que se emplee y una verificación constante durante su uso.

Con el objetivo de cumplir con la normatividad vigente de emisiones de gases contaminantes, se solicitará al contratista un programa de mantenimiento, corroborado con una bitácora, de las fuentes móviles de emisión, maquinaria y equipo utilizado.

En el caso de las partículas de polvo, todas las actividades como movimiento de tierras y paso de vehículos se realizarán en fase húmeda, solicitando además que los vehículos de carga estén tapados con lonas de contención para partículas finas durante su traslado.

Residuos sólidos, líquidos. Los tipos de residuos que probablemente se generen en las diversas etapas del proyecto se mencionan a continuación.

Residuos sólidos. Durante la ejecución de las actividades del proyecto, los residuos sólidos se almacenarán en contenedores ubicados dentro del área del proyecto para después ser transportadas por el contratista a los sitios autorizados.

En los planos de implantación general, se especificarán áreas de almacenamiento temporal de los residuos recolectados dentro del área del proyecto, los cuales se acondicionarán para evitar derrames o posible contaminación de los recursos naturales.

Se contará con un plan de manejo que incluya la separación y almacenamiento adecuado de residuos que recogerán los colectores ubicados en todo el desarrollo y serán transportados al relleno sanitario municipal aledaño al sitio del proyecto.

Los tipos de residuos que serán generados durante la etapa de construcción se indican a continuación:

- Material producto de excavaciones con contenido orgánico producto del retiro de los arbustos y árboles en el sitio.
- Madera.
- Pedazos de acero de refuerzo.
- Pedazos y desechos de tubería PAD y PVC de varios diámetros.
- Plástico y madera de embalaje de equipos eléctricos.

Todos los residuos de la construcción del proyecto serán destinados al reciclaje, mientras que los residuos del desmonte se reutilizarán para preparar composta y su uso posterior en las acciones de reforestación y conservación de suelos.

Residuos peligrosos. Este tipo de residuos son aquellos que poseen alguna característica de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad; así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio.

Se contará con un plan de manejo para este tipo de residuos, el cual incluirá recolección almacenamiento temporal y disposición de acuerdo a la normatividad ambiental aplicable. Adicionalmente, se contará con recipientes con tapa, debidamente identificados, para el almacenamiento de este tipo de residuos, los cuales se clasificarán de acuerdo a lo establecido en la NOM-052-SEMARNAT-2005.

Se contratará a una empresa para que se haga responsable del almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos peligrosos que se generen.

Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos. Se llevará a cabo un registro de los residuos a través de una bitácora para registrar todo tipo de residuos; para los residuos peligrosos se conservarán los manifiestos de entrega y recepción de estos, así como las autorizaciones de los proveedores para la disposición final de los mismos.

En cuanto a los residuos no peligrosos y no biodegradables, en el caso de ser factible serán enviados para su reciclado a empresas especializadas, en caso contrario, se enviarán al relleno sanitario.

Para el manejo general de los residuos peligrosos, se llevarán a cabo acciones que permitan la sensibilización del personal contratado y serán capacitados respecto a la manera de cómo coleccionar, separar y disponer. Para el manejo de los aceites, se considerarán como medidas preventivas para evitar derrames las siguientes acciones:

- Utilizar únicamente vehículos y maquinaria en buen estado
- Verificar durante la ejecución de todas las actividades el mantenimiento de los vehículos y maquinaria
- Evitar realizar mantenimiento de vehículos y maquinaria dentro del área del proyecto.

En caso de que ocurra algún derrame accidental dentro de las áreas de construcción, se procederá a retirar el 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 de suelo predominante en la zona y libre de contaminantes. Tanto la tierra impregnada como el aceite derramado se almacenarán temporalmente en los sitios definidos para este tipo de residuos peligrosos, a fin de que posteriormente sean entregados a una empresa autorizada para su manejo y disposición final. En derrames mayores a 1m³ se atenderá a lo previsto en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y su Reglamento.

Disposición final de los residuos sólidos urbanos. Durante las diferentes etapas de la realización del proyecto se contará con recipientes metálicos con tapa y debidamente rotulados para la disposición de los residuos sólidos domésticos.

Los residuos sólidos urbanos serán dispuestos en los sitios autorizados que se ubiquen en localidades aledañas. La disposición de los residuos generados se apegará a la normatividad y reglamentos según los establezca la autoridad local competente.

Los residuos del mantenimiento de paneles, cables, bases, etc., serán dispuestos temporalmente en recipientes adecuados y concentrados para su disposición final a un centro de acopio de residuos industriales.

En la tabla II.11 se presenta un resumen sobre los residuos generados en cada etapa del proyecto y su disposición final.

Residuos líquidos. Las aguas de desecho durante la construcción serán las producidas por la estancia de trabajadores en las zonas de obras, para su disposición se contratarán sanitarios portátiles, mismos que serán manejados por la empresa prestadora del servicio. En la etapa de operación se instalará un sistema para el tratamiento para las aguas residuales sanitarias que se generen.

Para el caso de las aguas residuales por la limpieza de los módulos, éstas serán absorbidas por el suelo del terreno y debido a que no se adicionarán químicos no se esperan impactos al suelo.

Generación de ruido. Este tipo de contaminante será generado principalmente por la utilización del equipo y maquinaria durante la etapa de construcción del proyecto, no se rebasarán los límites permisibles en la NOM-081-SEMARNAT-1994, donde establecen un valor máximo de 68 dB durante un horario de 6:00 a 22:00; y de 65 dB durante 22:00 a 6:00 horas.

Tabla II.11 Resumen de Residuos generados en las etapas del proyecto

Residuo	Etapa	Estado	Clasificación	Disposición final
Tierra y lúicos	Preparación del sitio y construcción	Sólido, inorgánico	No peligroso	Relleno de áreas y uso en cimientos
Residuos vegetales	Preparación del sitio	Sólido inorgánico	No peligroso	Preparación de composta que se utilizará en las áreas verdes
Empaques de materiales	Preparación del sitio y construcción	Sólido, inorgánico	No peligroso	Reciclado y Programa de Manejo Especial
Aguas sanitarias	Construcción y operación	Líquido	No peligroso	Letrinas portátiles y sistema de tratamiento
Residuos domésticos	Preparación del sitio y construcción	Sólido	No peligroso	Relleno
Emisiones de maquinaria	Preparación del sitio y construcción	Gaseoso	No peligroso	Atmósfera
Generación de ruidos	Preparación del sitio, construcción y operación		No peligroso	Atmósfera
Generación de polvos	Preparación del sitio, construcción y operación	Sólido	No peligroso	Atmósfera

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

III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURIDICOS APLICABLES

En el presente capítulo se presentan los resultados del análisis de vinculación del Proyecto Tamuín 1 (Proyecto) con los ordenamientos jurídicos que le son aplicables y los instrumentos de regulación de uso del suelo, los cuales se enlistan en la tabla III.1.

Tabla III.1 Instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables al proyecto Tamuín 1

Tipo	Nombre
Planes, programas y leyes del sector energía	• Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024
	• Estrategia Nacional de Energía 2013-2027
	• Ley de la Industria Eléctrica
	• Estrategia Nacional de Cambio Climático. Visión 10-20-40
	• Ley General de Cambio Climático
	• Ley de Transición Energética
Programas de Ordenamiento Ecológico	• Ordenamiento Ecológico General del Territorio
Programas de Desarrollo Estatales y Municipales	• Plan Estatal de Desarrollo Urbano San Luis Potosí, 2012-2030
	• Plan estatal de Desarrollo San Luis Potosí, 2015-2021
Marco normativo ambiental federal, estatal y municipal	• Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos
	• Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente
	• Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.
	• Ley General de Vida Silvestre
	• Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre
	• Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos
	• Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos
	• Ley de Aguas Nacionales
	• Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales
	• Acuífero Tamuín (2419)
	• Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable
	• Ley Federal de Responsabilidad Ambiental
	• Áreas Naturales Protegidas
	• Normas Oficiales Mexicanas
• Otros Instrumentos	
• Bandos, Leyes y Reglamentos municipales	

III.1 Planes, programas y leyes del sector energía

III.1.1 Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024

En el inciso II relacionado con la Política Social, se encuentra enmarcado el Desarrollo Sostenible que se define como la satisfacción de las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades, bajo este precepto en el Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 señala que *“el Ejecutivo Federal considerará los impactos que tendrán sus políticas y programas en el tejido social, en la ecología y en los horizontes políticos y económicos del país. Además, se guiará por una idea de desarrollo que subsane las injusticias sociales e impulse el crecimiento económico sin provocar afectaciones a la convivencia pacífica, a los lazos de solidaridad, a la diversidad cultural ni al entorno”*.

Asimismo, en el inciso III denominado Economía, el plan establece en el inciso denominado Rescate del Sector Energético que: *“... La nueva política energética del Estado mexicano impulsará el desarrollo sostenible mediante la incorporación de poblaciones y comunidades a la producción de energía con fuentes renovables, mismas que serán fundamentales para dotar de electricidad a las pequeñas comunidades aisladas que aún carecen de ella y que suman unos dos millones de habitantes. La transición energética dará pie para impulsar el surgimiento de un sector social en ese ramo, así como para alentar la reindustrialización del país.*

Bajo estos lineamientos que señala el Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024, el proyecto Tamuín 1 se acopla adecuadamente con lo señalado en la Política Social, en específico con lo indicado respecto del desarrollo sustentable y lo destacado en el inciso de Economía, al ser un proyecto de producción de energía tomando como fuente renovable la energía solar e incorporando la energía fotovoltaica a la infraestructura existente.

III.1.2 Estrategia Nacional de Energía 2013-2027

La Estrategia Nacional de Energía 2013-2017, publicada en el DOF el 21 de mayo de 2013, busca encauzar la oferta y demanda de energía para alcanzar dos objetivos estratégicos: 1) dar viabilidad al crecimiento económico y 2) extender a toda la población el acceso a servicios energéticos de calidad a fin de que reciban los beneficios que derivan del consumo eficiente y responsable de la energía. Para alcanzar estos objetivos se estableció la transición energética, como una de cuatro medidas políticas, para lograr el balance entre mantener al país económicamente competitivo, tecnológicamente innovador y diversificado, con su contribución al mejoramiento permanente de la calidad ambiental local y el cumplimiento de los compromisos ambientales.

La Estrategia estimó que un Escenario Competitivo, es que en el año 2018 se instalen en el país más de 18,000 MW basados en fuentes renovables, lo cual promovería nuevas inversiones por parte del sector privado y contribuiría a la vertebración y desarrollo social de las distintas regiones. El escenario señalado generaría un incremento del PIB de más de 230,000 MDP, equivalente a cerca del 2% del PIB del año 2011, y más de 70,000 empleos. En términos ambientales se situaría la participación de las energías limpias en el 29% de la capacidad de generación del país en 2018 y se mitigaría la emisión de 17 Millones de toneladas de CO₂.

Cabe señalar que México es una opción viable, rentable y atractiva para la industria mundial de energías renovables, la cual mira cada vez con mayor interés a nuestro país. La Estrategia busca potenciar: la ocupación de las regiones con alto potencial eólico; el uso de energía solar, aprovechando las regiones con alta irradiación; el aprovechamiento de los yacimientos con potencial geotérmico de alta entalpía, el biogás de rellenos sanitarios, los residuos agrícolas y forestales como fuente de biomasa, la hidráulica de pequeña escala, así como la cogeneración eficiente en la industria.

El Proyecto es concordante con el Tema estratégico 15. Identificar y aprovechar el potencial de energías renovables en nuestro país. En este tema se indica que México dispone de un potencial renovable indiscutible, con un amplio porfolio de recursos (eólico, solar, geotérmico, biomasa e hídrico). Por ello, deben ser impulsadas las diferentes tecnologías para el aprovechamiento de los diversos recursos, de modo que se promueva la diversificación de la matriz energética, la eficiencia del uso de recursos no renovables y la reducción de importaciones de energéticos.

III.1.3 Ley de la Industria Eléctrica

La Ley de la Industria Eléctrica (LIE), publicada en el DOF el 11 de agosto de 2014, tiene por objeto regular la planeación y el control del Sistema Eléctrico Nacional, el Servicio Público de Transmisión y Distribución de Energía Eléctrica y las demás actividades de la industria eléctrica.

El Artículo 1 en su segundo párrafo señala que "... esta Ley tiene como finalidad promover el desarrollo sustentable de la industria eléctrica y garantizar su operación continua, eficiente y segura en beneficio de los usuarios, así como el cumplimiento de las obligaciones de servicio público y universal, de Energías Limpias y de reducción de emisiones contaminantes."

En el Título Tercero, Del Mercado Eléctrico Mayorista, Capítulo I, De la Operación del Mercado Eléctrico Mayorista, el artículo 97 establece que Los Generadores, Comercializadores y Usuarios Calificados Participantes del Mercado podrán celebrar Contratos de Cobertura Eléctrica para realizar operaciones de compraventa relativas a la energía eléctrica, la potencia o los Servicios Conexos en un nodo del Sistema Eléctrico Nacional, así como a los Derechos Financieros de Transmisión, sujetándose a las obligaciones previstas por las Reglas del Mercado. Asimismo, podrán celebrar Contratos de Cobertura Eléctrica para adquirir o realizar

operaciones relativas a los Certificados de Energías Limpias, sujetándose a la regulación que emita la CRE para validar la titularidad de dichos certificados. Entendiendo por Certificados de Energías Limpias lo siguiente: Título emitido por la CRE que acredita la producción de un monto determinado de energía eléctrica a partir de Energías Limpias y que sirve para cumplir con los requisitos asociados al consumo de los Centros de Carga.

El proyecto Tamuín 1 es congruente con la LIE ya que la energía eléctrica que produzca se basará en la utilización de una fuente de energía renovable como lo es la radiación solar, por lo que el Proyecto coadyuva al desarrollo sustentable de la industria eléctrica.

III.1.4 Estrategia Nacional de Cambio Climático Visión 10-20-40

La Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC), fue publicada en el DOF el 3 de junio del 2013. Es el instrumento rector de la política nacional en el mediano y largo plazos para enfrentar los efectos del cambio climático y transitar hacia una economía competitiva, sustentable y de baja emisión de carbono. Establece los ejes estratégicos y las líneas de acción a seguir para orientar las políticas de los tres órdenes de gobierno. La visión de la ENCC a 10, 20 y 30 años se muestra en la tabla III.2. Una de las estrategias planteadas es "Acelerar la transición energética hacia fuentes de energía limpia", para lograrla se establecen, entre otras acciones, las siguientes.

- Fomentar la generación de energía mediante el uso de fuentes limpias y tecnologías más eficientes en sustitución de combustibles fósiles, minimizando su impacto ambiental y social.
- Fomentar la participación del sector privado y paraestatal en la generación de energía eléctrica con fuentes renovables de energía y la cogeneración eficiente.
- Promover la inversión en sistemas fotovoltaicos en zonas del país con alto potencial.
- Fomentar la generación distribuida mediante el uso de sistemas fotovoltaicos en el sector industrial, residencial y de servicios.

México tiene un gran potencial de generación de energía mediante fuentes renovables y el proyecto Tamuín 1 contribuiría a la transición energética hacia fuentes de energía limpia. Las líneas de acción que se presentan en la tabla III.3 buscan enfocar esfuerzos en superar las principales barreras que han impedido la completa inmersión de energías renovables en el sistema energético nacional. El Proyecto es acorde con estas líneas.

Tabla III.2 Visión de la ENCC para lograr un desarrollo sustentable y bajas emisiones de carbono

Visión 10 -20-40			
Rubro	A 10 años	A 20 años	A 30 años
Energía	<ul style="list-style-type: none"> Tecnologías limpias integradas al desarrollo productivo nacional. Cerca de alcanzar el 35% de la generación eléctrica proveniente de fuentes limpias. 	<ul style="list-style-type: none"> Al menos 40% de la generación de energía eléctrica proviene de fuentes limpias. La generación de electricidad mediante fuentes limpias crea empleos, incluyendo a los sectores vulnerables. Los sectores residencial, turístico e industrial utilizan fuentes diversas de energía limpia, esquemas de eficiencia energética y ahorro de energía. 	<ul style="list-style-type: none"> La generación de energía limpia soporta el desarrollo económico de todos los sectores productivos de forma equitativa y sustentable. Al menos el 50% de la generación de energía eléctrica proviene de fuentes limpias.
Emisiones	<ul style="list-style-type: none"> Reducción de 30% de emisiones respecto a línea base. México reduce sustancialmente las emisiones de Contaminantes Climáticos de Vida Corta. 	<ul style="list-style-type: none"> Crecimiento económico desacoplado de la dependencia a combustibles fósiles y sus impactos ambientales. Se minimizan las emisiones de Contaminantes Climáticos de Vida Corta. 	<ul style="list-style-type: none"> Reducción del 50% de emisiones respecto a las emisiones del año 2000.

Tabla III.3 Líneas de acciones establecidas a los ejes estratégicos que se presentan en el ENCC

Eje estratégico	Líneas de acción
M1 Acelerar la transición energética hacia fuentes de energía limpia	<p>M1.2 Fomentar la generación de energía mediante el uso de fuentes limpias y tecnologías más eficientes en sustitución de combustibles fósiles, minimizando su impacto ambiental y social.</p> <p>M1.5 Fomentar la participación del sector privado y paraestatal en la generación de energía eléctrica con fuentes renovables de energía y la cogeneración eficiente.</p> <p>M1.6 Facilitar la interconexión de centrales de generación eléctrica con energías renovables en las regiones del país con mayor potencial y viabilidad económica.</p>
Fotovoltaico	M1.8 Promover la inversión en sistemas fotovoltaicos en zonas del país con alto potencial.

III.1.5 Ley General de Cambio Climático

Esta Ley se publicó en el DOF el 6 de junio de 2012, tiene como objetivos principales los siguientes.

- Garantizar el derecho a un medio ambiente sano y establecer la concurrencia de facultades de la federación, las entidades federativas y los municipios en la elaboración y aplicación de políticas públicas para la adaptación al cambio climático y la mitigación de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero;
- Regular las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero para que México contribuya a lograr la estabilización de sus concentraciones en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático considerando, en su caso, lo previsto por el artículo 2o. de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y demás disposiciones derivadas de la misma;
- Regular las acciones para la mitigación y adaptación al cambio climático;
- Promover la transición hacia una economía competitiva, sustentable, de bajas emisiones de carbono y resiliente a los fenómenos hidrometeorológicos extremos asociados al cambio climático, y
- Establecer las bases para que México contribuya al cumplimiento del Acuerdo de París, que tiene entre sus objetivos mantener el aumento de la temperatura media mundial por debajo de 2 °C, con respecto a los niveles preindustriales, y proseguir con los esfuerzos para limitar ese aumento de la temperatura a 1.5 °C, con respecto a los niveles preindustriales, reconociendo que ello reduciría considerablemente los riesgos y los efectos del cambio climático.

La Ley General de Cambio Climático establece en el artículo transitorio segundo la reducción de las emisiones de gases efecto invernadero así como las emisiones de carbono negro:

El país asume el objetivo indicativo o meta aspiracional de reducir al año 2020 un 30% de emisiones con respecto a la línea de base; así como un 50% de reducción de emisiones al 2050 en relación con las emitidas en el año 2000. Estas metas se revisarán cuando se publique la siguiente Estrategia Nacional.

Asimismo, el país se compromete a reducir de manera no condicionada un 22% de sus emisiones de gases de efecto invernadero y un 51% de sus emisiones de carbono negro al año 2030 con respecto a la línea base.

La reducción del 22% de las emisiones de gases de efecto invernadero se conseguirá a través del compromiso de los diferentes sectores participantes, de acuerdo con las metas siguientes: transporte -18%; generación eléctrica -31%; residencial y comercial -18%; petróleo y gas -14%; industria -5 %; agricultura y ganadería -8% residuos -28 por ciento.

El proyecto Tamuín 1 es congruente con lo que señala esta Ley, por ser un proyecto de generación de energía eléctrica que al aprovechar la energía solar no emitirá CO₂ a la atmósfera.

III.1.6 Ley de Transición Energética

Esta Ley fue publicada en el DOF el 24 de diciembre de 2015, su objetivo general es regular el aprovechamiento sustentable de la energía, así como definir las obligaciones en materia de energías limpias y de reducción de emisiones contaminantes de la Industria Eléctrica, manteniendo la competitividad de los sectores productivos. Específicamente esta Ley busca, entre otros objetivos:

- I. Prever el incremento gradual de la participación de las Energías Limpias en la Industria Eléctrica con el objetivo de cumplir las metas establecidas en materia de generación de energías limpias y de reducción de emisiones;
- II. Facilitar el cumplimiento de las metas de Energías Limpias y Eficiencia Energética establecidos en esta Ley de una manera económicamente viable;
- VI. Reducir, bajo condiciones de viabilidad económica, la generación de emisiones contaminantes en la generación de energía eléctrica;
- VII. Apoyar el objetivo de la Ley General de Cambio Climático, relacionado con las metas de reducción de emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero y de generación de electricidad provenientes de fuentes de energía limpia;

En el artículo 4, esta Ley señala que la Estrategia de Transición para Promover el Uso de Tecnologías y Combustibles más limpios deberá establecer metas a fin de que el consumo de energía eléctrica se satisfaga mediante un portafolio de alternativas que incluyan a la Eficiencia Energética y una proporción creciente de generación con Energías Limpias, en condiciones de viabilidad económica. A través de las Metas de Energías Limpias y las Metas de Eficiencia Energética, la Secretaría de Energía promoverá que la generación eléctrica proveniente de fuentes de energía limpias alcance los niveles establecidos para la Industria Eléctrica en la Ley General de Cambio Climático.

El proyecto Tamuín 1 es concordante con lo que establece esta ley porque generará electricidad utilizando la energía solar evitando las emisiones a la atmósfera de gases de efecto invernadero.

III.2 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio

El ordenamiento territorial es un instrumento de política que permite orientar con criterios de sustentabilidad el aprovechamiento del territorio al establecer modalidades de uso del suelo (agrícola, ganadero, forestal, urbano e industrial) y aprovechamiento del territorio, de los recursos y servicios ambientales, así como las áreas a conservar y restaurar. Existen dos tipos de ordenamiento, los territoriales que se derivan de la Ley General de Asentamientos Humanos y los ecológicos del territorio que emanan de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA).

El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) fue publicado en el DOF el 7 de septiembre de 2012, tiene como objetivo encontrar un patrón de ocupación del territorio que maximice el consenso entre las actividades productivas y la protección al ambiente, encaminando el desarrollo hacia la sustentabilidad. Es un instrumento inductivo,

de observancia en todo el territorio nacional y por lo tanto aplicable en el sitio previsto para el Proyecto Tamuín 1.

El ordenamiento promueve un esquema de coordinación y corresponsabilidad entre los sectores de la Administración Pública Federal que permite generar sinergias y propiciar un desarrollo sustentable en cada una de las regiones ecológicas identificadas en el territorio nacional. Por su escala y alcance, el POEGT no tiene como objeto regular el uso del suelo para el desarrollo de las actividades sectoriales. Reconoce que cada sector tiene sus prioridades y metas, sin embargo, los sectores adquieren el compromiso de orientar sus programas, proyectos y acciones en congruencia con los lineamientos establecidos en el POEGT, sin menoscabo del cumplimiento de programas de ordenamiento ecológico local o regional vigentes, de tal forma que contribuyan al desarrollo sustentable de cada región.

La base para la regionalización ecológica comprende unidades territoriales sintéticas que se integran a partir de los principales factores del medio biofísico: clima, relieve, vegetación y suelo. La interacción de estos factores determina la homogeneidad relativa del territorio hacia el interior de cada unidad y la heterogeneidad con el resto de las unidades. Con este principio se obtuvo como resultado la diferenciación del territorio nacional en 145 unidades denominadas Unidades Ambientales Biofísicas (UAB), representadas a escala 1:2,000,000, empleadas como base para el análisis de las etapas de diagnóstico y pronóstico, y para construir la propuesta del POEGT. Las políticas ambientales (aprovechamiento, restauración, protección y preservación) son las disposiciones y medidas generales que coadyuvan al desarrollo sustentable.

De acuerdo con la regionalización del territorio del país hecha en este Ordenamiento, el sitio del Proyecto se localiza en la Región Ecológica 18.5, específicamente en la UAB 88, denominada Llanuras de la Costa Golfo Norte. Las características, la política ambiental y las estrategias establecidas para esta UAB se presentan en la tabla III.4. La política establecida es de restauración y aprovechamiento sustentable y una prioridad de atención muy alta.

El proyecto Tamuín 1 es congruente con la estrategias dirigida a desarrollar la sustentabilidad ambiental del territorio, dado que aprovechará la energía solar con lo que se brindará un mayor desarrollo económico en la región; también, es concordante con las estrategias relacionadas con las actividades económicas de producción y servicios que se establecen en el Grupo I orientadas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio, asimismo el Proyecto se relaciona con las estrategias establecidas en el Grupo II, señaladas para mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana. Es importante mencionar que el Proyecto no tiene implicaciones para el recurso estratégico agua ya que no utilizará agua del acuífero Tamuín (2419) en ninguna de sus etapas (preparación del sitio/construcción y operación), además de que este acuífero no está considerado como sobreexplotado por la CONAGUA.

El Proyecto fortalecerá la confiabilidad y seguridad energética mediante la diversificación de las fuentes de energía; asimismo, promoverá la diversificación de actividades productivas en la región, contribuirá a la generación de energía utilizando una fuente renovable y coadyuvará a disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero.

Tabla III.4 Características de la Región Ecológica 18.5 a la cual pertenece la UAB 88, Llanuras de la Costa Golfo Norte, donde se ubica el proyecto Tamuín 1

		REGIÓN ECOLÓGICA: 18.5 Unidad Ambiental Biofísica que la compone: 43. Llanuras de Ojuelos-Aguascalientes 48. Altos de Jalisco 88. Llanuras de la Costa Golfo Norte			
Localización: 43. Norte de Jalisco y suroeste de Zacatecas 48. Noreste de Jalisco 88. Porción norte del estado de Veracruz y parte del suroeste de Tamaulipas		Superficie en Km²: 43. 10,888.43 48. 16,017.83 88. 19,868.92 Superficie Total: 46,775.18 Km ²			
Población por UAB: 43. 1,363,069 48. 991,515 88. 1,458,333 Población Total: 3,812,917 hab.		Población Indígena: 43. Sin presencia 48. Sin presencia 88. Huasteca			
Estado Actual del Medio Ambiente 2008:	43. Inestable. Conflicto Sectorial Bajo. No presenta superficie de ANP's. Alta degradación de los Suelos. Alta degradación de la Vegetación. Muy alta degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es de media a baja. Longitud de Carreteras (km): Media. Porcentaje de Zonas Urbanas: Baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab/km ²): Media. El uso de suelo es Agrícola y Otro tipo de vegetación. Con disponibilidad de agua superficial. Déficit de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 78.7. Alta marginación social. Bajo índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Bajo hacinamiento en la vivienda. Medio indicador de consolidación de la vivienda. Muy bajo indicador de capitalización industrial. Muy alto porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Alto porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola con fines comerciales. Alta importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera.				
	48. Inestable. Conflicto Sectorial Bajo. No presenta superficie de ANP's. Alta degradación de los Suelos. Muy alta degradación de la Vegetación. Baja degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es baja. Longitud de Carreteras (km): Alta. Porcentaje de Zonas Urbanas: Muy baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab/km ²): Baja. El uso de suelo es Agrícola, Otro tipo de vegetación y Forestal. Con disponibilidad de agua superficial. Con disponibilidad de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 32.1. Baja marginación social. Bajo índice medio de educación. Muy bajo índice medio de salud. Bajo hacinamiento en la vivienda. Bajo indicador de consolidación de la vivienda. Bajo indicador de capitalización industrial. Bajo porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Alto porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola con fines comerciales. Media importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera.				
Escenario al 2033:		43 y 48. Inestable a Crítico 88. Crítico			
Política Ambiental:		43, 48 y 88. - Restauración y aprovechamiento sustentable			
Prioridad de Atención:		43 y 48. - Media 88. - Muy alta			
UAB	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Otros sectores de interés	Estrategias sectoriales
43	Agricultura - Ganadería	Industria - Preservación de Flora y Fauna	Desarrollo Social - Forestal - Minería	PEMEX	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 16, 17, 18, 28, 29, 31, 32, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44
48	Agricultura - Ganadería	Forestal	Industria	Minería	4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 16, 17, 36, 37, 38, 42, 43, 44
88	Agricultura - Ganadería	PEMEX	Industria - Minería	Forestal - Turismo	4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 16, 17, 18, 21, 22, 23, 28, 29, 31, 33, 36, 37, 42, 43, 44

Estrategias. UAB 88	
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio	
B) Aprovechamiento sustentable	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales. 5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios. 6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas. 7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales. 8. Valoración de los servicios ambientales.
C) Protección de los Recursos Naturales	12. Protección de los ecosistemas. 13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.
D) Restauración	14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables. 15 bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable. 16. Promover la reconversión de industrias básicas (textil-vestido, cuero-calzado, juguetes, entre otros), a fin de que se posicionen en los mercados doméstico e internacional. 17. Impulsar el escalamiento de la producción hacia manufacturas de alto valor agregado (automotriz, electrónica, autopartes, entre otras). 18. Establecer mecanismos de supervisión e inspección que permitan el cumplimiento de metas y niveles de seguridad adecuados en el sector de hidrocarburos. 21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo. 22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional. 23. Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista) – beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional).
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana	
C) Agua y Saneamiento	28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico. 29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.
D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional	31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas.
E) Desarrollo Social	33. Apoyar el desarrollo de capacidades para la participación social en las actividades económicas y promover la articulación de programas para optimizar la aplicación de recursos públicos que conlleven a incrementar las oportunidades de acceso a servicios en el medio rural y reducir la pobreza. 36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza. 37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.
Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional	
A) Marco Jurídico	42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.
B) Planeación del Ordenamiento Territorial	43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos. 44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.

III.3 Programas de Desarrollo Estatales y Municipales

El sitio para establecer este proyecto Tamuín 1 no está regulado por programas de ordenamiento ecológico estatal ni municipal. No obstante el estado de San Luis Potosí cuenta con el Plan Estatal de Desarrollo Urbano San Luis Potosí, 2012-2030, del cual se hace un análisis de los aspectos ambientales relacionados con el Proyecto.

III.3.1 Plan Estatal de Desarrollo Urbano San Luis Potosí, 2012-2030

El Plan Estatal de Desarrollo Urbano de San Luis Potosí, 2012–2030, es el instrumento esencial de las políticas estatales de desarrollo social, económico y cultural, para el desarrollo urbano sustentable de los asentamientos humanos. Para fines de la planeación regional, se definieron cuatro macro regiones las cuales están constituidas por 10 micro regiones como se presenta en la figura III.1, las cuales constituyen las unidades de análisis y planificación del desarrollo económico-social en el Estado. El proyecto Tamuín 1 se localiza en la Región Huasteca, dentro de la Microrregión Huasteca Norte; los municipios que integran esta microrregión son: El Naranjo, Ciudad Valles, Tamuín, Ébano, Tamasopo, San Vicente Tancuayalab y Tanquián de Escobedo.

Este Plan define en el Eje Rector 3 los aspectos a considera para el Desarrollo Regional Sustentable:

- Elaboración de los Planes de Desarrollo Urbano de las localidades estratégicas del sistema urbano de San Luis Potosí, donde se incluye el municipio de Tamuín.
- Programas regionales de desarrollo urbano.
- Mejoramiento integral de localidades estratégicas micro regional (infraestructura, servicios e imagen urbana).
- Tratamiento de agua y saneamiento de cuencas en todo el Estado.
- Incorporación del ordenamiento ecológico en las cartas de los planes urbanos.
- Sistema Estatal de manejo de residuos sólidos, peligrosos y no peligrosos

El Plan Estatal de Desarrollo Urbano de San Luis Potosí, 2012–2030 hace referencia al uso de energía solar, considera que el Estado de San Luis Potosí presenta condiciones adecuadas para el desarrollo de sistemas de generación de energía basados en el uso de la energía solar.

En concordancia con este principio, este Plan plantea que debe promoverse el aprovechamiento de manera racional de los recursos naturales renovables, particularmente de aquellos que representan la posibilidad de aprovechamiento sustentable y que permiten la obtención de energía, a fin de asegurar la preservación del medio ambiente, la calidad de vida en los asentamientos humanos y la productividad económica, innovando tecnología en el campo de la generación de energía ante la sobreexplotación de los recursos no renovables definiendo la instalación de plantas de aprovechamiento de energía solar por lo que el proyecto Tamuín 1, es acorde con lo establecido en el Plan referido.

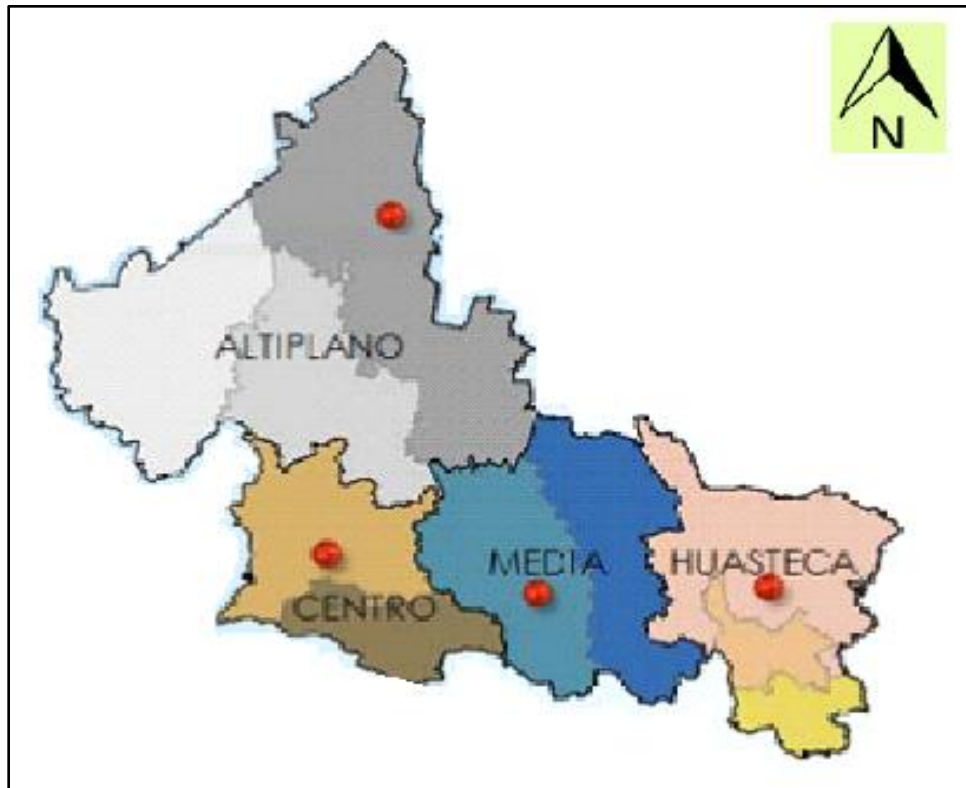


Figura III.1 Contexto macro regional del estado de San Luis Potosí

Fuente: Plan Estatal de Desarrollo Urbano de San Luis Potosí 2012-2030

III.3.2 Plan Estatal de Desarrollo San Luis Potosí, 2015-2021

El Plan estatal de desarrollo San Luis Potosí 2015-2021, propone en su Eje Rector 3 los aspectos de sustentabilidad para el estado de San Luis Potosí y el proyecto Tamuin 1 se vincula con ellos siguientes.

Eje Rector 3: San Luis Sustentable establece acciones en las siguientes vertientes.

1. Recursos Forestales, Conservación de Suelos y Biodiversidad.
2. Agua y Reservas Hidrológicas.
3. Gestión Integral de Residuos.
4. Cambio Climático y Energías Renovables.

El Proyecto es concordante con los cuatro aspectos señalados en el Eje Rector 3, relativos al desarrollo sustentable, porque: se localiza en un área destinada al uso agropecuario, por lo que no hay conflicto con los recursos forestales, la conservación de suelos y biodiversidad; no ejercerá presión sobre los recursos hídricos del SAR ya que el agua que se requiere durante la operación se adquirirá de casas comerciales. En relación con los residuos sólidos, el

proyecto Tamuin 1 no representa problemas ya que el manejo de residuos sólidos cumplirá con la normativa ambiental en la materia.

La vertiente de Cambio Climático y Energías Renovables es con la que el Proyecto Tamuin 1 tiene mayor vinculación, de acuerdo con lo siguiente:

El estado de San Luis Potosí, por su ubicación, tiene un gran potencial para la generación de energía solar, por lo que es necesario promover las inversiones para producir energía limpia a partir de esta fuente renovable. Asimismo, se requiere continuar con las acciones de eficiencia energética que se han realizado en el Estado en los últimos años.

El objetivo B de esta vertiente establece: Mitigar los efectos del cambio climático con acciones que aumenten las oportunidades de desarrollo, la innovación tecnológica y el uso de energías limpias. Específicamente, la Estrategia B.1 plantea actualizar y supervisar el inventario de emisiones de gases de efecto invernadero e impulsar las acciones orientadas a mitigar los efectos del cambio climático. Teniendo como Líneas de acción las siguientes:

- Fomentar el uso eficiente de energía en los ámbitos industrial, transporte, agrícola y doméstico.
- Mejorar la atracción de inversiones y promover el aprovechamiento de recursos naturales para la producción de energías renovables, principalmente eólica, fotovoltaica y por biomasa.

III.4 Marco Normativo en materia ambiental federal, estatal y municipal

III.4.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

La Constitución Política establece en el artículo 4 que “Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley”. El proyecto Tamuín 1 se construirá y operará acatando las regulaciones federales, estatales y municipales; asimismo, serán aplicadas medidas para prevenir y mitigar los impactos ambientales, por lo que no generará daño ni deterioro ambiental en el entorno en donde se ubicará.

III.4.2 Leyes y reglamentos

III.4.2.1 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) es una “Ley Marco” que permite la operatividad del sistema de concurrencias en materia ambiental entre los distintos ámbitos de gobierno (federal, estatal y municipal). El artículo 5º establece que son facultades de la Federación, entre otras:

Fracción X. La evaluación del impacto ambiental de las obras o actividades a que se refiere el artículo 28 de esta Ley y, en su caso, la expedición de las autorizaciones correspondientes.

Fracción XI. La regulación del aprovechamiento sustentable, la protección y la preservación de los recursos forestales, el suelo, las aguas nacionales, la biodiversidad, la flora, la fauna y los demás recursos naturales de su competencia.

El Artículo 28 establece que “la evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. También señala que requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría quienes pretendan llevar a cabo obras o actividades:

Fracción II.- Industria del petróleo, petroquímica, química, siderúrgica, papelera, azucarera, del cemento y eléctrica;”

En el artículo 30 se indica que para obtener la autorización de impacto ambiental, los interesados deberán presentar a la SEMARNAT una manifestación de impacto ambiental (MIA), la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.

En atención de estos artículos se presenta esta Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) para solicitar la autorización del Proyecto Tamuín 1 en materia de la evaluación del impacto ambiental.

El artículo 110 establece los criterios para la protección de la atmósfera; la fracción II indica que las emisiones de contaminantes de la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas y controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.

El artículo 113 señala la restricción de emitir contaminantes que ocasionen o puedan ocasionar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente.

Respecto de estos dos últimos artículos, en todas las etapas del Proyecto Tamuín 1 se aplicará riegos en las terracerías como medida para mitigar la emisión de polvos por el tránsito de vehículos; también los vehículos automotores y la maquinaria se someterá a programas estrictos de mantenimiento para garantizar que su operación sea en condiciones mecánicas adecuadas con el fin de asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de las poblaciones aledañas

III.4.2.2 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental

En el artículo 5° del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA) se precisan las obras y actividades que requieren la autorización de la SEMARNAT en materia de impacto ambiental, en el inciso K) se indica que la requieren la

construcción de plantas nucleoelectricas, hidroelectricas, carboelectricas, geotermoelectricas, eoloelectricas o termoelectricas, convencionales, de ciclo combinado o de unidad turbogas, con excepcion de las plantas de generacion con una capacidad menor o igual a medio MW, utilizadas para respaldo en residencias, oficinas y unidades habitacionales.

En los articulos 10 y 11 se determinan las modalidades en las que se presentara la MIA y en el articulo 13 se precisa el contenido de la MIA en la modalidad regional, lo anterior se presenta en la tabla III.5.

En cumplimiento del REIA se presenta a la SEMARNAT una MIA en modalidad regional para el Proyecto Tamuin 1.

Tabla III.5 Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

Artículo	Vinculación
<p>Artículo 11 Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de:</p> <p>I. Parques industriales y acuicolas, granjas acuicolas de más de 500 hectareas, carreteras y vias férreas, Proyectos de generacion de energia nuclear, presas y, en general, Proyectos que alteren las cuencas hidrológicas;</p> <p>II. Un conjunto de obras o actividades que se encuentren incluidas en un plan o programa parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que sea sometido a consideración de la Secretaría en los terminos previstos por el articulo 22 de este reglamento;</p> <p>III. Un conjunto de Proyectos de obras y actividades que pretendan realizarse en una región ecológica determinada, y</p> <p>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 destruccion, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.</p> <p>Artículo 13.- La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad regional, debera contener la siguiente informacion: I. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental; II. Descripción de las obras o actividades y, en su caso, de los programas o planes parciales de desarrollo; III. Vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables; IV. Descripción del sistema ambiental regional y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región; V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional; VI. Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional; VII. Pronósticos ambientales regionales y, en su caso, evaluación de alternativas, y VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan los resultados de la manifestación de impacto ambiental.</p>	<p>El Proyecto Tamuin 1, comprende un conjunto de obras o actividades por lo que se presenta el documento en la modalidad regional, cumpliendo con el contenido especificado en el articulo 13.</p>

III.4.2.3 Ley General de Vida Silvestre

Esta Ley fue publicada en el DOF el 3 de julio de 2000, es reglamentaria del párrafo tercero del artículo 27 y de la fracción XXIX, inciso G del artículo 73 constitucional. En la tabla III.6, se presentan los artículos de Ley General de Vida Silvestre que se relacionan con el Proyecto Tamuín 1 y su cumplimiento.

Cabe hacer mención que con base en el estudio de biodiversidad realizado, se concluye que en el predio del Proyecto no se distribuyen especies de fauna ni de flora listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, aunque si se detectaron especies de flora y fauna de este tipo en el sistema ambiental regional.

Tabla III.6 Cumplimiento del Proyecto Tamuín 1 con la Ley General de Vida Silvestre.

Ley General de Vida Silvestre	Cumplimiento del Proyecto
<p>Artículo 56. 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...”</p> <p>Artículo 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 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...</p>	<p>No se identificaron especies en riesgo, conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010, en el sitio del Proyecto Tamuín 1; no obstante, se preparará e implementará un Programa de Rescate y Reubicación de especies de flora y fauna, previo a la construcción, el cual permitirá reubicar especies de flora así como ahuyentar, rescatar y reubicar especies de fauna que se localicen en el predio.</p>

III.4.2.4 Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre.

El Reglamento se publicó en el DOF el 30 de noviembre de 2006. En la tabla III.7 se hace referencia a los artículos que están relacionados con el Proyecto y el cumplimiento que se dará.

Tabla III.7 Cumplimiento del Proyecto con el Reglamento LGVS

Reglamento Ley General de Vida Silvestre	Cumplimiento del Proyecto
<p>Artículo 83. Se requiere autorización previa de la Secretaría para la liberación de ejemplares de vida silvestre, para lo cual la solicitud correspondiente deberá:</p> <p>I. Señalar el objeto de la liberación: repoblación, reintroducción, translocación o medidas de control, y</p> <p>II. Contener el listado de especies a liberar, identificadas por nombre común y nombre científico hasta el grado de subespecie, cantidad de ejemplares, edades, proporción de sexos y la relación de marcas a utilizar.</p> <p>Las medidas de liberación que se encuentren en el plan de manejo aprobado, se entenderán autorizadas.</p> <p>Artículo 87. Cuando la Secretaría determine que no es procedente efectuar la liberación de ejemplares de vida silvestre al hábitat natural de manera inmediata por razones conductuales o sanitarias, éstos deberán sujetarse a los procesos de rehabilitación respectivos en sitios señalados por la Secretaría en la resolución respectiva, en los que podrá evaluar, de acuerdo a la especie, la conveniencia de una etapa de pre liberación. Asimismo, dichos ejemplares deberán sujetarse a los controles y medidas sanitarias correspondientes.</p>	<p>No se registraron especies en riesgo, conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010, en el polígono del Proyecto; no obstante, se preparará e implementará un Programa de Rescate y Reubicación de especies de flora y fauna, previo a la construcción, el cual permitirá rescatar y reubicar individuos de especies de flora y fauna que se localicen en el predio. Además se contempla el monitoreo de estas medidas para verificar su efectividad. Con lo anterior se cumple con lo que se especifica en este Reglamento.</p>

III.4.2.5 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), publicada en el DOF el 8 de octubre de 2003, establece las disposiciones que deberán cumplirse en materia de gestión de residuos. Esta Ley abarca la gestión de las siguientes clases de residuos: sólidos urbanos no peligrosos, de manejo especial y peligroso. La vinculación de este ordenamiento con el proyecto Tamuín 1 y el cumplimiento que se dará se presentan en la tabla III.8.

III.4.2.6 Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

Este Reglamento se publicó en el DOF el 30 de noviembre de 2006, establece las disposiciones para la aplicación de la LGPGIR, que se refieren a: definición de los residuos de competencia federal; planes de manejo de éstos y procedimiento para su registro ante la SEMARNAT; identificación de los residuos peligrosos; autorizaciones con las que deben contar los generadores y procedimiento para su otorgamiento; almacenamiento, acopio. En la tabla III.9 se muestra la vinculación del proyecto Tamuín 1 con este ordenamiento y el cumplimiento que se dará.

Para el manejo y destino final de los residuos municipales que serán generados en la construcción y operación del Proyecto se preparará un Programa de Manejo de Residuos, el cual considerará, entre otras acciones, el envío de los residuos domésticos a los sitios autorizados por el municipio de Tamuín, respetando lo establecido en la legislación federal, estatal y municipal en la materia. En la etapa de construcción se utilizarán letrinas y los residuos que se generen serán trasladados y tratados por la compañía que renta este servicio. En la etapa de operación se construirá un sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas que se generen en las instalaciones (oficinas y talleres), dicho sistema cumplirá con las Normas Oficiales aplicables.

Tabla III.8 Cumplimiento del Proyecto con la LGPGIR

LGPGIR	Cumplimiento del Proyecto
<p>Artículo 16. La clasificación de un residuo como peligroso, se establecerá en las normas oficiales mexicanas que especifiquen la forma de determinar sus características, que incluyan los listados de los mismos y fijen los límites de concentración de las sustancias contenidas en ellos, con base en conocimientos científicos y evidencias de su peligrosidad y riesgo.</p> <p>Artículo 18. Los residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria, de conformidad con los Programas Estatales y Municipales para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos, así como con los ordenamientos legales aplicables.</p> <p>Artículo 19. Los residuos de manejo especial se clasifican como se indica a continuación, salvo cuando se trate de residuos considerados como peligrosos en esta Ley y en las normas oficiales mexicanas correspondientes: VII. Residuos de la construcción, mantenimiento demolición en general; IX. Pilas que contengan litio, níquel, mercurio, cadmio, manganeso, plomo, zinc, o cualquier otro elemento que permita la generación de energía en las mismas, en los niveles que no sean considerados como residuos peligrosos en la norma oficial mexicana correspondiente;</p> <p>Artículo 20.- La clasificación de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, sujetos a planes de manejo se llevará a cabo de conformidad con los criterios que se establezcan en las normas oficiales mexicanas que contendrán los listados de los mismos y cuya emisión estará a cargo de la Secretaría.</p> <p>Artículo 27.- Los planes de manejo se establecerán para los siguientes fines y objetivos: I. Promover la prevención de la generación y la valorización de los residuos así como su manejo integral, a través de medidas que reduzcan los costos de su administración, faciliten y hagan más efectivos, desde la perspectiva ambiental, tecnológica, económica y social, los procedimientos para su manejo;</p>	<p>Los residuos que se generen en las diferentes etapas del Proyecto serán manejados conforme lo establece la LGPIR y las disposiciones aplicables a nivel estatal y municipal, para lo cual se preparará un Plan de Manejo Integral de Residuos</p> <p>Se tendrá un programa especial para el manejo de los residuos sólidos urbanos de manejo especial que se incluyan en los listados de residuos sujetos a planes de manejo de conformidad con las normas oficiales mexicanas.</p> <p>Para el Proyecto se estima que la generación de residuos sólidos peligrosos será en la modalidad de pequeño generador, por lo que el responsable del Proyecto se registrará ante la Secretaría y llevará una bitácora en la que se incorporará el registro del volumen anual de residuos peligrosos que generan y las modalidades de manejo y se sujetara al plan de manejo, que haya autorizado la autoridad ambiental, de ser el caso, así mismo se cumplirá con todos los requisitos que establezcan el reglamento en esta materia.</p>

Tabla III.8 Cont. Cumplimiento del Proyecto con la LGPGIR

LGPGIR	Cumplimiento del Proyecto
<p>II. Establecer modalidades de manejo que respondan a las particularidades de los residuos y de los materiales que los constituyan;</p> <p>IV. Atender a las necesidades específicas de ciertos generadores que presentan características peculiares;</p> <p>V. Establecer esquemas de manejo en los que aplique el principio de responsabilidad compartida de los distintos sectores involucrados,</p> <p>Artículo 31.- Estarán sujetos a un plan de manejo los siguientes residuos peligrosos y los productos usados, caducos, retirados del comercio o que se desechen y que estén clasificados como tales en la norma oficial mexicana correspondiente:</p> <p>I. Aceites lubricantes usados; II. Disolventes orgánicos usados; III. Convertidores catalíticos de vehículos automotores; IV. Acumuladores de vehículos automotores conteniendo plomo; V, Baterías eléctricas a base de mercurio o de níquel-cadmio; VI. Lámparas fluorescentes y de vapor de mercurio; Aditamentos que contengan mercurio, cadmio o plomo;</p> <p>Artículo 44.- Los generadores de residuos peligrosos tendrán las siguientes categorías:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grandes generadores; II. Pequeños generadores, y III. Micro generador. <p>Artículo 45.- Los generadores de residuos peligrosos, deberán identificar, clasificar y manejar sus residuos de conformidad con las disposiciones contenidas en esta Ley y en su Reglamento, así como en las normas oficiales mexicanas que al respecto expida la Secretaría. En cualquier caso los generadores deberán dejar libres de residuos peligrosos y de contaminación que pueda representar un riesgo a la salud y al ambiente, los sitios y las instalaciones en las que se hayan generado éstos, cuando se cierren o se dejen de realizar en ellas las actividades generadoras de tales residuos.</p>	

Tabla III.9 Cumplimiento del Proyecto con el Reglamento de la LGPGIR

Reglamento de la LGPGIR	Cumplimiento del Proyecto
<p>Artículo 11. La determinación para clasificar a un residuo como de manejo especial, en términos del artículo 19, fracción IX, de la Ley, se establecerá en la norma oficial mexicana correspondiente.</p> <p>Artículo 16. Los planes de manejo para residuos se podrán establecer en una o más de las siguientes modalidades:</p> <p>I. Atendiendo a los sujetos que intervienen en ellos, podrán ser: a) privados, los instrumentados por los particulares que conforme a la Ley se encuentran obligados a la elaboración, formulación e implementación de un plan de manejo de residuos,</p> <p>Artículo 17. Los sujetos obligados a formular y ejecutar un plan de manejo podrán realizarlo en los términos previstos en el presente Reglamento o las NOM correspondientes, o bien adherirse a los planes de manejo establecidos. La adhesión a un plan de manejo establecido se realizará de acuerdo a los mecanismos previstos en el propio plan de manejo, siempre que los interesados asuman expresamente todas las obligaciones previstas en él.</p> <p>Artículo 20. Los sujetos que, conforme a la Ley, estén obligados a la elaboración de planes de manejo, podrán implementarlos mediante la suscripción de los instrumentos jurídicos que estimen necesarios y adecuados para fijar sus responsabilidades. En este caso, sin perjuicio de lo pactado por las partes, dichos instrumentos podrán contener lo siguiente: I. Los residuos objeto del plan de manejo, así como la cantidad que se estima manejar de cada uno de ellos; II. La forma en que se realizará la minimización de la cantidad, valorización o aprovechamiento de los residuos; III. Los mecanismos para que otros sujetos obligados puedan incorporarse a los planes de manejo, y IV. Los mecanismos de evaluación y mejora del plan de manejo.</p> <p>Artículo 35. Los residuos peligrosos se identificarán de acuerdo a lo siguiente:</p> <p>I. Los que sean considerados como tales, de conformidad con lo previsto en la Ley;</p> <p>II. Los clasificados en las normas oficiales mexicanas a que hace referencia el artículo 16 de la Ley, mediante: a) Listados de los residuos por características de peligrosidad: corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad e inflamabilidad o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad; agrupados por fuente específica y no específica; por ser productos usados, caducos, fuera de especificación o retirados del comercio y que se desechen; o por</p>	<p>Los residuos que se generen en las diferentes etapas del Proyecto serán manejados conforme lo establece la LGPIR, su Reglamento y las disposiciones aplicables a nivel federal, estatal y municipal, para lo cual se preparará un Plan de Manejo Integral de Residuos</p> <p>En la etapa de preparación del sitio y construcción del Proyecto se generarán residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial; entre otros: residuos de oficina, restos de vegetación, trozos de concreto y ladrillos, cartón, papel, vidrio, metal, material impregnado con grasas y aceites. Durante la operación se generarán, entre otros, residuos sólido urbanos y residuos peligrosos, como material de oficina, materiales impregnados de grasas y aceites producto de las tareas de mantenimiento y tratamiento de aguas residuales. Para el cumplimiento de la legislación en materia de Prevención y Gestión Integral de los Residuos, se implementarán planes de manejo que considerarán la recolección, almacenamiento y confinamiento de todos los residuos y la minimización de su generación, en todas las etapas del</p>

Tabla III.9 Cont. Cumplimiento del Proyecto con el Reglamento de la LGPGIR

Reglamento de la LGPGIR	Cumplimiento del Proyecto
<p>tipo de residuo sujeto a condiciones particulares de manejo. La Secretaría considerará la toxicidad crónica, aguda y ambiental que les confieran peligrosidad a dichos residuos, y b) Criterios de caracterización y umbrales que impliquen un riesgo al ambiente por corrosividad, reactividad, explosividad, inflamabilidad, toxicidad o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, y</p> <p>III. Los derivados de la mezcla de residuos peligrosos con otros residuos; los provenientes del tratamiento, almacenamiento y disposición final de residuos peligrosos y aquellos equipos y construcciones que hubiesen estado en contacto con residuos peligrosos y sean desechados. Los residuos peligrosos listados por alguna condición de corrosividad, reactividad, explosividad e inflamabilidad señalados en la fracción II inciso a) de este artículo, se considerarán peligrosos, sólo si exhiben las mencionadas características en el punto de generación, sin perjuicio de lo previsto en otras disposiciones jurídicas que resulten aplicables.</p> <p>Artículo 46. En sus incisos I al IX respecto a la identificación, clasificación, manejo, etiquetado, almacenamiento, transporte, etc.</p>	<p>Proyecto. Dichos planes se ajustarán a lo que establece esta Ley y todos ellos quedarán registrados en las bitácoras y cadenas de custodia de la empresa responsable del Proyecto. En la etapa de operación se reportarán en la Cédula de Operación Anual.</p>

III.4.2.7 Ley de Aguas Nacionales (LAN)

Esta Ley se publicó en el DOF, el 1 de diciembre de 1992, tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable. Las disposiciones de esta Ley son aplicables a todas las aguas nacionales, sean superficiales o del subsuelo, así como a los bienes nacionales que señala la Ley.

El sitio para desarrollar Proyecto Tamuín 1 es atravesado por dos corrientes, como se muestra en la figura III.2, al noroeste se localiza un arroyo proveniente del Río Tantoán, el cual corre a lo largo del límite estatal entre San Luis Potosí y Tamaulipas. Estos cuerpos de agua y la zona federal que se configura en sus márgenes son regulados por esta Ley, por lo que en atención de la LAN, el Proyecto no afectará a estos cuerpos de agua ni a las zonas federales, las áreas que no serán ocupadas por el Proyecto suman 34.7 ha y su delimitación se presenta en la figura III.3.

La vinculación del Proyecto con respecto al aprovechamiento de aguas nacionales y la descarga de agua residual se presenta en la tabla III.10.

Tabla III.10 Vinculación del Proyecto con la Ley de Aguas Nacionales.

Ley de Aguas Nacionales	Vinculación con el Proyecto
<p>Artículo 119. Señala que para daños ocasionados, la Autoridad del Agua sancionará conforme a lo previsto por esta Ley, lo siguiente:</p> <p>I. Descargar en forma permanente, intermitente o fortuita aguas residuales en contravención a lo dispuesto en la Ley en cuerpos receptores que sean bienes nacionales, incluyendo aguas marinas, así como cuando se infiltren en terrenos que sean bienes nacionales o en otros terrenos cuando puedan contaminar el subsuelo o el acuífero;</p> <p>XIV. Arrojar o depositar cualquier contaminante, en contravención a las disposiciones legales, en ríos, cauces, vasos, lagos, lagunas, esteros, aguas marinas y demás depósitos o corrientes de agua, o infiltrar materiales y sustancias que contaminen las aguas del subsuelo;</p> <p>XVII. Ocasionar daños ambientales considerables o que generen desequilibrios, en materia de recursos hídricos de conformidad con disposiciones en la materia;</p>	<p>No se tiene previsto descargar aguas residuales, el manejo del agua residual que se genere en las diferentes etapas del Proyecto será el siguiente: en la etapa de construcción se contratarán sanitarios portátiles; la empresa que se contrate retirará el agua residual sanitaria y le dará el tratamiento como lo indica el marco jurídico en la materia. En la etapa de operación se construirá un sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas que se generen en las instalaciones (oficinas y talleres), dicho sistema cumplirá con las Normas Oficiales aplicables. Asimismo, se tomar las medidas de protección para no afectar a los cuerpo de agua (por ejemplo la construcción de canaletas)</p>

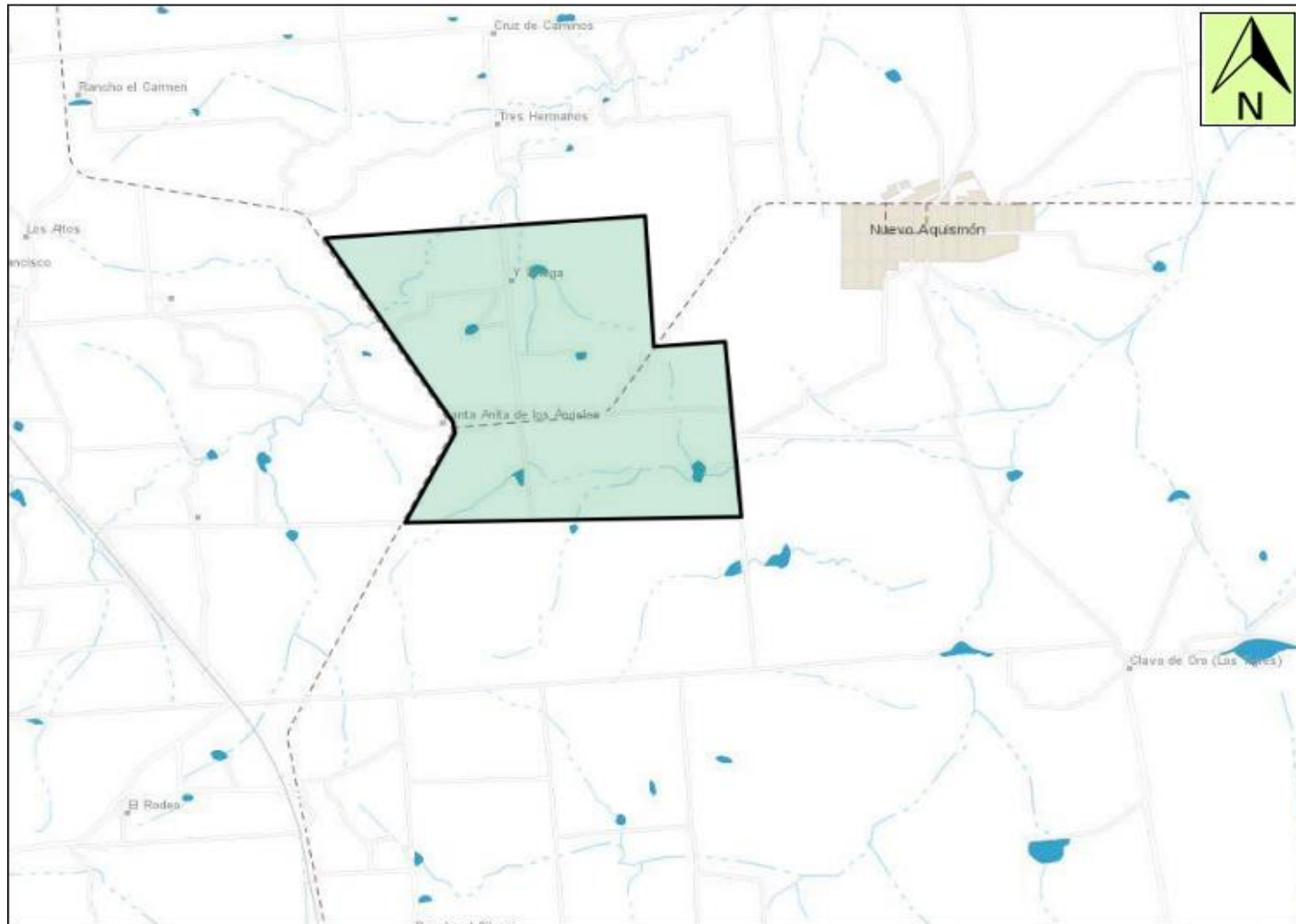


Figura III.2 Hidrología superficial, localización de cuerpos de agua dentro del predio del Proyecto Tamuín 1
Fuente CONAGUA

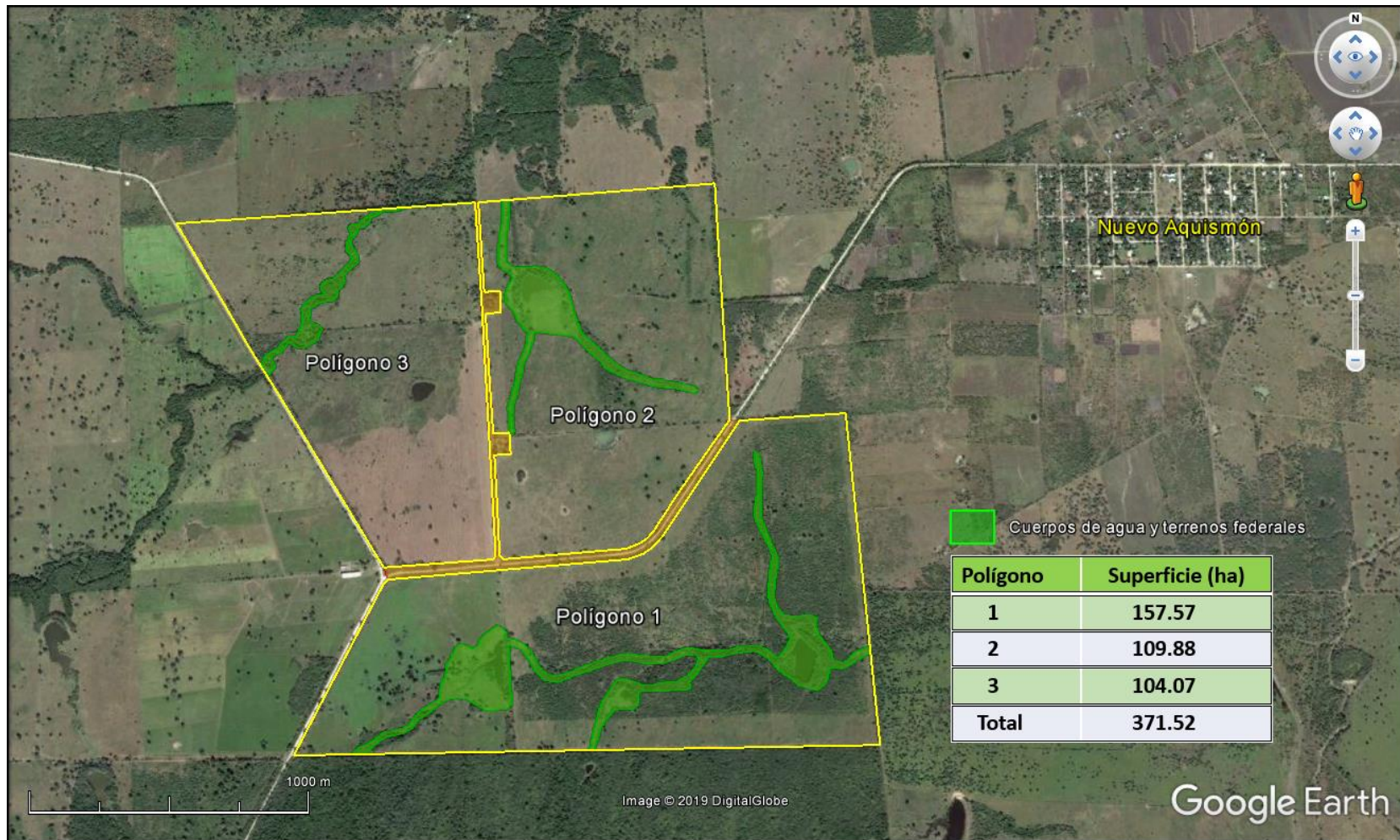


Figura III.3 Cuerpos de agua y zonas federales que no serán ocupados por el Proyecto Tamuín 1

El proyecto Tamuín 1, no contraviene esta Ley ya que en ninguna de sus etapas se utilizarán aguas nacionales, ni habrá descarga de agua residual. El agua requerida para la construcción y operación será suministrada por pipas y siempre será adquirida en lugares autorizados. En la etapa de construcción se contratarán sanitarios portátiles; la empresa que se contrate retirará el agua residual sanitaria, por lo que no habrá descarga de agua residual, y le dará el tratamiento como lo indica el marco jurídico en la materia. En la etapa de operación se construirá un sistema para el tratamiento de aguas residuales domésticas que se generen en las instalaciones (oficinas y talleres), dicho sistema cumplirá con las Normas Oficiales aplicables. Asimismo, se tomar las medidas de protección para no afectar a los cuerpos de agua (por ejemplo la construcción de canaletas)

III.4.2.8 Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales

Este Reglamento se publicó en el DOF el 12 de enero de 1994, en la tabla III.11 se refieren los artículos de este Reglamento vinculados al proyecto Tamuín 1 y el cumplimiento que se dará.

Tabla III.11 Cumplimiento del proyecto con el Reglamento de la LAN.

Reglamento de la LAN	Cumplimiento del Proyecto
<p>Artículo 135. Las personas físicas o morales que efectúen descargas de aguas residuales a los cuerpos receptores a que se refiere la "Ley", deberán:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Contar con el permiso de descarga de aguas residuales que les expida "La Comisión", o en su caso, presentar el aviso respectivo a que se refiere la "Ley" y este Reglamento; • Tratar las aguas residuales previamente a su vertido a los cuerpos receptores, cuando esto sea necesario para cumplir con las obligaciones establecidas en el permiso de descarga correspondiente; • Cubrir, cuando proceda, el derecho federal por el uso o aprovechamiento de bienes del dominio público de la Nación como cuerpos receptores de las descargas de aguas residuales; entre otras condicionantes. 	<p>El Proyecto no tiene previsto la descarga de aguas residuales. El manejo del agua residual que se genere en las diferentes etapas del Proyecto será el siguiente: en la etapa de construcción se contratarán sanitarios portátiles; la empresa que se contrate retirará el agua residual sanitaria y le dará el tratamiento como lo indica el marco jurídico en la materia. En la etapa de operación se construirá un sistema para el tratamiento de aguas residuales domésticas que se generen en las instalaciones (oficinas y talleres), dicho sistema cumplirá con las Normas Oficiales aplicables. Asimismo, se tomar las medidas de protección para no afectar a los cuerpos de agua (por ejemplo la construcción de canaletas).</p>

III.4.2.9 Acuífero Tamuín (2419)

El sitio del proyecto coincide con el área del Acuífero Tamuín, clave 2419, el cual se ubica en la parte centro oriente del Estado de San Luis Potosí, cubre una superficie aproximada de 5,080 km². Abarca totalmente los municipios de Ébano, San Antonio, San Martín Chalchicuautla, San Vicente Tancuayalab, Tampacán, Tampamolón Corona, Tamuín y Tanquián de Escobedo, y abarca parcialmente los municipios de Axtla de Terrazas, Ciudad Valles, Coxcatlán, Huehuetlán, Matlapa, Tamazunchale, Tancanhuitz de Santos y Tanlajás. Administrativamente pertenece a la Región Hidrológico-Administrativa Golfo Norte. El acuífero Tamuín, queda comprendido en la Región Hidrológica 26 Pánuco, que es una de las corrientes más importantes de la República Mexicana, ocupa el cuarto lugar en superficie y el quinto en lo que se refiere a volúmenes escurridos. El acuífero Tamuín, abarca sólo un 5.77% de la Región Hidrológica 26 Pánuco como se aprecia en la figura III.4.

La disponibilidad media anual de agua subterránea del acuífero Tamuín, fue determinada por la autoridad conforme al método establecido en la "NORMA Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2000, Conservación del recurso agua-Que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales", publicada en el DOF el 17 de abril de 2002, aplicando la expresión:

$$\begin{array}{r} \text{Disponibilidad media} \\ \text{anual de agua} \\ \text{subterránea} \end{array} = \begin{array}{r} \text{Recarga total} \\ \text{media anual} \end{array} - \begin{array}{r} \text{Descarga natural} \\ \text{comprometida} \end{array} - \begin{array}{r} \text{Volumen concesionado e inscrito} \\ \text{en el Registro Público de} \\ \text{Derechos de Agua} \end{array}$$

Así, la disponibilidad media anual de las aguas subterráneas en el acuífero Tamuín se determinó considerando una recarga total media anual de 370.1 millones de m³, una descarga natural comprometida de 290.2 millones de m³ y el volumen concesionado e inscrito en el Registro Público de Derechos de Agua al 30 de junio de 2014, de 6.22 millones de m³ anuales. La disponibilidad media anual de agua subterránea que resulta es de 73.67 millones de m³.

Aunque en el acuífero Tamuín existe disponibilidad para otorgar concesiones o asignaciones; el acuífero está sujeto a uso y aprovechamiento controlado para lograr la sustentabilidad y prevenir la sobreexplotación del acuífero, por lo que se encuentra sujeto a las disposiciones de los instrumentos jurídicos referidos en el Noveno Considerando del Acuerdo por el que se da a conocer el resultado de los estudios técnicos de las aguas nacionales subterráneas del Acuífero Tamuín.

El Proyecto Tamuín 1 no requerirá de alguna concesión de este Acuífero para su operación, el agua requerida para la limpieza de los paneles será adquirida con una empresa especializada y para la oficina será suministrada por pipas. Por lo anterior el Proyecto no afectará a este cuerpo de agua.



Figura III.4 Localización del proyecto Tamuín 1, en el acuífero Tamuín (2419) y en la Región Hidrológica 26 Panuco

III.4.2.10 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable se publicó en el DOF el 5 de junio de 2018. En el artículo 93 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 ... los cuales demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga, y que la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal”.

El Proyecto Tamuín 1 se desarrollará en terrenos de uso pecuario en los cuales no existe vegetación forestal, por lo que no habrá remoción de ésta y en consecuencia no se requiere de una autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales. En la figura III.3 se muestran las áreas que no serán intervenidas en la ribera de los cuerpos de agua que se encuentran en el sitio del Proyecto, por lo que conservarán la vegetación arbórea.

III.4.2.11 Ley Federal de Responsabilidad Ambiental

Esta Ley fue publicada en el DOF el 7 de junio de 2013 y regula la responsabilidad ambiental que nace de los daños ocasionados al ambiente, así como la reparación y compensación de dichos daños cuando sea exigible a través de los procesos judiciales federales previstos por el artículo 17 constitucional, los mecanismos alternativos de solución de controversias, los procedimientos administrativos y aquellos que correspondan a la comisión de delitos contra el ambiente y la gestión ambiental.

En el artículo 6º se establece que no se considerará que existe daño al ambiente cuando los menoscabos, pérdidas, afectaciones, modificaciones o deterioros no sean adversos en virtud de:

I. Haber sido expresamente manifestados por el responsable y explícitamente identificados, delimitados en su alcance, evaluados, mitigados y compensados mediante condicionantes, y autorizados por la Secretaría, previamente a la realización de la conducta que los origina, mediante la evaluación del impacto ambiental o su informe preventivo, la autorización de cambio de uso de suelo forestal o algún otro tipo de autorización análoga expedida por la Secretaría; o de que,

No rebasen los límites previstos por las disposiciones que en su caso prevean las Leyes ambientales o las normas oficiales mexicanas.

En atención de este artículo se presenta la MIA del Proyecto Tamuín 1 en la cual se manifiestan los impactos al ambiente que se presentarán en las diferentes etapas del Proyecto. Asimismo, el Proyecto cumplirá con los límites y condicionantes establecidos en las normas oficiales mexicanas aplicables.

III.4.2.12 Áreas Naturales Protegidas

De acuerdo con la LGEEPA, las Áreas Naturales Protegidas (ANP) son las zonas del territorio nacional y aquéllas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas y están sujetas al régimen previsto en esa ley. El sitio del Proyecto no incide con ninguna ANP. La Sierra del Abra Tanchipa es el ANP más cercana al Proyecto, se ubica a aproximadamente a 5.5 Km al Oeste del sitio, en la región Noreste y Sierra Madre Oriental en el estado de San Luis Potosí, en los municipios de Tamuín y Ciudad Valles; es de nivel federal, con categoría Reserva de la Biósfera, tiene una superficie de 21,464 ha, su decreto de creación se publicó en el DOF el 6 de junio de 1994, cuenta con Programa de Manejo, el cual se emitió el 31 de octubre de 2013. La localización de esta ANP se presenta en la Figura III.5.

El ANP El Bosque Adolfo Roque Bautista, se localiza a más de 20 km al Sur del sitio del Proyecto, en el municipio Tamuín. Tiene una superficie 30.352 ha, se declaró ANP bajo la modalidad de Parque Estatal, mediante el decreto publicado en el Periódico Oficial del Gobierno de San Luis Potosí el 15 de marzo de 2001.

Estas ANP no se verán afectadas por la construcción, operación y desmantelamiento del Proyecto Tamuín 1. En la figura III.5 se muestra la ubicación de estas ANP con respecto al sitio donde pretende desarrollarse el Proyecto.



Figura III.5 Localización del Proyecto Tamuín 1 respecto de las ANP federal y estatal

III.4.2.13 Normas Oficiales Mexicanas

Las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) son regulaciones técnicas de observancia obligatoria expedidas por las Dependencias de la Administración Pública Federal que establecen reglas, especificaciones, atributos, directrices, características o prescripciones aplicables a un producto, proceso, instalación, sistema, actividad, servicio o método de producción u operación, así como aquellas relativas a terminología, simbología, embalaje, marcado o etiquetado y las que se refieran a su cumplimiento o aplicación.

Las NOM vigentes del Sector Ambiental se clasifican en las siguientes materias: Agua, Contaminación por Ruido, Emisiones de Fuentes Fijas, Emisiones de Fuentes Móviles, Impacto Ambiental, Lodos y Biosólidos, Medición de Concentraciones, Metodologías, Protección de Flora y Fauna, Residuos y Suelos, Forestales.

La NOMs relacionadas con las diferentes actividades de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento del Proyecto Tamuín 1 se indican a continuación.

III.4.2.13.1 Flora y fauna silvestre

En la tabla III. 12 se presenta el análisis de la NOM-059-SEMARNAT-2010, respecto de las obras y actividades que se ejecutarán en la preparación del sitio/construcción y operación del Proyecto Tamuín 1.

Tabla III.12 Vinculación Proyecto Tamuín 1 con la NOM-059-SEMARNAT-2010

NOM-059-SEMARNAT-2010	Vinculación
<p>NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental de 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.</p>	<p>En el capítulo IV de esta MIA-Regional se presentan los resultados del estudio de la biota en el sitio del Proyecto y en el SAR. En el sitio no se detectaron especies protegidas por esta NOM, pero si en el SAR. Se preparará e implementará un Programa de Rescate y Reubicación de especies de flora y fauna, previo a la construcción, el cual permitirá rescatar y reubicar individuos de especies de flora fauna que se localicen en el predio. Además se contempla el monitoreo de estas medidas para verificar su efectividad. El Programa se preparará conforme se establece en el Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre. Asimismo mediante cursos de capacitación se sensibilizará a los trabajadores para que respeten a los individuos de flora y fauna que encuentren al realizar sus actividades.</p>

III.4.2.13.2 Aire: Emisiones de Fuentes Móviles

A continuación se presenta la vinculación del Proyecto Tamuín 1 con las NOM que regulan la emisión a la atmósfera de vehículos automotores.

NOM-041-SEMARNAT-2015 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.

Esta NOM es de observancia obligatoria para el propietario, o legal poseedor de los vehículos automotores que circulan en el país o sean importados definitivamente al mismo, que usan gasolina como combustible, así como para los responsables de los Centros de Verificación, y en su caso Unidades de Verificación Vehicular, a excepción de vehículos con peso bruto vehicular menor de 400 kg (kilogramos), motocicletas, tractores agrícolas, maquinaria dedicada a las industrias de la construcción y de la minería.

El apartado 4.2.1 de esta norma establece los límites máximos permitidos de emisiones de hidrocarburos, monóxido de carbono, oxígeno, óxidos de nitrógeno, límites mínimos y máximos de dilución provenientes del escape; así como el valor del Factor Lambda de vehículos en circulación que usan gasolina como combustible, en función del método de prueba dinámica y el año modelo. A continuación se reproduce la Tabla 1 establecida en la NOM de referencia.

TABLA 1. Límites Máximos Permisibles de Emisión del Método Dinámico

Año - modelo vehicular	Hidrocarburos (HC hppm)	Monóxido de Carbono (CO % vol.)	Oxígeno (O ₂ % vol.)	Óxidos de Nitrógeno (NO _x ppm)	Dilución (CO + CO ₂ % vol.)		Factor Lambda Máx.
					Mín.	Máx.	
1990 y anteriores	350	2,5	2,0	2 500	13	16,5	1,05
1991 y posteriores	100	1,0	2,0	1 500	13	16,5	1,05

Nota de equivalencias: 1.- ppm o hppm ($\mu\text{mol/mol}$) y 2.- % vol. (cmol/mol).

El apartado 4.2.2 de esta norma establece los límites máximos permitidos de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, oxígeno, los límites mínimos y máximos de dilución provenientes del escape de los vehículos en circulación que usan gasolina como combustible, en función del método de prueba estática y del año-modelo. A continuación se reproduce la Tabla 2 citada en la NOM de referencia.

TABLA 2.- Límites Máximos Permisibles de Emisión del Método Estático

Año modelo vehicular	Hidrocarburos (HC hppm)	Monóxido de Carbono (CO % vol.)	Oxígeno (O ₂ % vol.)	Dilución (CO + CO ₂ % vol.)		Factor Lambda Máx.
				Mín.	Máx.	
1993 y anteriores	400	3,0	2,0	13	16,5	1,05
1994 y posteriores	100	1,0	2,0	13	16,5	1,05

Se preparará y aplicará un programa de mantenimiento periódico y de verificación para los vehículos automotores que usen gasolina y que se utilicen en las actividades de preparación del sitio, construcción y operación del Proyecto con la finalidad de que estén en condiciones

mecánicas adecuadas para cumplir con esta NOM. Este Programa será parte del Programa de Vigilancia Ambiental que se instrumentará para garantizar el cumplimiento del marco normativo ambiental en todas las etapas del Proyecto.

NOM-045-SEMARNAT-2006, Protección ambiental.- Vehículos en circulación que usan diésel como combustible.- Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.

Esta NOM establece los límites máximos permisibles de coeficiente de absorción de luz y el porcentaje de opacidad, provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan diésel como combustible, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.

Su cumplimiento es obligatorio para los propietarios o legales poseedores de los citados vehículos, unidades de verificación y autoridades competentes. Se excluyen de la aplicación de la presente Norma, la maquinaria equipada con motores a diésel empleada en las actividades agrícolas, de la construcción y de la minería. El apartado 4.1 fija los límites máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de los vehículos automotores en circulación equipados con motor a diésel, en función del año-modelo del vehículo y cuyo peso bruto vehicular sea de hasta 3 856 kg, en la tabla siguiente se indican dichos límites.

Año-modelo del vehículo	Coefficiente de absorción de luz (m-1)	Por ciento de opacidad (%)*
2003 y anteriores	2.5	65.87
2004 y posteriores	2.0	57.68

El apartado 4.2 fija los límites máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de los vehículos automotores en circulación equipados con motor a diésel, en función del año-modelo del vehículo y con peso bruto vehicular mayor a 3 857 kilogramos, en la tabla siguiente se indican dichos límites.

Año-modelo del vehículo	Coefficiente de absorción de luz (m-1)	Por ciento de opacidad (%)*
1990 y anteriores	3.0	72.47
1991 y posteriores	2.5	65.87

Se preparará y aplicará un programa de mantenimiento periódico y de verificación para los vehículos automotores que usen diésel y que sean utilizados en las actividades de preparación del sitio, construcción y operación del Proyecto, con la finalidad de que estén en condiciones mecánicas adecuadas para cumplir con esta NOM. Este Programa será parte del Programa de Vigilancia Ambiental que se instrumentará para garantizar el cumplimiento del marco normativo ambiental en todas las etapas del Proyecto.

III.4.2.13.3 Ruido

En la tabla III.13 se presenta la vinculación del Proyecto Tamuin 1 con la NOM-080-SEMARNAT-1994 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.

Tabla III.13 Vinculación del proyecto Tamuín 1 con la NOM-080-SEMARNAT-1994

NOM-080-SEMARNAT-1994	Vinculación								
<p>La presente norma oficial mexicana se aplica a vehículos automotores de acuerdo a su peso bruto vehicular, y motocicletas y triciclos motorizados que circulan por las vías de comunicación terrestre, exceptuando los tractores para uso agrícola, trascabos, aplanadoras y maquinaria pesada para la construcción y los que transitan por riel</p> <p>5.9 Los límites máximos permisibles de emisión de ruido para los vehículos automotores son:</p> <p>5.9.1 Los límites máximos permisibles de los automóviles, camionetas, camiones y tractocamiones son expresados en dB(A) de acuerdo a su peso bruto vehicular y son mostrados en la Tabla 1.</p> <p>Tabla 1. NOM-080-SEMARNAT-199</p> <table border="1" data-bbox="256 842 906 1010"> <thead> <tr> <th data-bbox="256 842 618 919">Peso bruto vehicular (Kg)</th> <th data-bbox="618 842 906 919">Limites máximos permisibles dB(A)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="256 919 618 947">Hasta 3,000</td> <td data-bbox="618 919 906 947">86</td> </tr> <tr> <td data-bbox="256 947 618 974">Más de 3,000 y hasta 10,000</td> <td data-bbox="618 947 906 974">92</td> </tr> <tr> <td data-bbox="256 974 618 1010">Más de 10,000</td> <td data-bbox="618 974 906 1010">99</td> </tr> </tbody> </table>	Peso bruto vehicular (Kg)	Limites máximos permisibles dB(A)	Hasta 3,000	86	Más de 3,000 y hasta 10,000	92	Más de 10,000	99	<p>Se preparará y aplicará un programa de mantenimiento periódico de los vehículos automotores con el fin de que se encuentren en condiciones mecánicas adecuadas para cumplir con esta NOM. Asimismo, se realizará monitoreo periódicos para verificar que los vehículos automotores cumplen con los niveles que determina esta NOM. Estas acciones se realizarán en todas las etapas del Proyecto.</p>
Peso bruto vehicular (Kg)	Limites máximos permisibles dB(A)								
Hasta 3,000	86								
Más de 3,000 y hasta 10,000	92								
Más de 10,000	99								

III.4.2.13.4 Normas Oficiales Mexicanas en materia de Prevención y Gestión Integral de los Residuos

- NOM- 052-SEMARNAT-2005, Que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un 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-2005.
- NOM-161-SEMARNAT-2011, Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo.

Todos los residuos que se generen en las diferentes fases del Proyecto serán tratados conforme lo establece el marco normativo en esta materia. Se preparará un Programa de Manejo Integral, en el cual se especificará el manejo para cada tipo de residuo y se establecerá la infraestructura necesaria para su manejo: se construirá un almacén para el manejo temporal de los residuos; se instalarán recipientes para la recolección de los residuos en los frentes de trabajo. La información sobre cantidades generadas, almacenamiento temporal y confinamiento o tratamiento final quedará registrada en bitácoras.

III.4.2.13.5 Normas Oficiales Mexicanas en materia Seguridad e Higiene Industrial

- NOM-001-STPS-1999, Edificios, locales, instalaciones y áreas de los centros de trabajo- Condiciones de seguridad e higiene.
- NOM-002-STPS-2000, Condiciones de seguridad-Prevención, protección y combate de incendios en los centros de trabajo.
- NOM-004-STPS-1999, Sistemas de protección y dispositivos de seguridad de la maquinaria y equipo que se utilice en los centros de trabajo.
- NOM-017-STPS-2001, Equipo de protección personal-Selección, uso y manejo en los centros de trabajo.
- NOM-021-STPS-1993, Relativa a los requerimientos y características de los informes de los riesgos de trabajo que ocurran, para integrar las estadísticas.
- NOM-022-STPS-1999, Electricidad estática en los centros de trabajo- Condiciones de seguridad e higiene.
- NOM-025-STPS-1999, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo
- NOM-027-STPS-2000, Soldadura y corte. Condiciones de seguridad e higiene.
- NOM-100-STPS-1994, Seguridad- Extintores contra incendio a base de polvo químico seco con presión contenida-Especificaciones.

Las normas en materia Seguridad e Higiene Industrial, se utilizarán para garantizar las condiciones mínimas de seguridad e higiene en las instalaciones del Proyecto. Dentro de las cuales se tendrá el cumplimiento en relación con la implementación de un Plan de Protección Contra Incendios para el cumplimiento de la norma aplicable en todas las áreas de trabajo sujetas a riesgo de incendio. El Proyecto cumplirá con lo establecido en la normatividad aplicable para dar a sus trabajadores equipo de protección personal, así como para garantizar la identificación y comunicación. En cuestiones de soldadura y corte, el desarrollo del Proyecto cumplirá con lo establecido en la normativa así como lo relacionado con extintores a base de polvo químico seco con presión contenida los cuales seguirán la norma que se señala.

III.4.3 Otros Instrumentos

III.4.3.1 Sitios Prioritarios para la Conservación de la Biodiversidad Terrestre

La CONABIO y la CONANP, en colaboración con numerosas instituciones y especialistas, conformaron un grupo de trabajo que preparó un estudio para orientar la política nacional de conservación de la biodiversidad. Como resultado se identificaron sitios prioritarios que por sus características son importantes para la conservación de la biodiversidad terrestre. La identificación de los sitios prioritarios se hizo con base en variables biológicas para las que se definieron metas de conservación y factores de presión que amenazan a la biodiversidad. Las metas de conservación deseada fueron expresadas en porcentaje de la superficie del objeto de conservación en relación con la extensión del territorio nacional. Los valores de metas se asignaron a las especies (vertebrados terrestres y plantas) con base en criterios de rareza, endemismo, estado de riesgo de extinción y presión por comercio internacional. Se

consideraron los tipos de vegetación en estado crítico, áreas con alta riqueza de especies y concentración de especies endémicas. Fueron identificados los factores, principalmente antropogénicos, que constituyen una presión o amenaza. Asimismo a las variables relacionadas con el cambio de uso de suelo, tuvieron una mayor ponderación ya que se reconocen como la causa principal de pérdida de biodiversidad.

El sitio donde pretende desarrollarse el Proyecto Tamuín 1, no incide con ningún sitio Prioritario para la conservación de la Biodiversidad Terrestre como se aprecia en la figura III.6, cabe señalar que el sitio más cercano se localiza aproximadamente a 30 km hacia el oeste del sitio en el municipio de Ciudad Valles. No obstante, se preparará e implementará un Programa de Rescate y Reubicación de especies de flora y fauna, previo a la construcción, el cual permitirá rescatar y reubicar individuos de especies de flora fauna que se localicen en el sitio. Además se tiene previsto realizar el monitoreo de estas medidas para verificar su efectividad. El Programa se preparará conforme se establece en el Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre.

Asimismo, mediante cursos de capacitación se sensibilizará a los trabajadores que se contraten para que respeten a los individuos de flora y fauna con los que interactúen al realizar sus actividades.

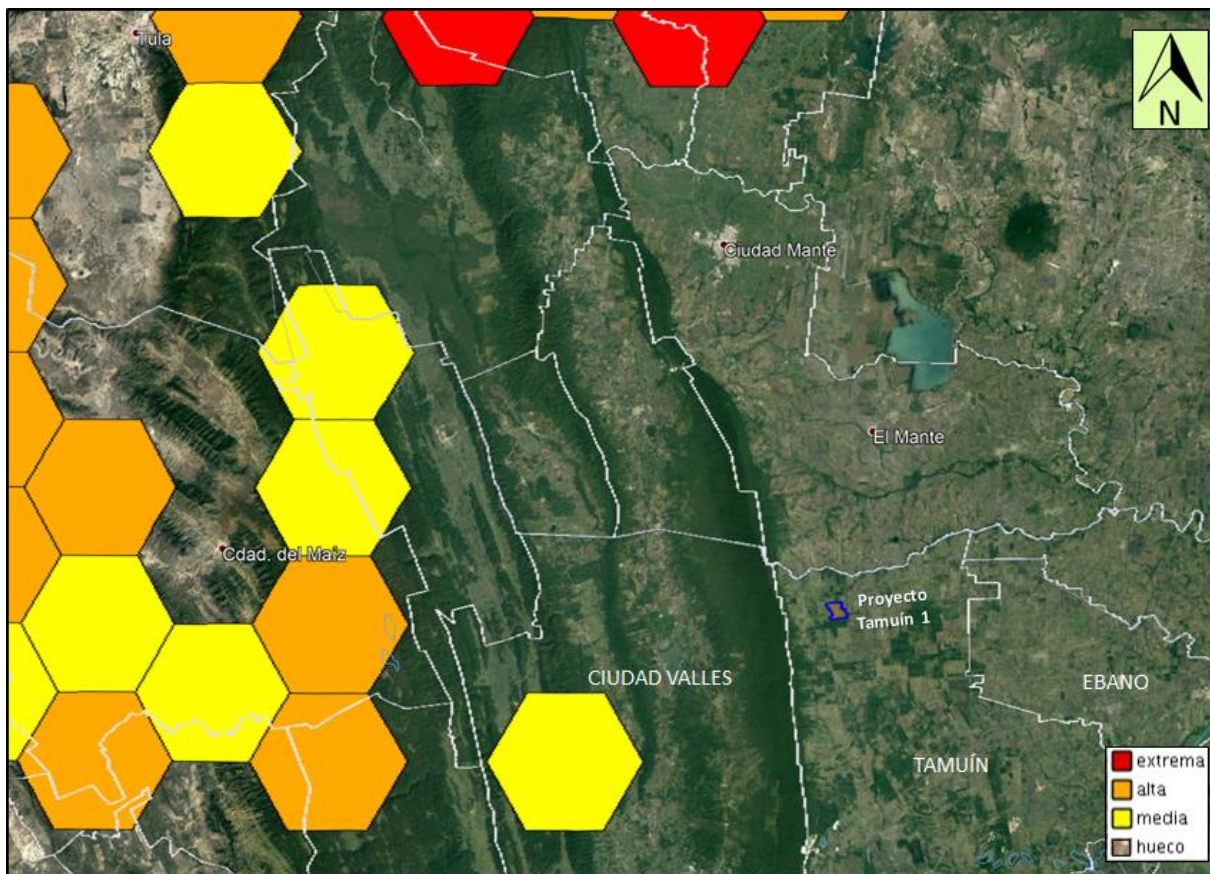


Figura III.6 Ubicación del sitio del Proyecto con respecto a los Sitios Prioritarios Terrestres para la Conservación de la Biodiversidad Terrestre.

III.4.3.2 Regiones Prioritarias para la Conservación establecidas por CONABIO

El Programa Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad de la CONABIO se orienta a la detección de áreas, cuyas características físicas y bióticas favorezcan condiciones particularmente importantes desde el punto de vista de la biodiversidad. A continuación se hace referencia a las regiones de interés con las que coincide el sitio del proyecto.

III.4.3.2.1 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA)

El programa de las AICA tiene el propósito de crear una red regional de áreas importantes para la conservación de las aves en el territorio mexicano. Con la participación de especialistas se identificaron 193 AICA en el territorio mexicano. En el municipio de Tamuín no se presenta ninguna, la más cercana es el AICA Sierra del Abra-Tanchipa, la cual se encuentra a 6 km al Oeste del sitio donde se pretende ubicar el Proyecto Tamuín 1, lo cual se ilustra en la figura III.7.

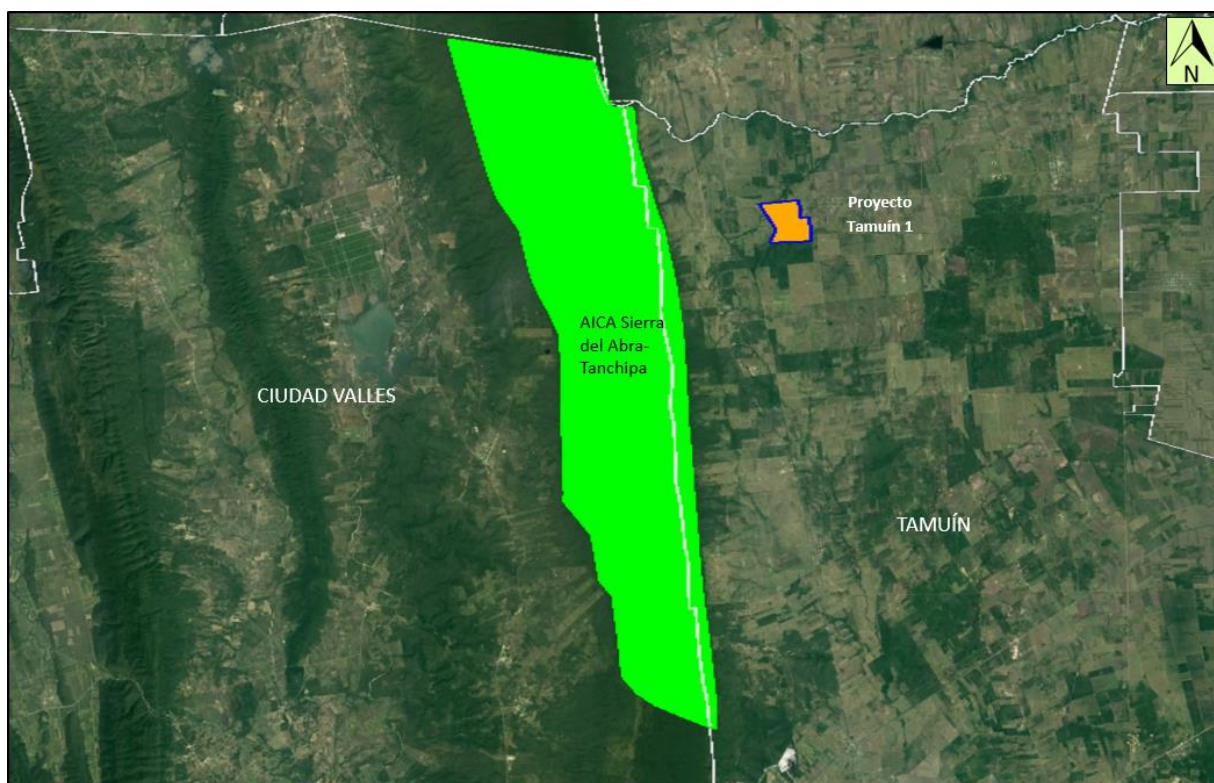


Figura III.7 Ubicación del Proyecto Tamuín 1 con el AICA Sierra del Abra-Tanchipa

III.4.3.2.2 Regiones Prioritarias Terrestres (RPT)

Las RPT son unidades estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destacan por la presencia de una riqueza ecosistémica y específica comparativamente mayor que en el resto del país, así como una integridad ecológica funcional significativa y donde, además, se tiene una oportunidad real de conservación. El sitio del Proyecto no incide con ninguna RTP, la más cercana es la RTP-96 Sierra del Abra-Tanchipa que se localiza aproximadamente a 7 km del sitio del Proyecto, lo cual se muestra en la figura III.8.

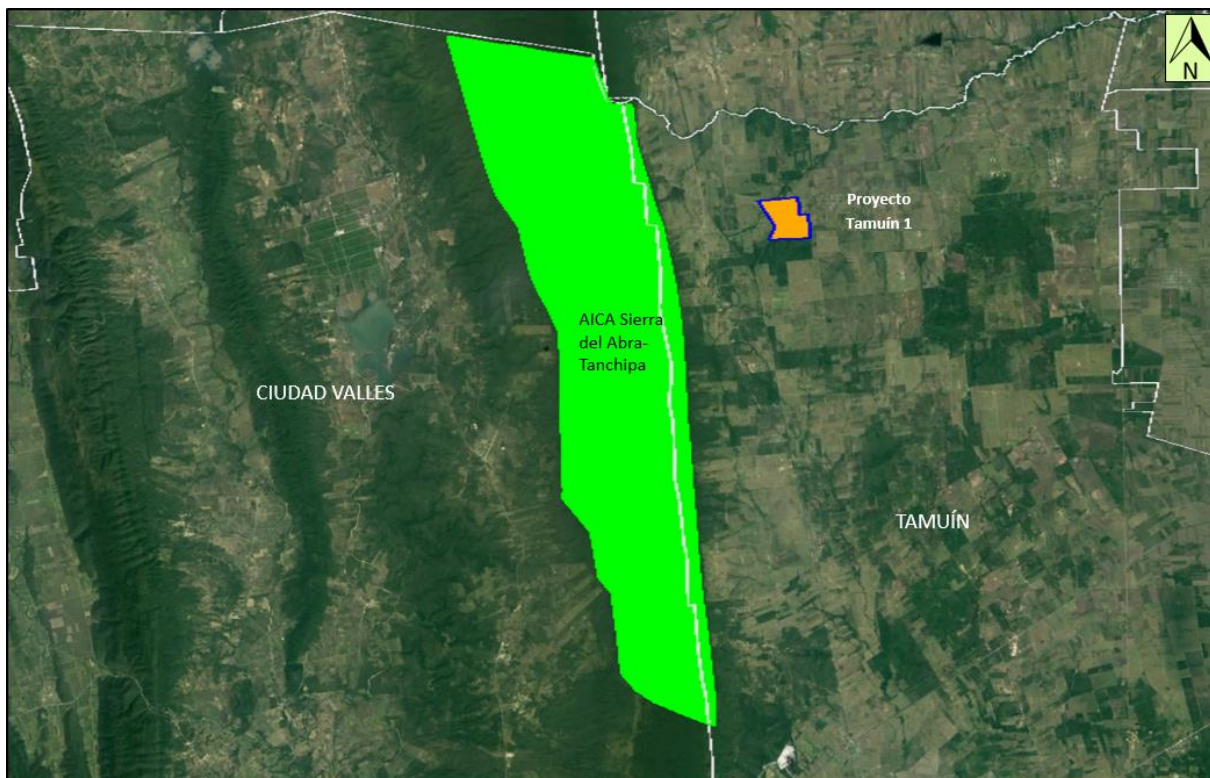


Figura III.8 Ubicación del Proyecto Tamuín 1 con la RTP Sierra del Abra-Tanchipa

III.4.3.2.3 Regiones Hidrológicas Prioritarias

Enmarcado en el Programa de Regiones Prioritarias Marinas y Limnológicas de México, la CONABIO desarrolló un marco de referencia para contribuir a la conservación y manejo sostenido de los ambientes oceánico, costero y de aguas epicontinentales, tomando en consideración los sitios de mayor biodiversidad y de uso actual y potencial en el país.

El sitio del Proyecto se localiza en la RHP-72, Río Tamesí, la cual se distribuye en varios municipios de los estados de Tamaulipas y San Luis Potosí, tiene una extensión de 15 735.2 km². En la figura III.9 se muestra la ubicación del sitio del Proyecto respecto de esta RHP. Los principales problemas que presenta esta área es la deforestación con la modificación del

entorno por la tala no planeada e inmoderada, extracción excesiva de agua para su uso en el riego agrícola, acuicultura y abastecimiento urbano e industrial lo que origina la sobreexplotación del manto freático. La actividad económica principal que se presenta en esta RHP-72 es la agricultura de riego y de temporal, ganadería y termoeléctrica. El Proyecto no acrecentará los problemas ambientales de esta Región ya que no requiere de grandes cantidades de agua, durante la construcción el agua será abastecida por medio de pipas por el que no se verá afectado este recurso y el agua requerida para el lavado de los paneles durante la operación del proyecto se adquirirá de casas comerciales. En ambas etapas, el agua potable para consumo humano se obtendrá de empresas. Es importante señalar que se aplicarán medidas para evitar la contaminación de los cuerpos de agua presentes en el sitio por aguas residuales domésticas e industriales, también los residuos sólidos que pudieran ser generados por el Proyecto será controlados a través de programas para el manejo de residuos con lo cual se prevendrá la contaminación de cuerpos de agua y del suelo.

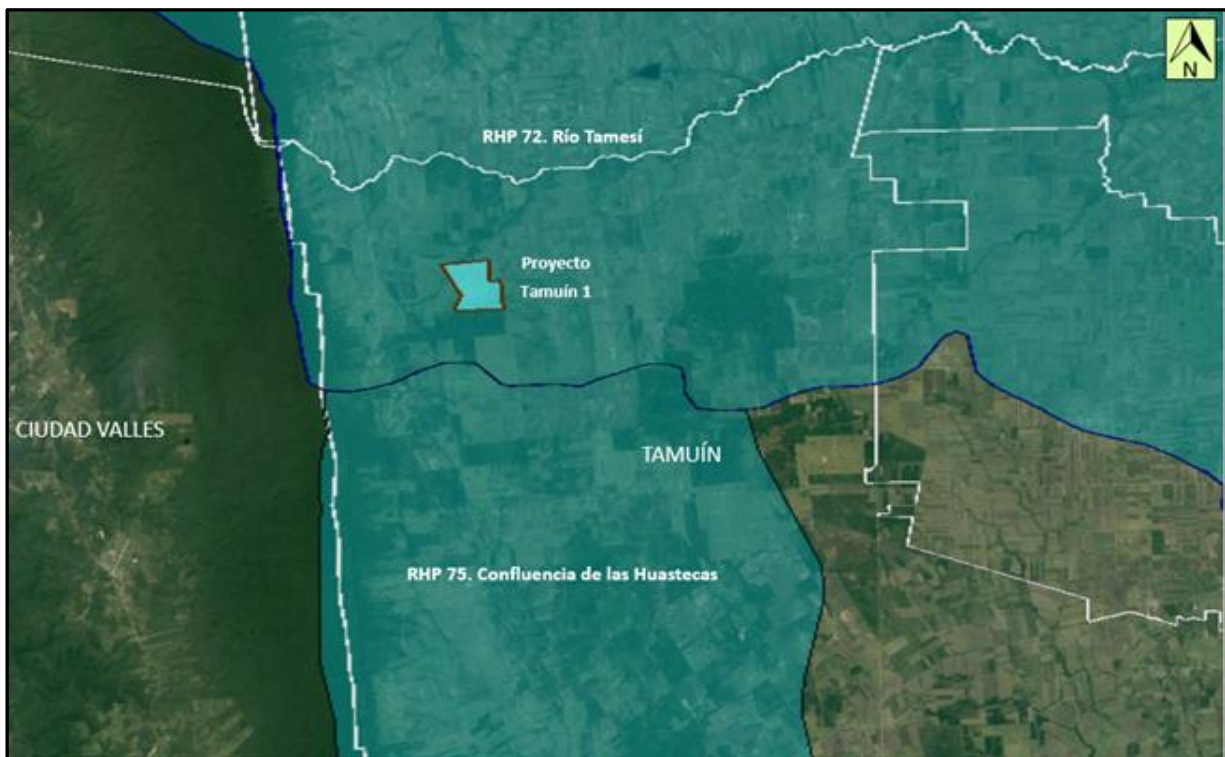


Figura III.9 Ubicación el Proyecto Tamuín 1 en relación con la RHP 72

III.4.3.3 Leyes estatales Bandos, Leyes y Reglamentos municipales.

El estado de San Luis Potosí cuenta con la siguiente reglamentación donde se especifica o describen las regulaciones de las actividades para la Protección del Medio Ambiente y el Equilibrio Ecológico de su territorio. El Proyecto Tamuín 1, cumplirá en todas sus etapas (preparación del sitio/construcción y operación) con lo señalado en esta legislación.

III.4.3.3.1 Leyes estatales

Ley Ambiental del Estado de San Luis Potosí. Tiene por objeto propiciar el desarrollo sustentable, la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como regular las acciones tendientes a proteger el ambiente en el estado de San Luis Potosí.

Ley de Aguas para el Estado de San Luis Potosí. Tiene por objeto regular la planeación, gestión, conservación y preservación de las aguas de jurisdicción estatal, para lograr un desarrollo sustentable y establecer las bases generales para que los municipios presten el servicio público de agua potable, drenaje, alcantarillado, tratamiento y disposición de aguas residuales.

Ley de Cambio Climático para el Estado de San Luis Potosí. Tiene por objeto promover la protección del medio ambiente, el desarrollo sustentable, y el derecho a un medio ambiente sano, a través de la mitigación de emisiones, y reducir las emisiones a través de políticas y programas, que fomenten la transición a una economía sustentable, competitiva y de bajas emisiones en carbono, incluyendo instrumentos de mercado, incentivos y otras alternativas que mejoren la relación costo-eficiencia de las medidas específicas de mitigación, disminuyendo sus costos económicos y promoviendo la competitividad, la transferencia de tecnología y el fomento del desarrollo tecnológico.

Ley de Fomento para el Desarrollo Forestal Sustentable del Estado de San Luis Potosí. Ley que tiene por objeto regular y fomentar la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas forestales del estado de San Luis Potosí y sus municipios, así como distribuir las competencias que en materia forestal les correspondan.

Ley de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano del Estado de San Luis Potosí. Esta Ley propiciará un crecimiento planeado, ordenado, sostenible, resiliente, equilibrado, con mayor participación social, movilidad adecuada y que atienda las necesidades primordiales de la sociedad y coloque el bienestar de las personas y los derechos humanos que rigen en esta materia.

III.4.3.3.2 Reglamentos estatales

Reglamento de la Ley Ambiental del Estado de San Luis Potosí en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental y Riesgo. El presente ordenamiento es de observancia general en el territorio del Estado de San Luis Potosí y tiene por objeto reglamentar las disposiciones de la ley Ambiental del Estado de San Luis Potosí en materia de impacto ambiental y riesgo ambiental.

Reglamento de la Ley Ambiental del Estado de San Luis Potosí en Materia de Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica. Precisa los criterios ambientales para la prevención y control de la contaminación de la atmósfera establecidos en la Ley Ambiental del Estado de San Luis Potosí. Establece la clasificación de áreas o zonas atmosféricas, de acuerdo a su

capacidad de asimilación o dilución a la carga de contaminantes que éstas puedan recibir, y el registro u otorgamiento de todo tipo de autorizaciones, licencias o permisos ante la autoridad competente para emitir contaminantes a la atmósfera.

Reglamento de la Ley Ambiental del Estado de San Luis Potosí en Materia de Residuos Industriales No Peligrosos. Regula la generación, el manejo y la disposición final de residuos industriales no peligrosos, con un enfoque basado en la prevención de su generación, el aprovechamiento de su valor y su gestión ambientalmente eficiente y socialmente aceptable.

III.4.3.3.3 Bandos y Reglamentos del municipio de Tamuín

Bando de Policía y Gobierno del Municipio de Tamuín, S.L.P., conservará la tranquilidad, la seguridad y moralidad públicas, sancionará las faltas e infracciones que lo contravengan, contribuyendo a la prevención de delitos, así como la reglamentación de diversas actividades y servicios de la Administración Pública Municipal. Lo establecido en este Bando será obligatorio para las autoridades municipales, los vecinos, los habitantes, los visitantes y transeúntes del municipio de Tamuín.

Reglamento de Ecología y Gestión Ambiental del Municipio de Tamuín, S.L.P. Establece lineamientos jurídicos para obtener y preservar una mejor calidad de ambiental y realizar acciones encaminadas a la protección ecológica, concretar un sistema de desarrollo ambiental integrándose una comisión de protección al ambiente , una unidad operativa y un consejo ciudadano de protección de los recursos naturales.

Reglamento del Organismo Operador del Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento del Municipio de Tamuín, S.L.P. Este ordenamiento tiene como objetivo regular la prestación de los servicios públicos de agua potable, alcantarillado y saneamiento, así como las facultades de los órganos de gobierno auxiliares y administrativas que la integran a fin de cumplir con las obligaciones que le son encomendadas al ayuntamiento en la prestación del servicio a las habitantes del municipio de Tamuín en cuanto al agua potable, alcantarillados y saneamiento.

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN.

IV.1 Delimitación y justificación del Sistema Ambiental Regional (SAR) donde pretende establecerse el Proyecto

Para la delimitación del Sistema Ambiental Regional (SAR) para el proyecto Tamuín 1, se consideraron básicamente criterios de cuencas hidrográficas. Casillas (2007) y Pineda López, *et al* (2012), establecen que las subcuencas y microcuencas son unidades territoriales con límites naturales, las primeras son entidades ideales para establecer procesos de planeación del desarrollo y la conservación del capital natural, mientras que las segundas han sido adaptadas por el hombre para promover la gestión de los recursos naturales y la atención del desarrollo. Ambas unidades son también los espacios del paisaje en donde los procesos físicos, bióticos y socioeconómicos están interrelacionados y se pueden evaluar el estado de conservación de la biodiversidad, así como identificar las amenazas para ésta. Asimismo, en enfoque de cuencas permite definir los sistemas naturales a distintos niveles jerárquicos con límites fácilmente reconocibles.

De acuerdo con Cotler (2007), el manejo de cuencas puede entenderse como un proceso de planeación, implementación y evaluación de acciones y medidas dirigidas al control de las externalidades negativas. Este control puede lograrse aplicando estrategias adecuadas para el aprovechamiento de los recursos naturales, la conservación de los ecosistemas y el control y prevención de los procesos de degradación ambiental en el ámbito de una cuenca hidrográfica, como unidad territorial. Este enfoque también busca mantener ecosistemas "saludables" capaces de proveer bienes y servicios ambientales que mejoren la calidad de vida de los habitantes de la cuenca. Para varios autores (entre otros, Cruickshank, 2003; Cotler, 2004, Maass, 2004), la cuenca hidrográfica constituye un marco apropiado para el análisis de los procesos ambientales generados como consecuencia de las decisiones en materia de uso y manejo de los recursos suelo, agua y vegetación.

Por lo anterior, para el estudio de impacto ambiental de este Proyecto, se consideró adecuado utilizar un enfoque de cuenca hidrográfica, ya que brinda la oportunidad de entender las interrelaciones entre los recursos naturales (clima-relieve-suelo-vegetación-fauna), así como la forma en que se organiza la población para apropiarse de ellos y su impacto en la calidad ambiental. Este enfoque brinda la posibilidad de evaluar y de explicar las externalidades de los diferentes usos del suelo. Asimismo, analizar la condición ambiental del SAR, con base en la regionalización por cuencas hidrográficas, permite definir los sistemas naturales a distintos niveles jerárquicos con límites fácilmente reconocibles.

El SAR del presente Proyecto corresponde a la microcuenca Nuevo Aquismón, la cual pertenece a la Región Hidrológica 26 Pánuco. Esta microcuenca se ilustra en la figura IV.1, se ubica en el municipio de Tamuín y tiene una superficie de 9 896.33 ha.

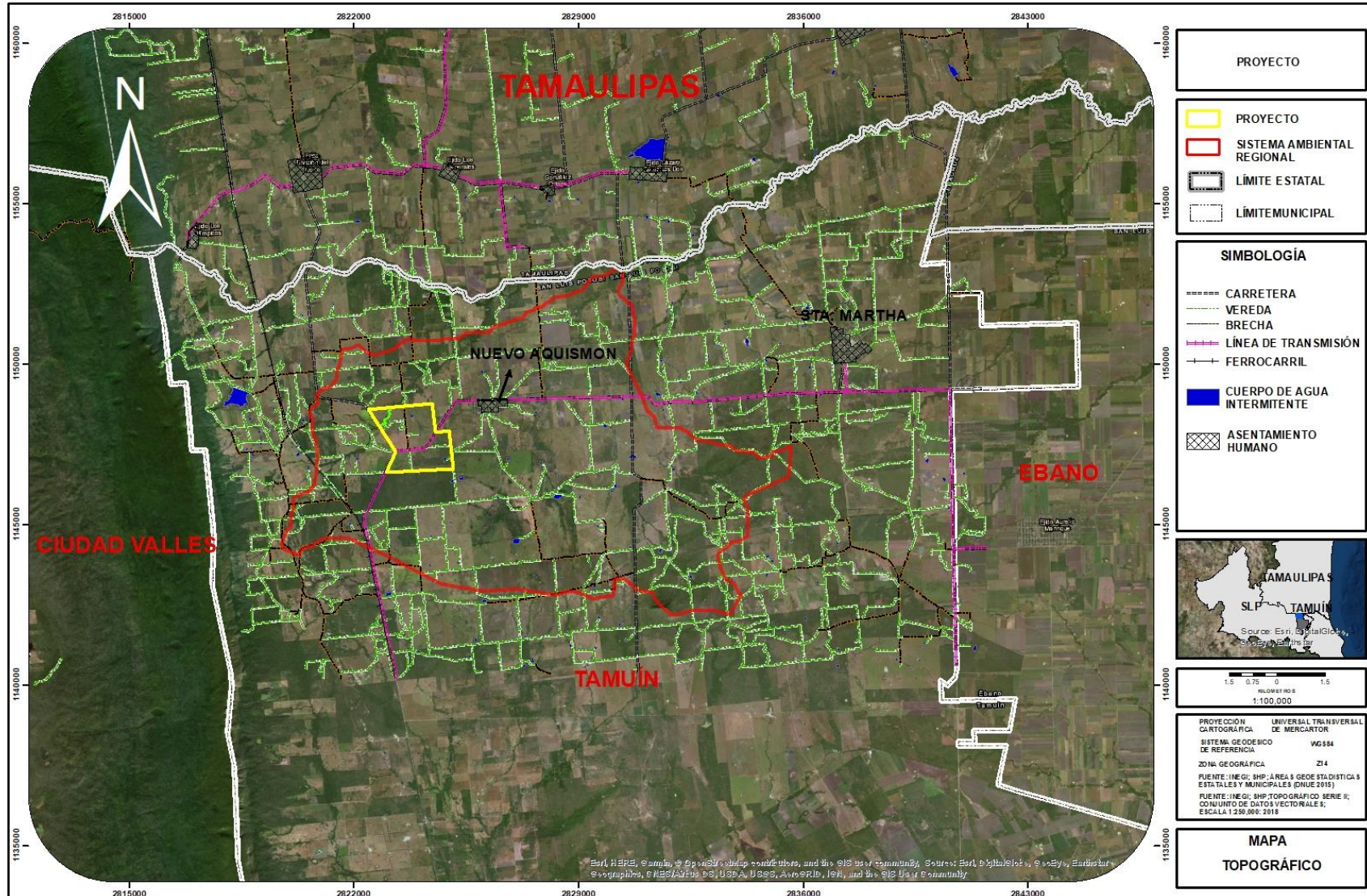


Figura IV.1 Sistema Ambiental Regional definido para el proyecto Tamuín 1

IV.2. Caracterización y análisis del Sistema Ambiental Regional

IV.2.1 Aspectos Abióticos

IV.2.1.1 Clima

En el estado de San Luis Potosí se distinguen tres zonas climáticas: la zona oriental, con predominio de climas cálidos húmedos y subhúmedos; la zona central, en donde se presentan climas semicálidos, subhúmedos en el sur y secos templados en el norte; y la zona poniente, en donde imperan climas secos y el clima seco templado (Gobierno del Estado de San Luis Potosí, 2012). La presencia de la Sierra Madre Oriental es un factor determinante en la diversidad de climas en el Estado, ya que actúa como una barrera orográfica que hace que la humedad que proviene del Golfo se detenga en ella y los vientos pasen secos hacia el centro y poniente del Estado.

En el SAR predomina el clima cálido subhúmedo: A_w , presentándose dos variantes que se diferencian por el cociente Precipitación/Temperatura (P/T): el A_{w_0} con un cociente P/T menor a 43.2 y el A_{w_1} con cociente P/T de 43.3 a 55.0 (E. García, 1988). En la figura IV.2 se muestran los climas presentes en el SAR.

Para describir el clima en el sitio del Proyecto, se tomó como referencia a la estación meteorológica El Peñón, ubicada en 22° 19' 19" de latitud N y 98° 52' 12" de longitud W. El diagrama ombrotérmico se presenta en la figura IV.3, y se tiene que:

La temperatura media mensual más alta se presenta en junio (28.8°C), en tanto que la media mensual más baja se registra en enero (18.4°C). Con respecto a la precipitación, los meses más húmedos ocurren en julio (238.9 mm) y septiembre (218.8 mm), en tanto que la precipitación media mensual más baja se observa en febrero (17.7 mm).

La oscilación anual de la temperatura media mensual, es decir, la diferencia en temperatura entre el mes más frío y el más caliente del año, es de 10.4 °C; el porcentaje de precipitación invernal es de 5.8 y el cociente de P/T es de 52.5. El número de días al año con lluvia, niebla y tormenta es de 77.5, 22.5 y 19.7, respectivamente (ver tabla IV.1).

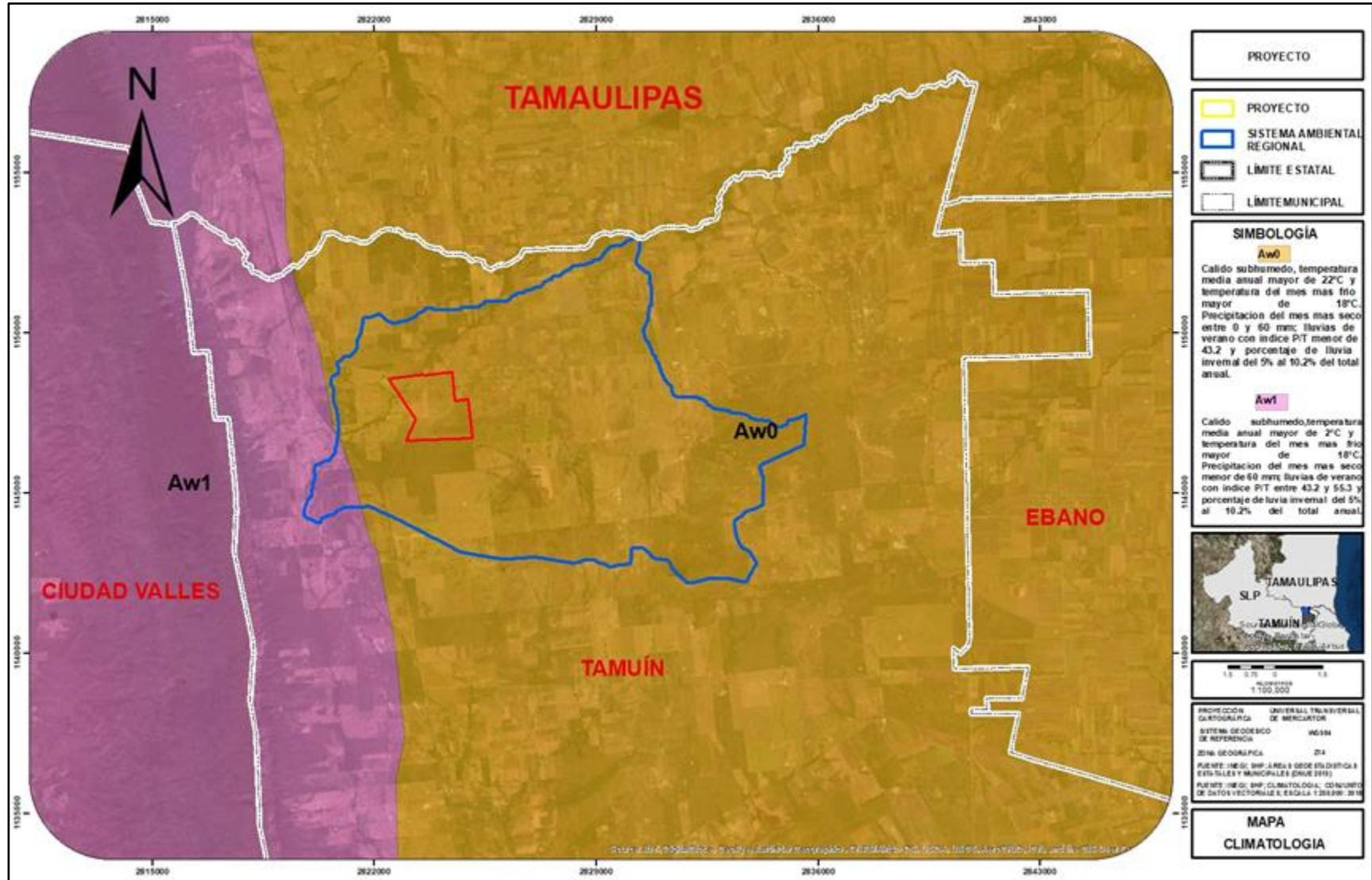


Figura IV.2 Climas presentes en el SAR del proyecto Tamuín 1

Tabla IV.1 Datos meteorológicos de la estación El Peñón

Estaciones meteorológicas	Meses												Anual	P/T	% PI	Osc	
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic					
El Peñón LN 22° 19' 19" LW 98° 52' 12" Altitud 108 m 9.2	Temp. (°C)	18.4	20.1	23.6	26.2	28.6	28.8	27.8	28.0	26.9	24.6	21.9	19.0	24.5	52.5	5.8	10.4
	Prec. (mm)	21.5	17.7	23.1	41.8	89.1	195.1	238.9	159.4	218.8	86.6	32.3	27.4	1,151.7			
No. de días con lluvia	3.8	3.2	3.9	4.1	6.4	9.6	10.9	9.2	11.5	7.3	3.8	3.8	77.5				
No. de días con niebla	3.9	3.5	1.7	0.9	0.4	1.0	0.8	0.4	0.7	1.9	2.9	4.4	22.5				
No. de días con tormenta	1.7	1.6	1.6	0.8	1.1	1.8	2.5	1.8	2.1	1.0	1.6	2.1	19.7				

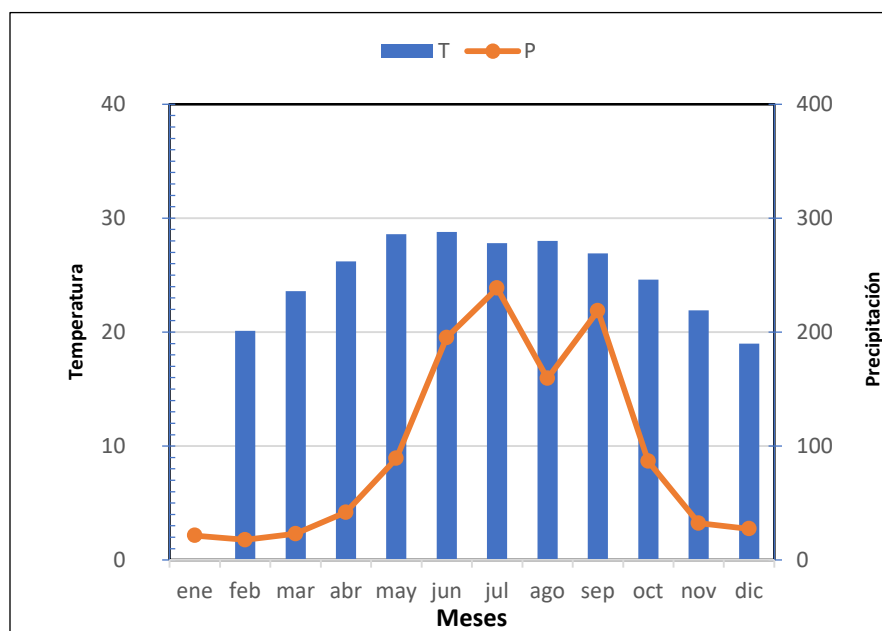


Figura IV.3 Climograma de la estación meteorológica El Peñón

Fuente: <http://smn.cna.gob.mx>

IV.2.1.2 Fenómenos climatológicos

Vientos. El sentido de las cuencas atmosféricas en San Luis Potosí tiene una orientación noroeste-sureste, lo cual se explica en gran medida por la ubicación de la Sierra Madre Oriental que define el sentido de los vientos en el centro y este del Estado.

A nivel regional, el SAR se ubica en la Llanura Costera (la cual se extiende al Este de la Sierra Madre Oriental) en donde los vientos entran del Golfo de México en el sentido Norte Sur, aunque de noviembre a abril se dirigen hacia el Poniente (Gobierno del estado de San Luis Potosí, 2012).

Extrapolando al SAR la información sobre velocidad y dirección del viento registrada en el aeropuerto de Tamuín, se tiene que el viento dominante proviene del Sureste (23.4%), el viento proveniente del Norte es menos frecuente (20,70% del total), los vientos provenientes del Este representan sólo 8.8%. En todos los casos son más frecuentes vientos con velocidad de 4.9 a 24.1 km/h y en menor proporción con rangos de 24,2 a 48,3 km/h. Los vientos restantes corresponden al 8.90% y las calmas se presentan con una frecuencia de 38.20 %.

Frecuencia de heladas y granizadas. En la porción oriental del SAR, las heladas ocurren de 0 a 5 días al año. Las heladas se desarrollan bajo condiciones de cielo despejado, con poco o nada de vientos y una atmósfera relativamente seca (Instituto Nacional de Estadística y Geografía- INEGI-, 1985). En relación con su aspecto usual, las heladas se clasifican en blancas y negras; las primeras se forman cuando las masas de aire frío son húmedas, por lo que provocan condensación y formación de hielo sobre la superficie de las plantas y en objetos expuestos la radiación nocturna. La helada negra se desarrolla cuando el aire del ambiente se encuentra excesivamente seco, no existe condensación ni formación de hielo sobre la superficie. La baja temperatura daña a los tejidos de las plantas por lo que la vegetación presenta una coloración negruzca (www.unam.mx/medidas-de-emergencia/heladas).

Las granizadas resultan de movimientos ascendentes de aire y se presentan por lo general en la estación caliente del año; sin embargo, en el SAR, la mayor incidencia de granizadas se observa en el mes de febrero con una máximo promedio mensual de 0.1 días/mes para la estación de El Peñón (ver tabla IV.2).

Tabla IV.2 Días promedio con presencia de granizada para la estación meteorológica El Peñón

Estación meteorológica	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Anual
El Peñón	0.0	0.1	0,0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1

Fuente: <http://smn.cna.gob.mx>

Frecuencia de inundaciones y huracanes. La lluvia extraordinaria es el principal fenómeno relacionado con las inundaciones y, en el extremo opuesto, al faltar la lluvia por períodos prolongados, se generan problemas derivados de las sequías. En general, para el SAR no se tiene registro de inundaciones debido esencialmente a la ausencia de corrientes de tipo

permanente, ya que solo existen arroyos de régimen temporal o intermitente, como el Raya Ebanosa y el Tantuan.

Sin embargo, cabe mencionar que el municipio de Tamuín, en el que se inserta el SAR, ha sido afectado por huracanes, tal es el caso del Huracán Ingrid y de la tormenta tropical Manuel, presenciados en el 2013. Dichos fenómenos meteorológicos provocaron que algunos municipios de San Luis Potosí se declararan como zona de desastre natural. En la Declaratoria de Desastre Natural para 22 municipios de San Luis Potosí, que emitió el Gobierno Federal el 2 de octubre de 2013, señala *"..... del fenómeno natural perturbador que acaeció en esa Entidad Federativa, descrito como lluvia severa, extrema y escurrimientos con desbordamientos de ríos e inundaciones provocadas por la entrada a tierra en la parte norte del Estado del fenómeno meteorológico denominado "Ingrid" que llegó a ser huracán categoría 1 y sus remanentes, precedido de la depresión tropical denominada "Manuel" del 12 al 18 de septiembre de 2013, en los municipios de Aquismón, Axtla de Terrazas, Ciudad Fernández, Ciudad Valles, Coxcatlán, **Ébano**, El Naranjo, Huehuetlán, Matlapa, Moctezuma, Río verde, San Antonio, San Ciró de Acosta, San Martín Chalchicuautla, San Vicente Tancuayalab, Santo Domingo, Tamasopo, Tamazunchale, Tampacán, Tampamolón Corona, **Tamuín**, Tancanhuitz, Tanlajás, Tanquián de Escobedo, Villa de Arista y Xilitla."*

IV.2.1.3 Calidad del aire

El inventario de emisiones es una herramienta mediante la cual es posible identificar las principales fuentes emisoras, el tipo y cantidad de contaminantes y su temporalidad; es decir, permite conocer qué y cuánto se emite de contaminantes como resultado de los procesos industriales, la operación de vehículos automotores y otras actividades específicas. Por lo tanto, el inventario de emisiones es un instrumento estratégico para la gestión de la calidad del aire, ya que, a partir de éste, se pueden establecer políticas y estrategias para el control y reducción de emisiones contaminantes.

La Secretaría de Ecología y Gestión Ambiental (SEGAM) del estado de San Luis Potosí, presentó en 2013 un inventario de emisiones a la atmósfera, en el cual se reporta la contribución de los municipios al volumen de emisión del estado. A continuación se presenta un resumen de los principales resultados.

Compuestos orgánicos volátiles (COV). Ciudad del Maíz aporta el 9% de COV, seguido por Tamasopo con el 7%, y Río verde, Ciudad Valles y San Luis Potosí con el 6%, cada uno. El resto de los municipios presentan aportes de COV menores.

Monóxido de carbono (CO), los municipios que aportan el mayor volumen de CO son San Luis Potosí y Ciudad Valles, con el 29% y 8%, respectivamente.

Óxidos de nitrógeno (NO_x), el municipio de San Luis Potosí emite el 18% de este compuesto, dicho valor es el mayor del estado.

Dióxido de azufre (SO₂), los municipios que aportan el mayor volumen de este contaminante son Villa de Reyes con el 48%, Tamuín con el 45% y San Luis Potosí con 2%.

Amoniaco (NH_3), los municipios con mayor contribución a la emisión de este contaminante son: Tamuín (7%), San Luis Potosí (6%), Ciudad Valles (6%) y Soledad de Graciano Sánchez (5%).

Partículas menores a 10 micras (PM_{10}), Guadalcázar contribuye con el 18% de estas emisiones, seguido por Villa Juárez, Cerritos y Tamasopo con el 7% cada uno.

Partículas menores a 2.5 micras ($\text{PM}_{2.5}$), los municipios que tienen un mayor aporte de este contaminante son Ciudad Valles con el 15%, El Naranjo con el 10%, Villas de Reyes y Tamazunchale con el 9% cada uno, y San Luis Potosí con el 8%.

En la tabla IV. 3 se reportan los valores de contaminantes emitidos en el municipio de Tamuín.

Tabla IV.3 Inventario de contaminantes a la atmósfera en Tamuín

Municipio	Emisión (Mg/año)						
	PM_{10}	$\text{PM}_{2.5}$	SO_2	CO	NO_x	COV	NH_3
Tamuín	3.03	7.40	45.07	2.35	6.79	1.32	7.40

Mg: megagramos

La quema de pastos que normalmente ocurre antes de la época de siembra, impacta la calidad del aire de la región al incrementar los niveles de PM_{10} (Bárceñas Blancarte *et al.*, 2012), por lo es necesario reforzar la concientización entre los agricultores para evitar la quema de pastos y esquilmos.

Los altos valores de dióxido de azufre y amoniaco se asocian a las actividades productivas que se desarrollan en el municipio, el primero por la operación de la central de generación de eléctrica AES Tamuín que utiliza coque de petróleo con la tecnología de lecho fluidizado y el amoniaco se relaciona con el uso de agroquímicos para las actividades agropecuarias. En el caso de las $\text{PM}_{2.5}$, su origen está principalmente en fuentes de carácter antropogénico como las emisiones por el uso de diésel.

Para el periodo 2000-2006 se ingresaron a San Luis Potosí 129,7 petajoule (pJ) de coque que se utilizaron para las centrales Termoeléctrica del Golfo (92,1 pJ) y Termoeléctrica Peñoles (Olivo-Menchaca, 2013). La intensidad de su consumo de coque se representa en la figura IV.4. Considerando estos altos consumos de este combustible se presume que en el municipio de Tamuín más del 90% de las emisiones de CO_2 se originan por el uso de coque de petróleo.

IV.2.1.4 Ruido

Actualmente en el SAR no se reportan instalaciones industriales generadoras de ruido; las fuentes principales de ruido en el SAR son las actividades de los habitantes de la población de Nuevo Aquismón (figura IV.5) y el tránsito vehicular sobre los caminos de terracería que comunican los diversos ranchos ganaderos que se presentan en el SAR (Figura IV.6).

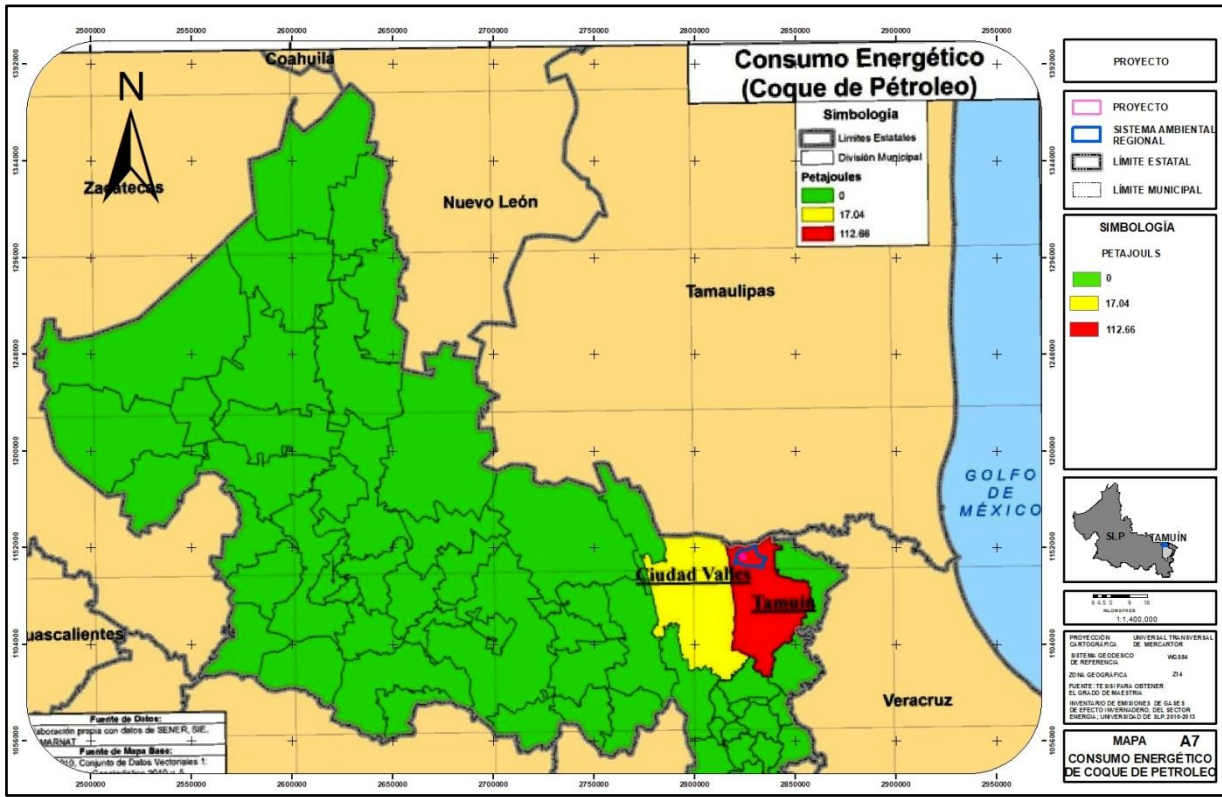


Figura IV.4 Consumo energético de coque de petróleo en San Luis Potosí



Figura IV.5 Vista cercana de casas del poblado Nuevo Aquismón



Figura IV.6 Vista de caminos de terracería que comunican a los diversos ranchos ganaderos en el SAR

IV.2.2 Geología y geomorfología

IV.2.2.1 Fisiografía (geoformas)

En San Luis Potosí confluyen tres provincias fisiográficas de México: Sierra Madre Oriental, Llanura Costera del Golfo Norte y Mesa del Centro. Esta configuración se deriva de la Sierra Madre Oriental que atraviesa el territorio estatal de noroeste a sureste, a lo cual se suma que el Estado se encuentra muy cercano del Golfo de México, lo cual se traduce en que el territorio de San Luis Potosí presente muy variadas condiciones de altitud, que oscilan desde prácticamente el nivel del mar hasta más de 3000 m.s.n.m.

El SAR se ubica en la Provincia Llanura Costera del Golfo Norte, en la Subprovincia Llanuras y Lomeríos; dicha Provincia se caracteriza por la topografía que es monótona con suave declive hacia el nivel del mar, los sistemas de topografía presentes son: lomerío suave, lomerío suave con bajadas, llanura salina con lomeríos, pequeña llanura aluvial con lomeríos, gran llanura aluvial con lomeríos, valle y valle con llanuras (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 2008). En las zonas de llanuras y valles las pendientes son muy suaves, incrementándose en forma moderada en la zona de lomeríos.

En el SAR las geoformas dominantes corresponden a Llanuras aluviales con lomeríos y Llanuras aluviales inundables (Figuras IV.7 y IV.8).



Figura IV.7 Vista panorámica de la llanura aluvial paisaje común en el SAR. Al fondo de la foto se observa parte de la Sierra del Abra Tanchipa.



Figura IV.8 Vista panorámica de la llanura aluvial con lomeríos que ocurre con frecuencia en el SAR. Al fondo de la foto se observa parte de la Sierra del Abra Tanchipa

IV.2.2.2 Geología

El tipo de rocas que cubren el Estado de San Luis Potosí, sugieren que hubo diferentes eventos geológicos de tipo orogénico, asociados con actividad ígnea volcánica, que actuaron en varias épocas para dar origen a un relieve estructural que después ha sido modificado en forma subsecuente por diferentes agentes, tales como: fracturamiento, movimiento de masas y el agua en sus diversos procesos de alteración (suelos residuales), disolución (cavernas y dolinas), transporte y depósito de sedimentos.

La geología del Estado de San Luis Potosí data de las eras Cenozoica y Mesozoica, la primera de ellas con los periodos Cuaternario y Terciario; y la segunda era abarca los periodos Cretácico, Jurásico y Triásico estos periodos presentan rocas de tipo ígneas extrusivas e intrusivas, sedimentarias y metamórficas. La constitución geológica del Estado de San Luis Potosí se puede dividir para su estudio en tres grandes regiones: La Sierra Madre Oriental, La Mesa del Centro que comprende también la Altiplanicie, y la Llanura Costera del Golfo Norte.

El SAR del Proyecto se ubica en la Llanura Costera del Golfo Norte. Geológicamente esta región es una planicie sedimentaria cuyo origen está íntimamente relacionado con la regresión del Atlántico, iniciada desde el Terciario Temprano, donde fueron acumulados grandes volúmenes de material rocoso provenientes del continente. El rejuvenecimiento continuado de la plataforma costera ha permitido la erosión subsecuente de los depósitos marinos terciarios, que en la actualidad dan una morfología ondulada de lomeríos y valles al relieve. Esta región penetra solo en la porción sureste del Estado y está caracterizada por la existencia de rocas sedimentarias clásicas de origen marino que no presentan un plegamiento intenso. Sus rocas más antiguas son las lutitas del cretácico superior localizadas hacia el oeste, las más jóvenes se encuentran hacia el este y se depositaron en forma de franjas, con dirección norte-sur, en una cuenca marina terciaria, caracterizada por un mar eminentemente regresivo con pequeñas transgresiones (Gobierno del estado de San Luis Potosí, 2012). La distribución espacial de los tipos de roca que se presentan en el SAR se aprecia en la figura IV.9 y se describen a continuación.

Roca sedimentaria tipo lutita del mesozoico Ks(lu). Es una lutita calcárea, con algunas margas y capas de bentonita de color gris con tonos verdes; se presenta en estratos medianos y gruesos. Sobreyace de manera discordante a las calizas del Cretácico Inferior y subyace en concordancia a la unidad arcillosa del Terciario Inferior (Paleoceno). Se correlaciona estratigráficamente con la Formación Cárdenas. Esta unidad corresponde a la Formación Méndez y se le asigna una edad del Cretácico Superior (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 2008).

Roca ígnea intrusiva tipo sienita del terciario T(Si). Son rocas formadas en el interior de la corteza terrestre. Cuando un magma se enfría bajo la superficie lo hace más lentamente, permitiendo un mejor desarrollo de los cristales, que debido a eso alcanzan tamaños que pueden ser observados a simple vista, generalmente abarcan grandes extensiones de terreno y llegan a la superficie terrestre mediante procesos orogénicos (deformaciones tectónicas) o mediante procesos externos de erosión. En lo relativo a las sienitas, son rocas de textura granular también denominadas como granitos sin cuarzo, es decir, compuestas únicamente por feldespatos (entre 30 y 80%), micas y máficos en general (entre 10 y 40%) y plagioclasa (entre 5 y 25%). Se le da la misma utilidad que el granito (<http://www.ingenieria.unam.mx>).

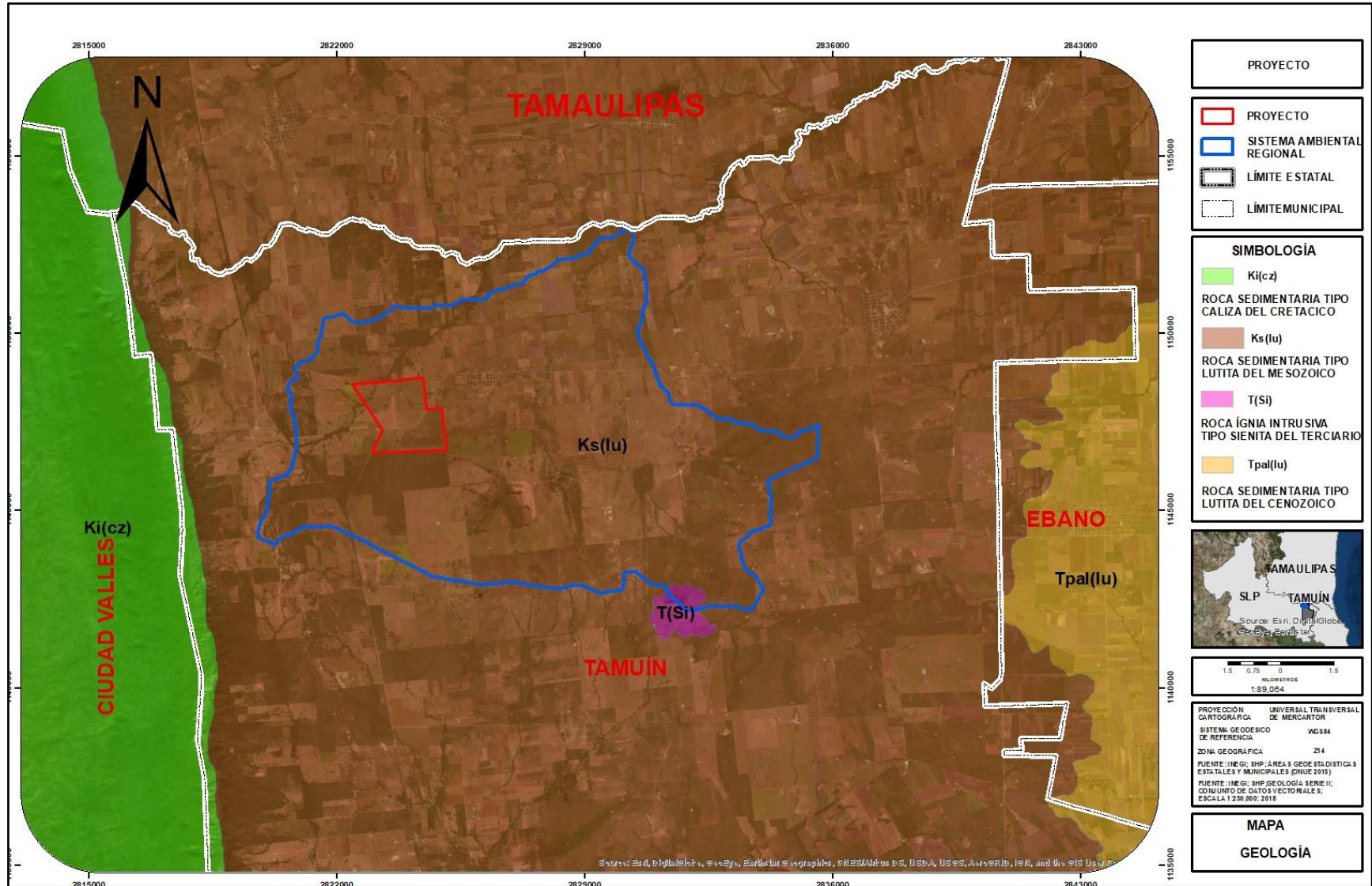
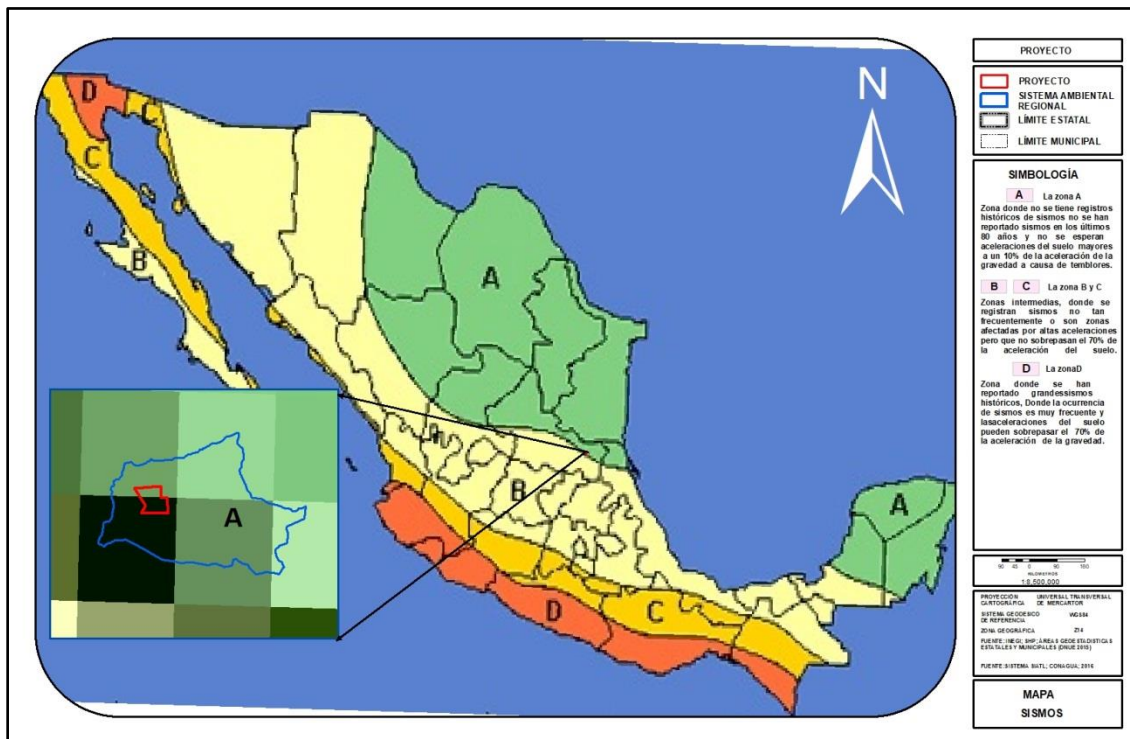


Figura IV.9 Geología en el SAR del proyecto Tamuín 1

IV.2.2.3 Presencia de fallas y fracturas

La República Mexicana está situada en una de las regiones sísmicamente más activas del mundo, enclavada dentro del área en la cual se concentra la mayor actividad sísmica del planeta conocida como el *Cinturón Circumpacífico*. La alta sismicidad en el país, es debido principalmente a la interacción entre las placas de Norteamérica, la de Cocos, la del Pacífico, la de Rivera y la del Caribe, así como a fallas locales que corren a lo largo de varios estados aunque estas últimas menos peligrosas. La Placa Norteamericana se separa de la del Pacífico pero roza con la del Caribe y choca contra las de Rivera y Cocos, lo cual explica la alta incidencia de sismos (<https://www.sgm.gob.mx>). Desde el punto de vista de la geología estructural, en el SAR no se registran fallas o fracturas.

Con relación a movimientos telúricos y de acuerdo con el CENAPRED, el SAR se localiza en la región que está clasificada como Zona A como se aprecia en la figura IV.10. En esta zona no se tienen registros históricos de sismos, no se han reportado sismos en los últimos 80 años y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10% de la aceleración de la gravedad. Por otra parte, en el SAR no existe riesgo por actividad volcánica, según el CENAPRED.



La **zona A** es una zona donde no se tienen registros históricos de sismos, no se han reportado sismos en los últimos 80 años y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10% de la aceleración de la gravedad a causa de temblores.
 Las **zonas B y C** son zonas intermedias, donde se registran sismos no tan frecuentemente o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo.
 La **zona D** es una zona donde se han reportado grandes sismos históricos, donde la ocurrencia de sismos es muy frecuente y las aceleraciones del suelo pueden sobrepasar el 70% de la aceleración de la gravedad.

Figura IV.10 Ubicación del SAR con respecto a las zonas sísmicas de la República Mexicana

IV.2.2.4 Suelos

En el estado de San Luis Potosí se distribuyen más de la mitad de las unidades de suelo reconocidas internacionalmente por la FAO (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 2008).

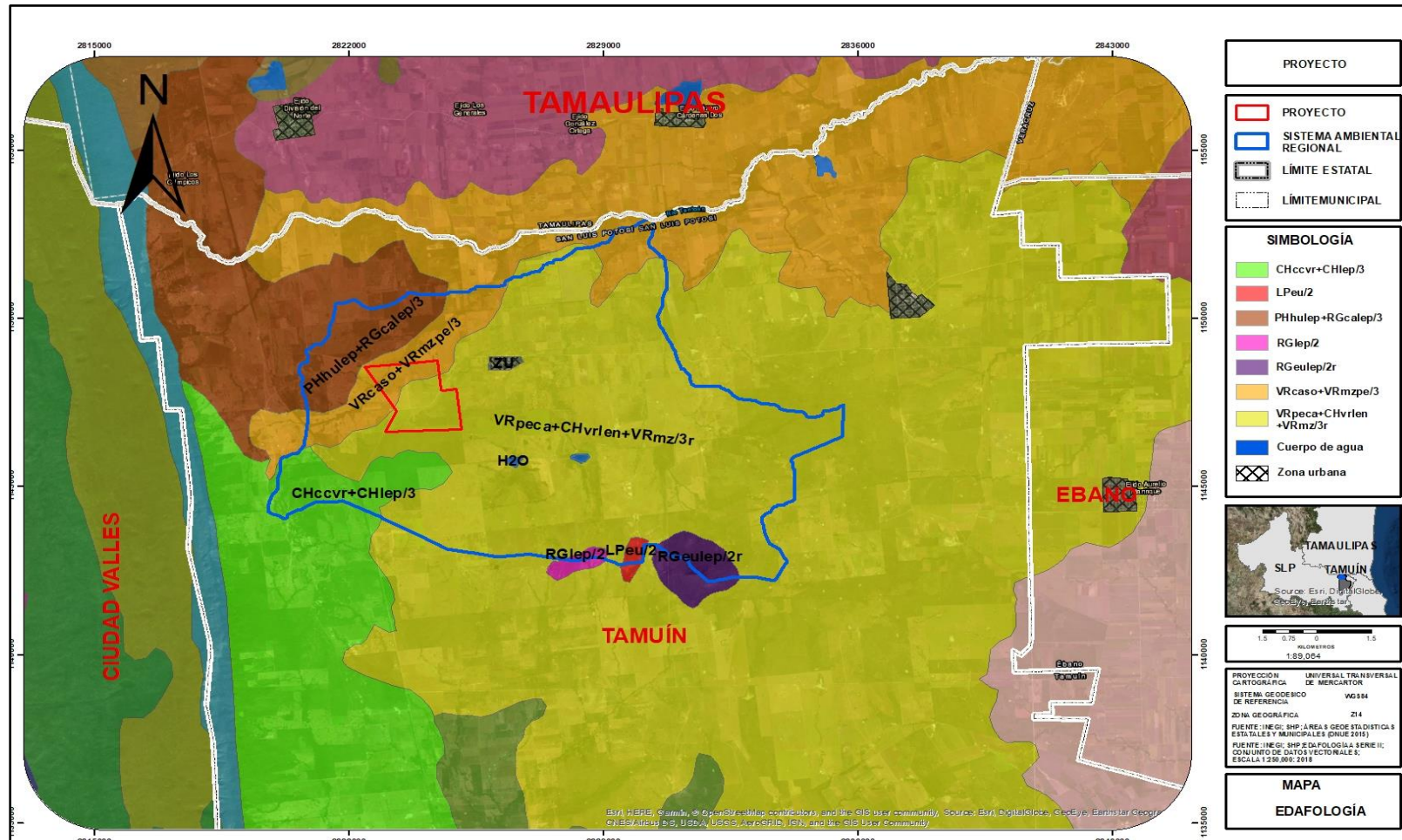
La capacidad de un suelo para almacenar agua determina de forma importante su capacidad para albergar formas de vida, lo que depende en gran medida de características físicas como la profundidad y la textura, además del contenido de materia orgánica. En general, los suelos más profundos disponen de mayor espacio para el almacenamiento de humedad. La textura de un suelo está definida por la proporción de las partículas elementales de diferentes tamaños que lo conforman. Las texturas medias y finas (migajones y arcillas) poseen una mayor capacidad para retener la humedad. Por otra parte, los suelos con mayor contenido de materia orgánica son más fértiles, poseen mayor cantidad de organismos vivos y conservan mejor la humedad (Aguilar, 2005).

En el SAR, los tipos de suelo primarios corresponden a los Chernozem (CH), Leptosoles (LP), Feozems (PH), Regosoles (RG) y Vertisoles (VR) (IUSS-WRB, 2015). En la figura IV.11 se ilustra la distribución espacial de los suelos en el SAR.

Chernozem. Su formación ha sido coluvio-aluvial a partir de rocas basálticas y aluviones; son profundos, muy negros y arcillosos, con concreciones de carbonato de calcio que forman un horizonte de este material; su dureza es ligera en seco y la textura es fina a causa del alto contenido de arcilla, son muy adhesivos, con pH que varía de neutro a ligeramente alcalino, son ricos en materia orgánica y muy fértiles. El horizonte superficial es de color muy oscuro casi negro, debajo de éste se encuentra un horizonte con alta acumulación de arcilla, lo que da la característica única en esta región.

Leptosoles. Son suelos muy delgados, pedregosos y poco desarrollados que pueden contener una gran cantidad de material calcáreo. Son los suelos de mayor distribución a nivel mundial y están asociados a sitios de compleja orografía, lo que explica su amplia distribución en México. Estos suelos se encuentran en todos los tipos climáticos (secos, templados, húmedos). Su potencial agrícola está limitado por su poca profundidad y alta pedregosidad, lo que los hace difíciles de trabajar. Aunado a ello, el calcio que contienen puede inmovilizar los nutrientes minerales, por lo que su uso agrícola es limitado y deben emplearse técnicas agrícolas apropiadas.

Vertisoles. Son de origen residual y coluvio-aluvial, derivados de rocas lutita y arenisca, en el SAR son fundamentalmente de origen aluvial. Presentan colores oscuros, textura muy fina por su alto contenido de arcillas del tipo montmorillonita, sufren procesos de contracción y dilatación, motivo por el cual son duros y masivos en época seca, mientras que en época de lluvias son lodosos, plásticos y adhesivos, y por ser muy impermeables en ellos se presentan inundaciones; las características anteriores hacen muy difícil su manejo para las labores agropecuarias, a pesar de ser profundos y muy fértiles (Figuras IV.12 y IV.13).



CHcc+CHlep/3; Chernozem cálcico+ Chernozem epiléptico de textura gruesa
 LPeu/2; Leptosol éútrico de textura media
 PHhulep/RGcalep/3; Feozem humiepiléptico+Regosol calcariepiléptico de textura gruesa
 RGllep/2; Regosol epiléptico de textura media
 RGeulep/2r; Regosol eutriepiléptico de textura gruesa
 VRcaso+VRmzpe/3; Vertisol calcarisódico+ Vertisol mazipélico de textura gruesa

Figura IV.11 Unidades edáficas presentes en el SAR del proyecto Tamuín 1



Figura IV.12 Suelos de tipo Vertisol utilizados en las actividades agropecuarias en zona de llanura



Figura IV.13 Suelos de tipo Vertisol utilizados en las actividades de agropecuarias zona de llanura con lomeríos

Phaeozems (feozems). Son de origen residual y coluvio-aluvial, derivados de rocas tales como riolita, toba ácida, caliza y lutita, en algunas áreas son de origen aluvial; presentan color pardo oscuro y textura media, poseen pH ligeramente ácido y con buen contenido de materia orgánica. Son suelos más o menos profundos, aunque en la mayoría se encuentra la fase lítica como limitante a menos de 100 cm de profundidad; en algunas áreas existe un alto contenido de arcillas en el horizonte subyacente; algunos reaccionan con intensidad al ácido clorhídrico a causa de la presencia de carbonatos dentro de los 50 cm superficiales, y en otros no hay otra característica distintiva. El horizonte superficial está bien desarrollado y estructurado. Los feozems son muy productivos cuando no tienen restricciones físicas o químicas.

Regosoles. Son de origen residual y coluvio-aluvial a partir de material materno constituido por rocas riolita, caliza, lutita y, en menor proporción, aluvión. Tienen poco desarrollo y de colores claros amarillentos muy semejantes a la roca de la cual se formaron; su pH es ligeramente alcalino, la textura que domina es media y fina en algunas áreas del SAR. Por lo general son poco profundos, con menos de 50 cm, pues la mayoría de ellos presentan fase lítica; en pequeñas áreas tienen cementación de caliche o yeso. Algunos regosoles muestran efervescencia de carácter fuerte a muy fuerte cuando se les agrega ácido clorhídrico diluido debido a la presencia de carbonatos dentro de los 50 cm superficiales del suelo y otros no presentan ninguna otra característica diagnóstica excepto que tienen un buen contenido de nutrientes minerales.

Pérdida y degradación de suelos. La degradación del suelo es resultado de fenómenos complejos que conducen a la pérdida total o parcial de la productividad de los suelos. Hay diversos tipos de degradación del suelo, la más frecuente es la erosión hídrica (remoción del suelo por acción del agua), en menor grado la erosión eólica (por acción del viento), la contaminación química (por el uso excesivo de materiales químicos, prácticas como la quema de vegetación para crear áreas de cultivo y pastoreo), y la física (compactación, encostramiento y sellado).

La degradación del suelo puede traer alguna o una combinación de las siguientes consecuencias: disminución del rendimiento de los cultivos lo cual puede conducir a un mayor uso de insumos agrícolas, descenso del valor de la tierra, pérdida de áreas productivas, azolve de sistemas de drenaje naturales, aumento en la frecuencia y gravedad de las inundaciones, y efectos en la salud y calidad de vida. Desgraciadamente no existe información suficiente para incluir en un cuerpo articulado todas las dimensiones de la degradación de suelos.

Respecto al estado de San Luis Potosí, en la zona árida y semiárida la erosión eólica es más importante que la hídrica. En la Planicie costera y en la Sierra Madre es la erosión hídrica la que alcanza proporciones importantes. En ambos tipos de degradación, el nivel de degradación varía de ligera a fuerte. La degradación química se presenta en todo el estado y su nivel va de ligera a fuerte respecto a la declinación de la fertilidad del suelo. Respecto a la degradación física, esta se manifiesta más en la región Huasteca, con variación de ligera a moderada, predominando la compactación del terreno (Gobierno del estado de San Luis Potosí, 2008).

En el SAR, los principales procesos de degradación de los suelos son:

- 1) La erosión eólica e hídrica que provocan la reducción de la capa edáfica. La erosión eólica es ligera y en algunas zonas no se presenta este proceso de pérdida de suelo (ver Figura IV.14); con respecto a la erosión hídrica, se presenta de ligera a alta (ver Figura IV.15). El detonante principal para la erosión hídrica es el escurrimiento pluvial, favorecida por la pérdida del estrato vegetativo (figura IV.16);
- 2) El cambio de uso de suelo, originado por la eliminación de la vegetación natural, por lo cual el suelo se queda sin cobertura, haciéndolo vulnerable y susceptible a los procesos de degradación por erosión. De acuerdo con Loredó, *et al* (2006I), la sobreutilización de la cubierta vegetal es generalizada en el estado, incluyendo el SAR, de tal manera que actualmente los relictos de vegetación se encuentran en estado secundario como consecuencia de las actividades pecuarias y agrícolas (figura IV.17);
- 3) La compactación, que lleva a la destrucción de la estructura del suelo. La compactación se asocia frecuentemente al pisoteo del ganado o al paso habitual de maquinaria pesada (ver figura IV.18).

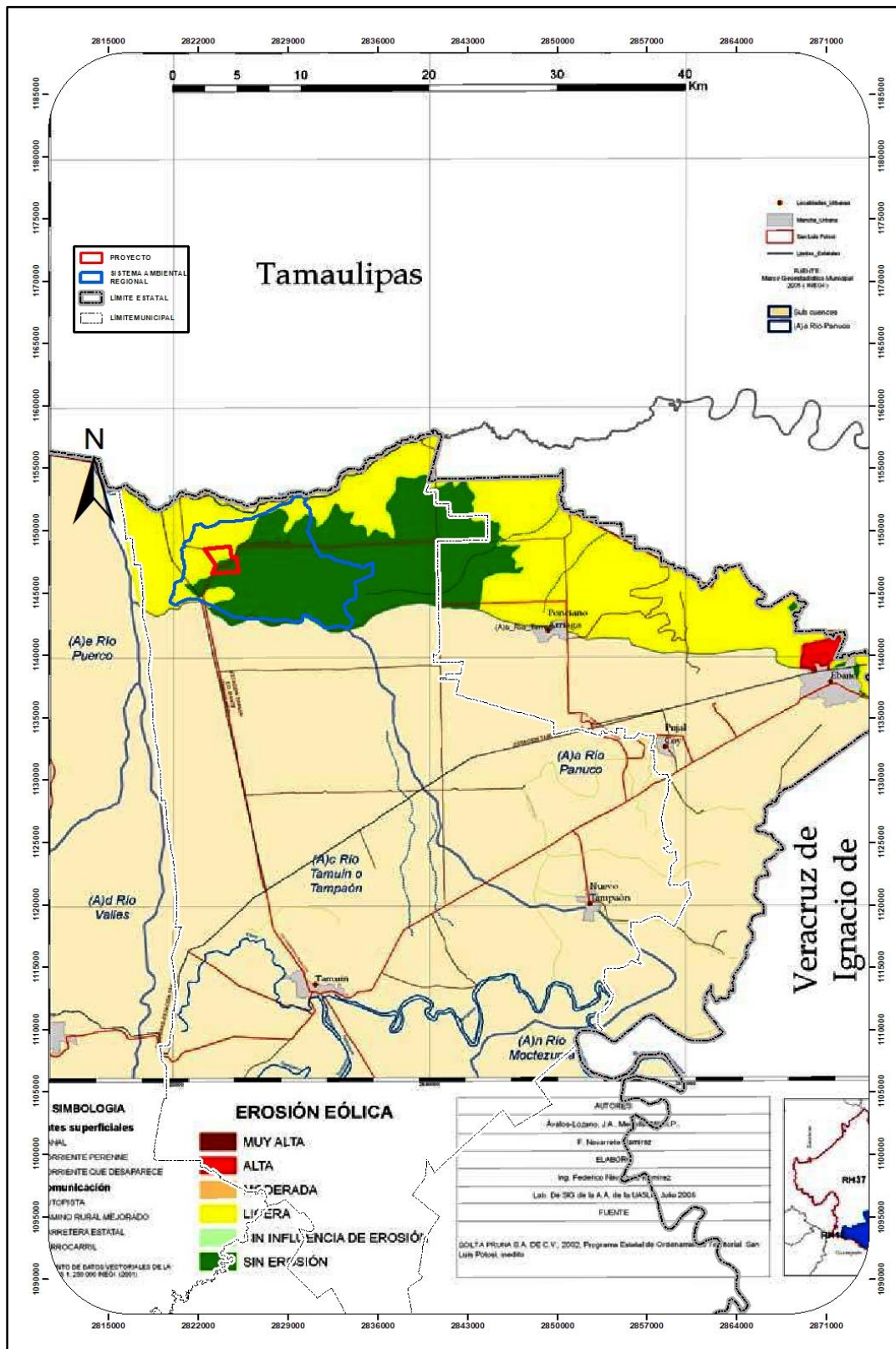


Figura IV.14. Erosión eólica en el SAR del proyecto Tamuín 1

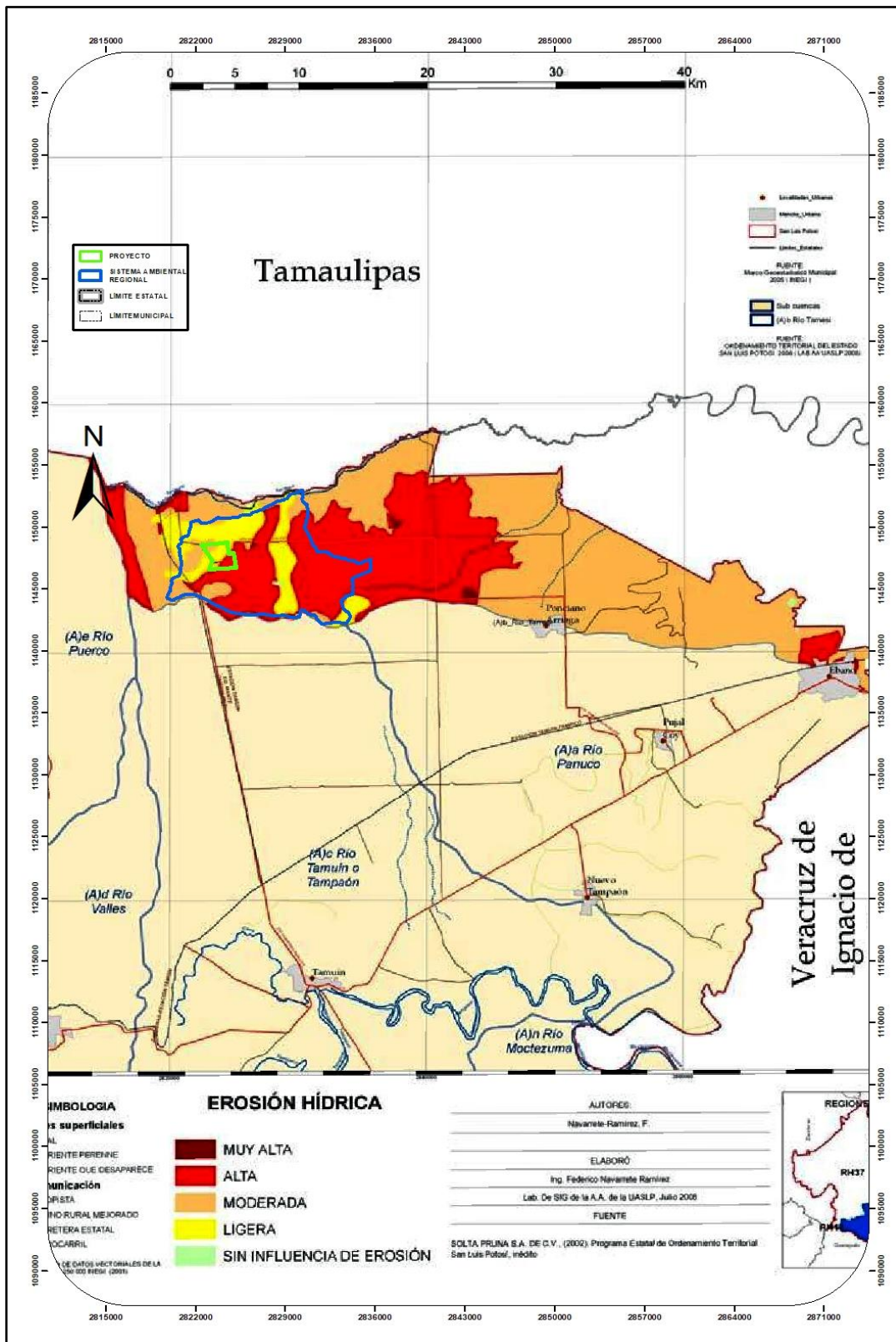


Figura IV.15. Erosión hídrica en el SAR del proyecto Tamuín 1



Figura IV.16 Vista de los procesos erosivos hídricos presentes es el SAR, especialmente en los caminos de acceso.



Figura IV.17 Vista de las actividades de cambio de uso de suelo y relictos de acahual derivado de la selva baja caducifolia, presentes es el SAR, especialmente en las zonas de llanura.



Figura IV.18 Procesos de compactación originados por el paso de ganado y/o de maquinaria presentes es el SAR, principalmente en zonas de llanura.

IV.2.2.5 Hidrología superficial y subterránea

IV.2.2.5.1 Hidrología superficial

En San Luis Potosí, la hidrografía presenta fuertes contrastes, lo cual es condicionado por: 1) lo accidentado de la configuración orográfica y 2) la existencia de fuertes diferencias climatológicas. Así, existen áreas en las que el recurso agua es escaso y otras en las que abundan las precipitaciones y los escurrimientos forman una amplia red fluvial con ríos caudalosos y régimen perenne. En este estado confluyen tres Regiones Hidrológicas (RH): la 26 "Pánuco", la 37 "El Salado" y en una parte mínima en el occidente del Estado la Región 2 "Lema Santiago".

El SAR se ubica en la RH-26 Pánuco, en la cuenca Río Pánuco (A), en la subcuenca Río Tamesí (Ab) y en la microcuenca Nuevo Aquismón

La RH-26 cubre el 45.6% del territorio del Estado y se divide en dos regiones: Alto Pánuco y Bajo Pánuco; limita al noroeste con la RH-37, El Salado. La RH-26 es considerada la más importante del estado por su escurrimiento, y en ella se genera una amplia red fluvial.

La cuenca Río Pánuco se ubica en la porción oriental, tanto de San Luis Potosí como de la RH-26, cubre una superficie de 1.12% del territorio estatal. Limita al norte con la cuenca Río Tamesí (B) y al occidente con la cuenca Río Tamuín (C). El rango de escurrimiento es de 100 - 200 mm por lo que existen una infinidad de arroyos de carácter intermitente que descargan a la laguna Chajil, desde donde se tiene como infraestructura hidráulica principal, una serie de canales que se utilizan para irrigación en el Distrito de Riego número 92 (Pujal-Coy). La calidad del agua es considerada como de salinidad media y bajo contenido de sodio (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 2002).

A nivel de microcuenca, el SAR se ubica en la de Nuevo Aquismón, la cual cuenta con una superficie de 9 896.33ha y se muestra en la figura IV.19. En esta microcuenca sólo se presentan corrientes y cuerpos de agua intermitentes. De las corrientes se registran dos arroyos: el Raya Ebanosa y el Tantoan (Figura IV.20). Asimismo, cabe mencionar que también se registran algunos aljibes, los cuales son utilizados como bebederos para el ganado (Figura IV.21).

Contaminación de aguas superficiales. En esta región hidrológica los desechos que se incorporan a las corrientes superficiales son de tipo industrial y municipal. El mayor volumen de residuos contaminantes lo generan las localidades de Ciudad Valles, Ciudad del Maíz, Tamuín, Tamazunchale, Rio verde, El Refugio, Cárdenas y El Naranjo. Los principales elementos contaminantes son sustancias químicas, sólidos, metales, basura, grasas, aceites, detergentes y organismos coliformes. Los mayores volúmenes de residuos industriales son generados en Ciudad Valles (102 911 m³/día); en Ciudad del Maíz (81 856 m³ /día) y en Tamuín (3 250 m³/día). Los mayores aportadores de residuos municipales son Tamazunchale (3 493 m³/día); Rio verde (2 767 m³/día); El Refugio (1 374 m³/día) y Cárdenas (1 341 m³/día) (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 2002)

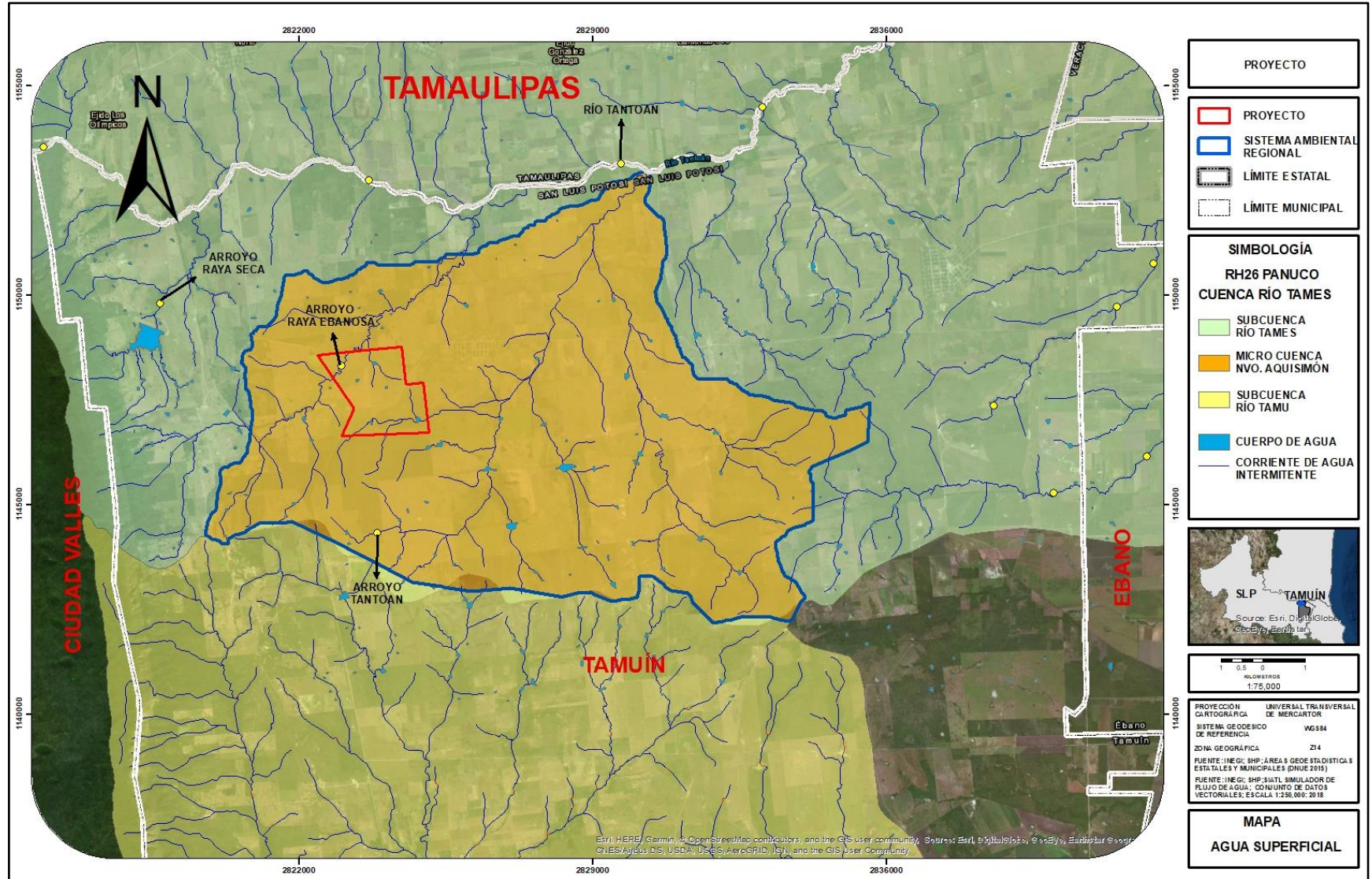


Figura IV.19. Microcuencia Nuevo Aquismón que conforma el SAR del proyecto Tamuín 1



Figura IV.20. Vista parcial del arroyo intermitente Raya Ebanosa que cruza el SAR y en particular el polígono del Proyecto



Figura IV.21. Vista de los bordos o agujajes localizados en el SAR del Proyecto

IV.2.2.5.2 Hidrología subterránea

En San Luis Potosí, las zonas geohidrológicas se asocian al relieve topográfico característico de la región, por lo cual se determina tres áreas claramente distinguibles: Mesa del Centro, ubicada en la porción occidental del estado; Sierra Madre Oriental, localizada en la porción central y Llanura Costera del Golfo Norte que corresponde a la zona oriental de San Luis. En las zonas favorables de la entidad, el agua subterránea forma acuíferos al almacenarse en material aluvial, en tobas arenosas y rocas volcánicas fracturadas que rellenan las fosas tectónicas, así como en las estructuras sinclinales de rocas sedimentarias de tipo calcáreo y en menor proporción en el fracturamiento de algunas rocas volcánicas que sobreyacen a éstas (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 2002).

El SAR se ubica en la zona geohidrológica Tamuín, que se localiza en la porción sudeste del estado de San Luis Potosí y cubre un área de 5 080.5 km², lo cual se ilustra en la figura IV.22. Este acuífero está conformado principalmente por rocas sedimentarias: casi 45% corresponde a lutitas, localizadas al centro y norte del área; un 30% de lutitas-areniscas identificadas al centro y sur, y un 20 % de material aluvial. El área restante está constituida principalmente por conglomerados y calizas. La permeabilidad de las lutita y lutita-arenisca es baja en comparación con las demás rocas presentes en el área.

Para el cálculo de la disponibilidad del agua subterránea, se aplica el procedimiento indicado en la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2000, que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales, que en la fracción relativa a las aguas subterráneas establece la expresión siguiente:

$$\begin{array}{l} \text{DISPONIBILIDAD MEDIA} \\ \text{ANUAL} \\ \text{DE AGUA DEL SUBSUELO} \\ \text{EN UN} \\ \text{ACUÍFERO} \end{array} = \begin{array}{l} \text{RECARGA} \\ \text{TOTAL} \\ \text{MEDIA ANUAL} \end{array} - \begin{array}{l} \text{DESCARGA} \\ \text{NATURAL} \\ \text{COMPROMETIDA} \end{array} - \begin{array}{l} \text{VOLUMEN DE AGUA} \\ \text{SUBTERRÁNEA} \\ \text{CONCESIONADO O} \\ \text{INSCRITO EN EL} \\ \text{REPDA} \end{array}$$

Donde:

- La recarga total media anual, corresponde con la suma de todos los volúmenes que ingresan al acuífero en forma de recarga vertical, que para el acuífero Tamuín es de 370.1 hectómetros cúbicos por año (hm³/año).
- La descarga natural comprometida se cuantifica mediante los volúmenes de agua concesionada de los manantiales y del caudal de los ríos que está comprometido como agua superficial, más las descargas que se deben conservar para no afectar a los acuíferos adyacentes, sostener el gasto ecológico y prevenir la migración de agua de mala calidad hacia el acuífero. Para el acuífero Tamuín, la descarga natural comprometida es de 290.2 hm³/año.
- En el acuífero Tamuín el volumen anual concesionado, de acuerdo con los títulos de concesión inscritos en el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA), de la Subdirección General de Administración del Agua, al 31 de marzo de 2011, es de 6.227443 hm³/año.

Al realizar la operación anterior, se obtiene 73.67 hm³/año, lo que indica que en la unidad hidrogeológica Tamuín existe agua disponible para nuevas concesiones.

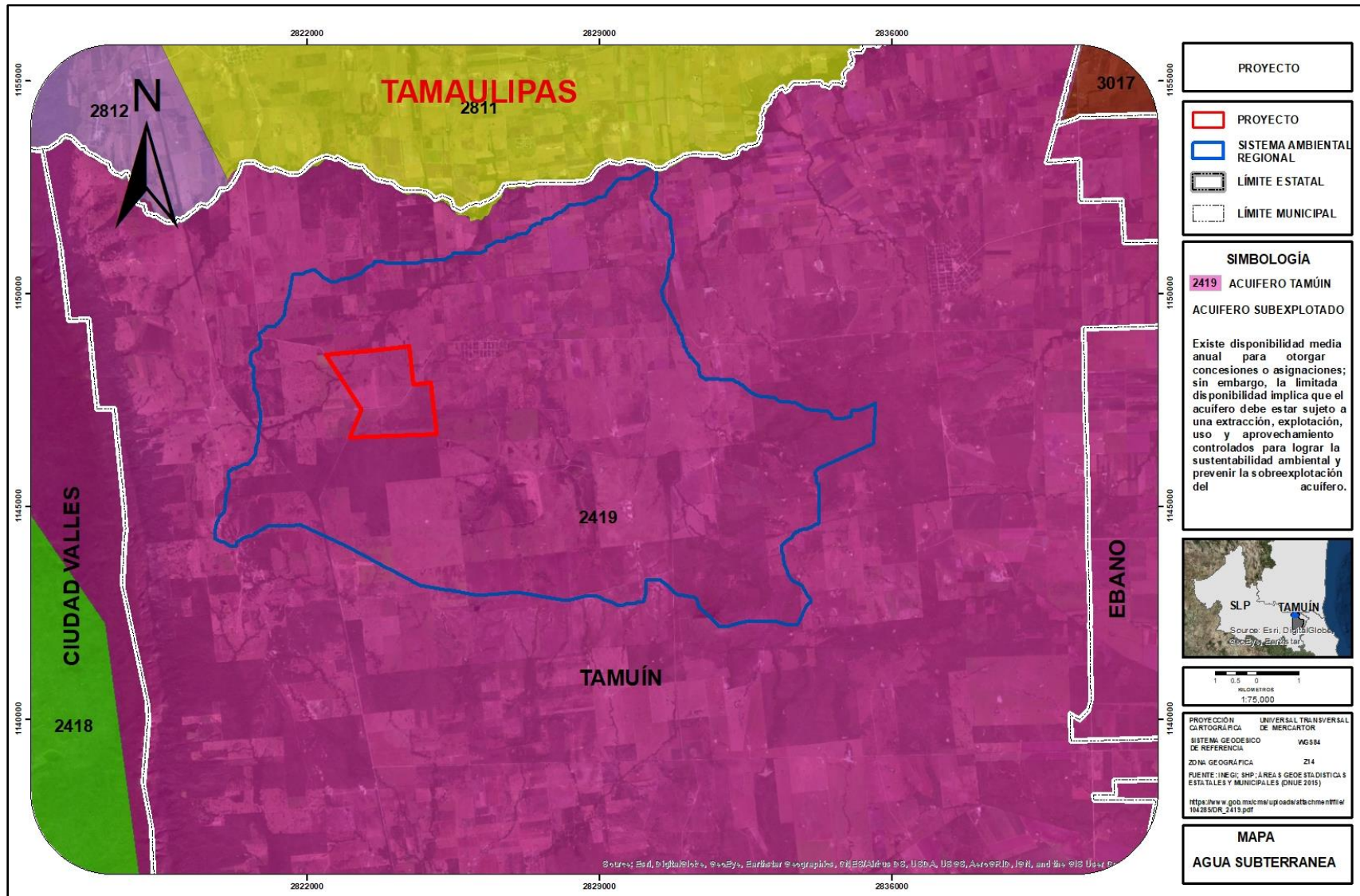


Figura IV.22. Ubicación del SAR con respecto al acuífero Tamuín

IV.3 Medio biótico

En este apartado se describe el conjunto de características bióticas del SAR, a fin de integrar una caracterización general y posteriormente, presentar un nivel de mayor detalle para aquellos elementos destacados, en función de la importancia intrínseca de dichos elementos o de su relación con el Proyecto.

IV.3.1 Vegetación y flora

En México, la gran diversidad biológica y la distribución espacial de las especies de plantas se explican en gran medida por 1) una combinación de factores abióticos, los cuales crean una gran heterogeneidad ambiental (dada por la amplia variedad de climas, condiciones geológicas y topográficas existentes en el país); 2) las complejas rutas o corredores biológicos; y 3) los distintos grados de intervención humana.

San Luis Potosí se divide en tres regiones florísticas, las cuales concuerdan a grandes rasgos con las zonas fisiográficas, climáticas y de vegetación existentes. Específicamente el SAR se ubica en la región caliente y semihúmeda a seca de la Planicie Costera y en las primeras estribaciones de la Sierra Madre Oriental. Florísticamente el SAR tiene afinidades meridionales pero está estrechamente ligada con la Vertiente Pacífica de México y Centroamérica (Rzedowsky, 1966).

De acuerdo con la cartografía de INEGI de uso de suelo y vegetación, serie VI 2017, prácticamente toda la superficie del SAR se identifica como Pastizal Cultivado (Pc), lo cual se aprecia en la figura IV.23. En los recorridos de campo en el SAR, se observó que el paisaje tiene un aspecto de mosaico, presentándose entremezclados predios con pastizales o cultivos y predios con manchones de vegetación secundaria formados por elementos de Selva Baja Caducifolia (SBC). Estos manchones se desarrollan en predios que temporalmente dejan de utilizarse por los ganaderos o agricultores y después de que transcurren algunos años se limpian para volverse a aprovechar. También se observaron manchones de vegetación secundaria en las orillas de los cuerpos de agua. Por esta razón toda la superficie del SAR (con excepción de los asentamientos humanos y los cuerpos de agua y sus riberas) es de uso pecuario y no existen terrenos forestales en el SAR. Como resultado de esta forma de aprovechamiento del territorio, la cobertura vegetal del SAR es dinámica, observándose predios que mantienen pastizales durante algunos años y si dejan de aprovecharse en ellos se establecen manchones de vegetación secundaria, por lo que la fisonomía de esa zona cambia. En la figura IV.24 se presentan imágenes del SAR que corresponden a diferentes años, al comparar dichas imágenes se aprecia la dinámica de la cubierta vegetal descrita.

La descripción de las comunidades vegetales del SAR consideró a los siguientes tipos: pastizal inducido y manchones de vegetación secundaria.

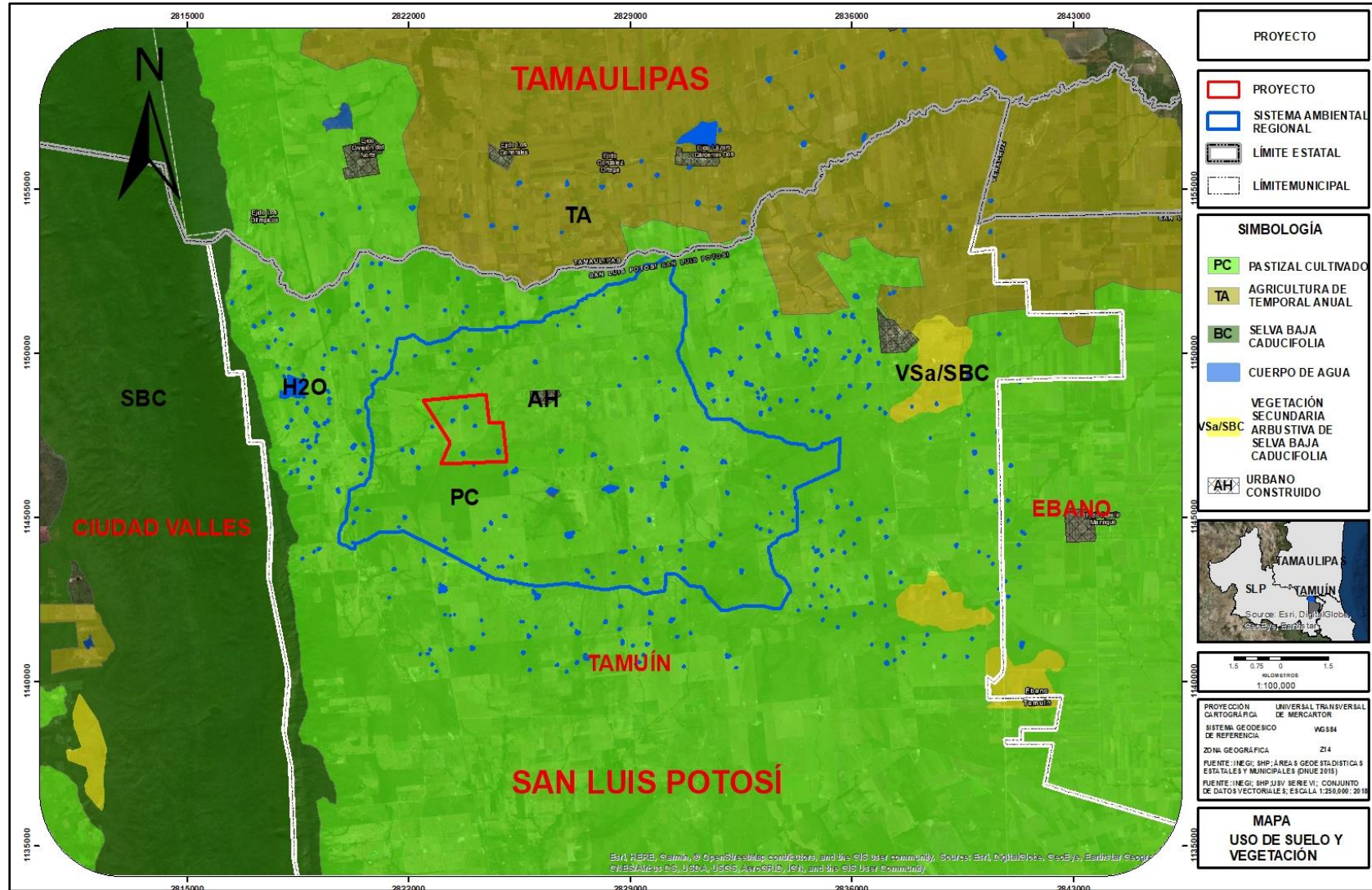
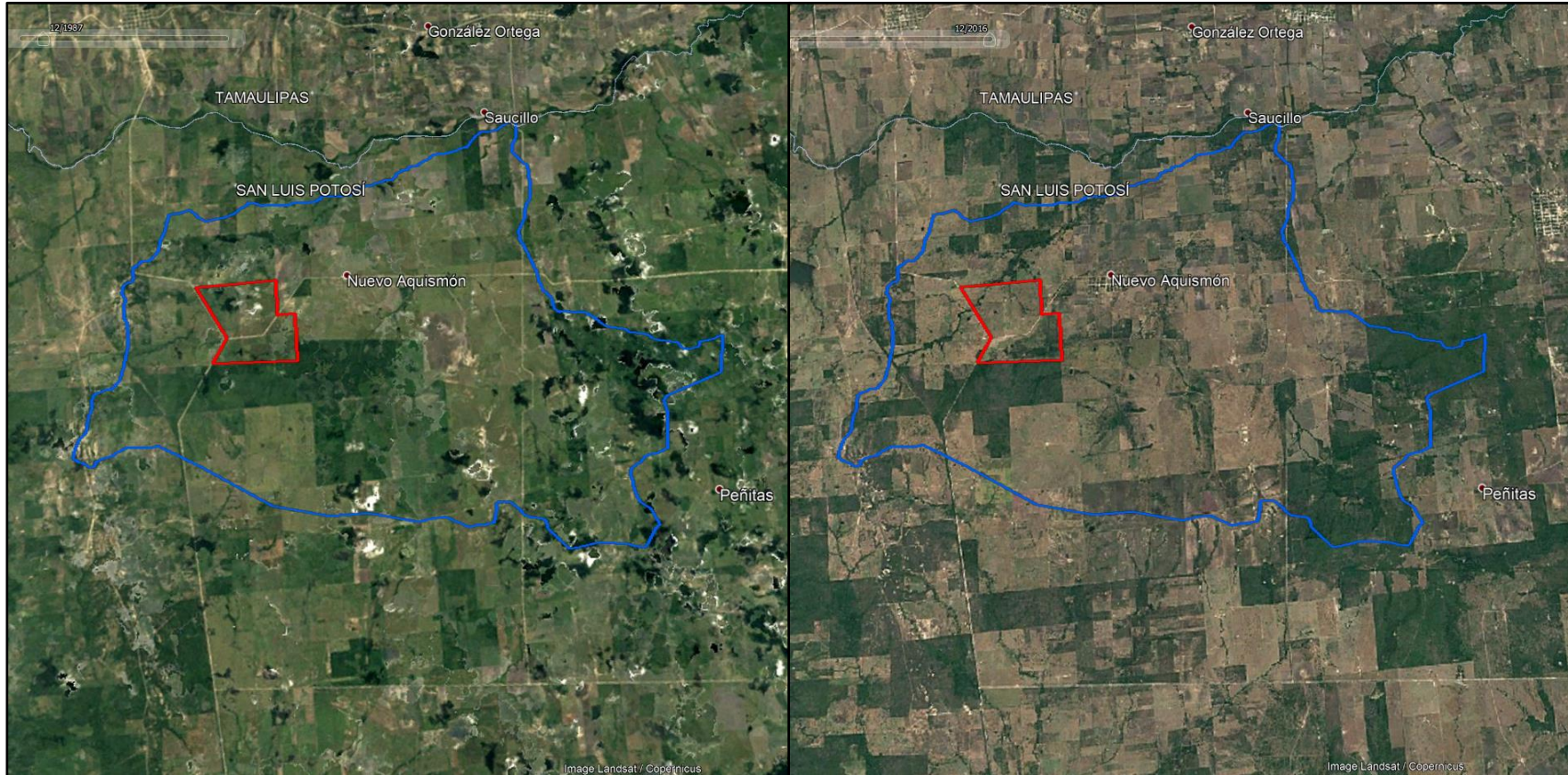


Figura IV.23 Uso de suelo y vegetación en el SAR

Fuente: INEGI, Uso de Suelo y Vegetación, serie VI 2017



Fuente: Google Earth

Figura IV.24 En las imágenes que muestra la cubierta vegetal en el SAR del proyecto Tamuín 1 que corresponden a los años 1987 y 2016.

IV.3.1.1 Método para el análisis de la vegetación

Para describir a las comunidades vegetales, se realizaron las siguientes actividades:

- 1) Revisión de documentos y cartografía. En gabinete se revisaron publicaciones oficiales y estudios (de INEGI y gobierno del estado) y la cartografía digital serie VI 2017, de INEGI.
- 2) Recorridos de campo. Se realizaron recorridos en el SAR para hacer el registro de los usos de suelo y las comunidades de plantas e identificar a las especies fisonómicamente dominantes. Con base en esta información y la revisión de la cartografía se hizo una descripción general del uso de suelo y la vegetación en el SAR, la cual sirvió de base para ubicar los sitios para realizar el muestreo de manchones de vegetación secundaria y caracterizar a los pastizales inducidos (ver anexo B)
- 3) Muestreo de la vegetación. En el SAR se ubicaron siete sitios para el muestreo de la vegetación secundaria. Las coordenadas de los sitios se presentan en la tabla IV.4 y en la figura IV.25 se muestra su ubicación. El diseño de muestreo de la vegetación se basó en los criterios de Romahn de la Vega (1994) y FMCN, CONAFOR, USAID, USFS (2018). En cada sitio se ubicó una parcela de 1000 m² para el registro de los árboles (individuos leñosos con un diámetro del tronco (a 1.30 m de altura) mayor o igual a 5 cm), la forma de la parcela fue circular o rectangular (círculos de un radio de 17.84 m y rectángulos de 10 x 100 m) la forma dependió del tamaño del manchón de vegetación a muestrear. Dentro de estas parcelas se situó un área de circular de 5.64 m de radio (100 m²) para el registro de los arbustos y un cuadrado 1x1 m (1 m²) para el levantamiento de información de las herbáceas. Para las hierbas y arbustos se registró el nombre de la especie, la cobertura del individuo y su altura, mientras que para los arboles además de estas variables también se registró el diámetro normalizado del tronco (a 1.30 m). Para estas mediciones se utilizaron cintas diamétricas y flexómetros, así como clinómetros Sunnto para el registro de la altura total de cada individuo. Los datos tomados se registraron en formatos *ad hoc*, los registros del medio ambiente se complementaron con información bibliográfica o cartográfica. Como ya se indicó, la caracterización de los pastizales cultivados (composición de especies) se realizó durante los recorridos por el SAR.

Los recorridos en el SAR y los muestreos de la vegetación se realizaron durante 5 días (del 16 al 20 de noviembre de 2018). En el primer día se recorrió todo el SAR para registrar los diferentes usos de suelo existentes y en los cuatro días restantes se realizaron los muestreos de la vegetación. Estas actividades se ejecutaron con una brigada de 4 personas. En el Anexo B se presentan fotografías del trabajo de campo y esquemas de la forma en que tomaron las mediciones.

Tabla IV.4 Coordenadas UTM (Zona 14N) de los sitios de muestreo de vegetación secundaria en el SAR del Proyecto

Sitio	X	Y
1	515,534.17	2,468,445.21
2	515,699.07	2,468,636.76
3	515,378.81	2,468,298.05
4	514,869.42	2,469,275.96
5	514,580.71	2,469,225.54
6	513,906.34	2,469,164.59
7	513,410.00	2,468,409.00

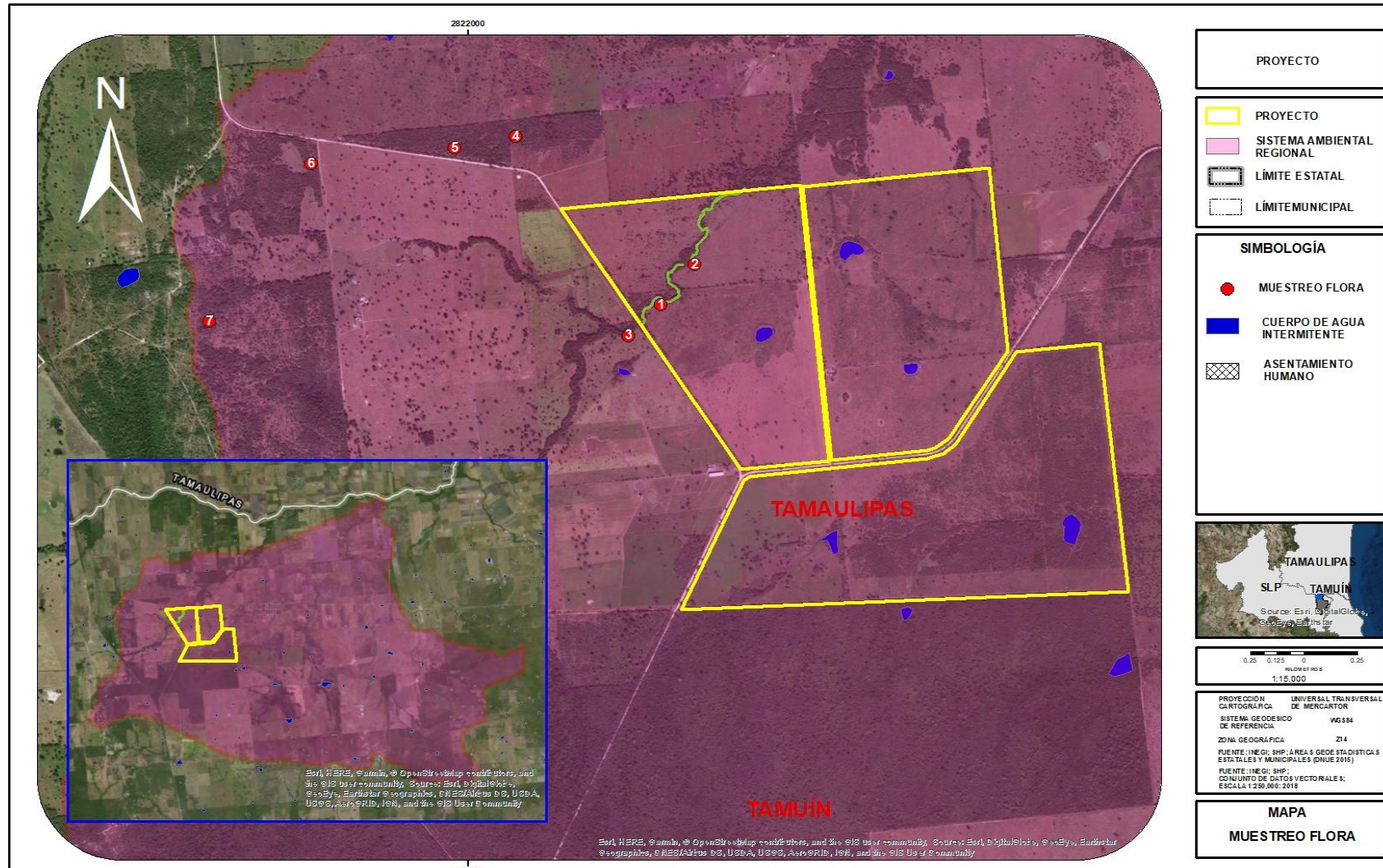


Figura IV.25 Ubicación de los sitios de muestreo de vegetación en el SAR del Proyecto

IV.3.1.2 Indicadores utilizados para la caracterización de la vegetación

Con la información proveniente del muestreo de la vegetación, se calculó la densidad, frecuencia y dominancia de las especies con el fin de estimar su Valor de Importancia (Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974). A nivel de comunidad se estimó el índice de diversidad Shannon-Wiener (H'), el Índice de Equidad (J'), Índice de similitud de Jaccard (Coeficiente de similitud I) y el Índice Gamma.

1. Densidad absoluta (d). Es el número de individuos de una especie en un área determinada.

$$d = N_i / \text{Área}$$

Donde:

d = Densidad

N_i = Total de individuos de cada especie en un área determinada.

2. Densidad relativa (dr). Es el porcentaje del número de individuos de la especie i con respecto al número total de individuos presentes en un área determinada.

$$dr = (N_i / \sum N_i) \times 100$$

Donde:

N_i = Número de individuos de cada especie

$\sum N_i$ = Número total de individuos presentes en un área determinada

3. Frecuencia Absoluta (F). Se refiere al número de muestras en las que aparece una especie.

$$F = P_i / \sum P$$

Donde:

P_i = Número de muestras donde se presenta la especie i

$\sum P$ = Número total de muestras

4. Frecuencia relativa (Fr). Es el porcentaje de la frecuencia con la que ocurre una especie respecto de la suma de frecuencias de todas las especies.

$$Fr = \frac{F_i}{\sum F} \times 100$$

Donde:

F = Frecuencia absoluta de la especie i

$\sum F$ = Sumatoria de las frecuencias de todas las especies

5. Dominancia absoluta (Do). La dominancia puede estimarse a partir de la densidad, la cobertura o el área basal de las especies. Para este estudio, es la cobertura de todos los individuos de una especie que se encuentran en un área dada.

6. Dominancia relativa (Dor): Es el porcentaje de la cobertura de una especie respecto de la suma de cobertura de todas las especies.

$$Dor = \frac{A_i}{\sum A} \times 100$$

Donde:

A_i = Cobertura de la especie i

ΣA = Suma de la cobertura de todas las especies

7. Índice de Valor de Importancia (IVI)

$$IVI = dr + Fr + Dor$$

Donde:

dr = Densidad Relativa

Fr = Frecuencia relativa

Dor = Dominancia relativa

8. Índice de Diversidad Shannon-Wiener (H')

$$H' = - \sum P_i (\log P_i)$$

Donde:

P_i = Proporción de la especie (n_i) en la muestra total (N): $P_i = n_i / N$

N = Número total de individuos

9. Índice de Equitatividad (J')

$$J' = \frac{H'}{\log_2 S}$$

Donde:

H = Índice de Shannon-Wiener

S = número de especies

$\log_2 S$ = Es la diversidad máxima que se obtendría si la distribución de las abundancias de las especies en la comunidad fuesen perfectamente equitativa

10. Índice Gamma (Schluter y Ricklefs, 1993)

Gamma = diversidad alfa promedio x diversidad beta x dimensión de la muestra

Donde:

Diversidad alfa promedio = Número promedio de especies en una comunidad

Diversidad beta = Inverso de la dimensión específica, es decir, 1/número promedio de comunidades ocupadas por una especie

Dimensión de la muestra = Número total de comunidades

Como se mencionó en párrafos anteriores, la cubierta vegetal del SAR, de acuerdo con la clasificación de INEGI, serie VI 2017, se identifica en su totalidad como Pastizal Cultivado, pero se presentan manchones de vegetación secundaria en parcelas que temporalmente dejan de aprovecharse. También se registraron manchones de vegetación secundaria en las orillas de arroyos intermitentes (temporales), estas áreas sirven de sombra al ganado vacuno.

IV.3.1.3 Pastizal Cultivado.

Esta comunidad de plantas es dominada por gramíneas o especies graminoides, se forma con el desmonte de cualquier tipo de vegetación y la siembra de diferentes especies de pastos. Las especies encontradas en el SAR son: *Digitaria decumbens* (Zacate pangola), *Pennisetum ciliaris* (Zacate buffel), *Panicum maximum* (Zacate guineo o privilegio), *Panicum purpurascens* (Zacate pará).

El pastizal cultivado se distribuye en la totalidad del SAR, observándose la presencia de algunos elementos arbóreos y arbustivos aislados de especies secundarias, así como algunos manchones de árboles y arbustos que no constituyen vegetación forestal, la presencia de árboles aislados se observa sobre todo en los pastizales ubicados en las laderas. Las especies de árboles que comúnmente se encuentran son: *Piscidia piscipula*, *Parmentiera aculeata*, *Prosopis laevigata*, *Ebenopsis ebano* y *Guazuma ulmifolia*. Asimismo, en los márgenes de algunos arroyos intermitentes se distribuyen individuos leñosos de especies secundarias, entre otras, *Acacia cornigera*, *Guazuma ulmifolia*, *Pithecellobium dulce*, *Acacia unijuga*, *Prosopis laevigata* y *Sabal mexicana*, formando manchones que semejan una vegetación de galería. En la figura IV.26 se ejemplifica el paisaje de los pastizales en el SAR.

IV.3.1.4 Vegetación secundaria.

En el SAR se encuentran manchones de vegetación secundaria en las parcelas que temporalmente dejan de utilizarse, por lo que a nivel regional se aprecia un paisaje que semeja un mosaico formado por terrenos con pastizales inducidos o cultivos y predios con manchones de vegetación secundaria. En las figuras IV.27 y IV.28 se presentan imágenes panorámicas del SAR las cuales ejemplifican este patrón de cubierta vegetal. Cabe señalar que algunos individuos arbóreos se encuentran dentro de los pastizales cultivados y son utilizados como sombra para el ganado.

La fisonomía de los manchones de vegetación secundaria en el SAR se caracteriza por la dominancia de árboles de la familia Fabácea, de 5 a 12 m de alto, con copas de poca amplitud y un tallo bien definido; sus hojas son compuestas y rara vez simples que regularmente se encuentran presentes durante la mitad del año, las ramas son delgadas y dispuestas a poca distancia una de otra; la corteza comúnmente es gris, cuadriculada o con grietas difusas

Los individuos arbustivos comúnmente se ramifican desde la base, provocando un aspecto de una cobertura amplia. El estrato herbáceo está ausente en la época seca del año, no así en la temporada de lluvias cuando aparecen una gran cantidad de especies herbáceas, entre otras gramíneas y compuestas (ver Anexo C, Fotográfico Vegetación).

Los manchones de vegetación secundaria no progresan para formar alguna comunidad forestal (por ejemplo, selva) porque después de mantenerse algunos años la vegetación es eliminada y los terrenos vuelven a ocuparse para realizar actividades pecuarias para la crianza de ganado bovino. En la figura IV.29 se ejemplifica el aspecto al interior de un manchón de vegetación secundaria y se observa que dominan individuos de tallo delgado.



Figura IV.26. Pastizal cultivado presente en el SAR del Proyecto, se observan árboles aislados y manchones de vegetación secundaria



Polígono 1

Polígono 2

Figura IV.27 Vistas panorámicas del sitio del Proyecto en las que observan el uso agropecuario y algunos

manchones de vegetación secundaria.



Figura IV.28 Vista panorámicas del sitio del Proyecto (polígono 3) en las que observan el uso agropecuario y algunos manchones de vegetación secundaria en las orillas de un cauce de agua intermitente y un aguaje que se utiliza como bebedero para el ganado vacuno.



Figura IV.29 Manchones de vegetación secundaria en el SAR del Proyecto en la imagen superior izquierda se aprecia la fisonomía de los manchones de vegetación por la dominancia de *Sabal mexicana*

IV.3.1.5 Composición, estructura y diversidad de los manchones de vegetación secundaria en el SAR

En los manchones de vegetación secundaria se observa un arreglo vertical de las plantas, identificándose las siguientes capas: un estrato arbóreo y un arbustivo en los que dominan fisonómicamente especies de la familia Fabáceae, y un estrato herbáceo en el que fisonómicamente dominan especies de la familia Euphorbiace. Es notable la presencia de especies secundarias como son: *Guazuma ulmifolia*, *Karwinskia humboldtiana*, *Zanthoxylum fagara*, *Caesalpinia mexicana*, *Acacia farnesiana*, *Acacia unijuga*, *Havardia pallens*, entre otras.

En total se registraron 55 especies de plantas (ver Anexo C Fotográfico Vegetación y Anexo E Listado de especies de plantas registradas en el SAR) lo que representa tan solo el 8.5% de las especies registradas en la Reserva de la Biosfera Sierra del Abra Tanchipa. Considerando que éste es un sistema conservado, el bajo porcentaje de la riqueza de especies presentes en el SAR es un indicador del alto grado de deterioro de la diversidad en el SAR, lo cual se asocia al uso y transformación del ambiente que ha ocurrido desde hace décadas.

IV.3.1.6 Estrato arbóreo

En este estrato se identificaron 23 especies que pertenecen a 12 familias; la familia Fabaceae fue la de mayor riqueza con 10 especies y también fue la más abundante (se registraron 863 individuos). En las tablas IV.5 y IV.6 se presenta la composición florística de este estrato y la información de la riqueza de especies y abundancia por familia, en el Anexo F, se presentan las Memorias de Cálculo del Índice de Diversidad de Shannon-Wiener para los estratos de los manchones de vegetación.

Como se observa en la tabla IV.7, las especies dominantes en este estrato fueron *Sabal mexicana* (familia Arecaceae) con un IVI de 51.03, *Guazuma ulmifolia* (familia Malvaceae) con un IVI de 35.29, *Pithecellobium dulce* (familia Fabaceae) con un IVI de 28.73 y *Acacia unijuga* (familia Fabaceae) con un IVI de 24.46. Como se aprecia en la figura IV.30 el alto valor del IVI de *Sabal mexicana* es por su cobertura relativa (en la figura IV.29 se muestra la fisonomía de la vegetación por efecto de esta especie); mientras que el alto valor del IVI en las otras especies dominantes de este estrato es por su densidad relativa.

Tabla IV.5 Riqueza de especies y abundancia por familia en los estratos de los manchones de vegetación secundaria

Familia	Riqueza (No.especies)	Abundancia individuos/ha
Estrato arbóreo		
Arecaceae	1	31
Bignoniaceae	3	24
Burseraceae	1	40
Euphorbiaceae	1	1
Fabaceae	10	863
Malvaceae	1	370
Nyctaginaceae	1	61
Rhamnaceae	1	17
Rubiaceae	1	94
Rutaceae	1	224
Salicaceae	1	7
Sapotaceae	1	39
Total	23	1,773
Estrato arbustivo		
Arecaceae	1	14
Bignoniaceae	1	43
Bromeliaceae	1	271
Cactaceae	2	86
Fabaceae	8	429
Malvaceae	1	343
Rhamnaceae	1	243
Rubiaceae	1	157
Rutaceae	1	171
Sapotaceae	1	100
Solanaceae	1	14
Total	19	1,871
Estrato herbáceo		
Acanthaceae	2	44,286
Asteraceae	2	24,286
Boraginaceae	1	4,286
Commelinaceae	1	5,714
Convolvulaceae	1	4,286
Cucurbitaceae	1	2,857
Euphorbiaceae	5	30,000
Fabaceae	1	4,286
Lamiaceae	1	11,429
Malpighiaceae	1	1,429
Malvaceae	4	88,571
Petiveriaceae	1	10,000
Phyllanthaceae	1	2,857
Poaceae	2	72,857
Rubiaceae	1	1,429
Solanaceae	1	7,143
Verbenaceae	2	14,286
Total	28	330,000

Tabla IV.6 Composición florística del estrato arbóreo de los manchones de vegetación secundaria en el SAR

No.	Familia	Nombre común	Nombre científico	Distribución
1	Arecaceae	Palma de micharos	<i>Sabal mexicana</i> Mart.	No Endémica
2	Bignoniaceae	Chote	<i>Parmentiera aculeata</i> (Kunth) Seem.	No Endémica
3	Bignoniaceae	Rosa morada	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) DC.	No Endémica
4	Bignoniaceae	Cirian	<i>Crescentia alata</i> Kunth	No Endémica
5	Burseraceae	Chaca	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	No Endémica
6	Euphorbiaceae	Ortiga	<i>Cnidoscolus urens</i> (L.) Arthur	No Endémica
7	Fabaceae	Ébano	<i>Ebenopsis ebano</i> (Berland.) Barneby & J.W. Grimes	No Endémica
8	Fabaceae	Rajador	<i>Lysiloma divaricatum</i> (Jacq.) J.F. Macbr.	No Endémica
9	Fabaceae	Carnizuelo	<i>Acacia cornigera</i> (L.) Willd.	No Endémica
10	Fabaceae	Guamuchil	<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth.	No Endémica
11	Fabaceae	Gavia	<i>Acacia unijuga</i> Rose	No Endémica
12	Fabaceae	Chijol	<i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg.	No Endémica
13	Fabaceae	Huizache	<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.	No Endémica
14	Fabaceae	Mezquite	<i>Prosopis laevigata</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) M.C. Johnst.	Endémica
15	Fabaceae	Tabachin de monte	<i>Caesalpinia mexicana</i> A. Gray	No Endémica
16	Fabaceae	Tenaza	<i>Havardia pallens</i> (Benth.) Britton & Rose	No Endémica
17	Malvaceae	Aquiche	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	No Endémica
18	Nyctaginaceae	Uña de gato	<i>Pisonia aculeata</i> L.	No Endémica
19	Rhamnaceae	Tullidor	<i>Karwinskia humboldtiana</i> (Schult.) Zucc.	No Endémica
20	Rubiaceae	Crucillo	<i>Randia obcordata</i> S. Watson	No Endémica
21	Rutaceae	Pochotillo	<i>Zanthoxylum fagara</i> (L.) Sarg.	No Endémica
22	Salicaceae	Granadillo	<i>Xylosma flexuosa</i> (Kunth) Hemsl.	No Endémica
23	Sapotaceae	Capulincillo	<i>Sideroxylon durifolium</i> (Standl.) T.D. Penn.	No Endémica

Tabla IV.7 Índice de Valor de Importancia (IVI) de las especies del estrato arbóreo de los manchones de vegetación secundaria en el SAR del Proyecto

No.	Nombre común	Nombre Científico	Densidad relativa %	Dominancia relativa %	Frecuencia relativa %	IVI
1	Ébano	<i>Ebenopsis ebano</i> (Berland.) Barneby & J.W. Grimes	2.50	2.26	3.66	8.42
2	Rajador	<i>Lysiloma divaricatum</i> (Jacq.) J.F. Macbr.	3.38	2.57	7.32	13.27
3	Carnizuelo	<i>Acacia cornigera</i> (L.) Willd.	0.89	0.75	3.66	5.30
4	Aquiche	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	20.87	5.89	8.54	35.29
5	Crucillo	<i>Randia obcordata</i> S. Watson	5.32	0.38	8.54	14.23
6	Chote	<i>Parmentiera aculeata</i> (Kunth) Seem.	0.56	0.75	2.44	3.76
7	Guamuchil	<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth.	15.07	6.34	7.32	28.73
8	Gavia	<i>Acacia unijuga</i> Rose	17.00	1.36	6.10	24.46
9	Chijol	<i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg.	0.97	2.57	3.66	7.19
10	Ortiga	<i>Cnidocolus urens</i> (L.) Arthur	0.08	0.08	1.22	1.38
11	Uña de gato	<i>Pisonia aculeata</i> L.	3.46	0.38	6.10	9.94
12	Huizache	<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.	1.21	0.38	2.44	4.03
13	Mezquite	<i>Prosopis laevigata</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) M.C. Johnst.	1.13	1.36	3.66	6.15
14	Palma de micharos	<i>Sabal mexicana</i> Mart.	1.77	44.38	4.88	51.03
15	Rosa morada	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) DC.	0.32	13.66	2.44	16.42
16	Tabachin de monte	<i>Caesalpinia mexicana</i> A. Gray	1.53	0.38	2.44	4.35
17	Granadillo	<i>Xylosma flexuosa</i> (Kunth) Hemsl.	0.40	4.68	1.22	6.30
18	Pochotillo	<i>Zanthoxylum fagara</i> (L.) Sarg.	12.65	1.06	6.10	19.81
19	Tenaza	<i>Havardia pallens</i> (Benth.) Britton & Rose	5.00	2.94	4.88	12.82
20	Capulincillo	<i>Sideroxylon durifolium</i> (Standl.) T.D. Penn.	2.18	0.38	4.88	7.43
21	Chaca	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	2.26	6.34	3.66	12.25
22	Tullidor	<i>Karwinskia humboldtiana</i> (Schult.) Zucc.	0.97	0.08	3.66	4.70
23	Cirian	<i>Crescentia alata</i> Kunth	0.48	1.06	1.22	2.76

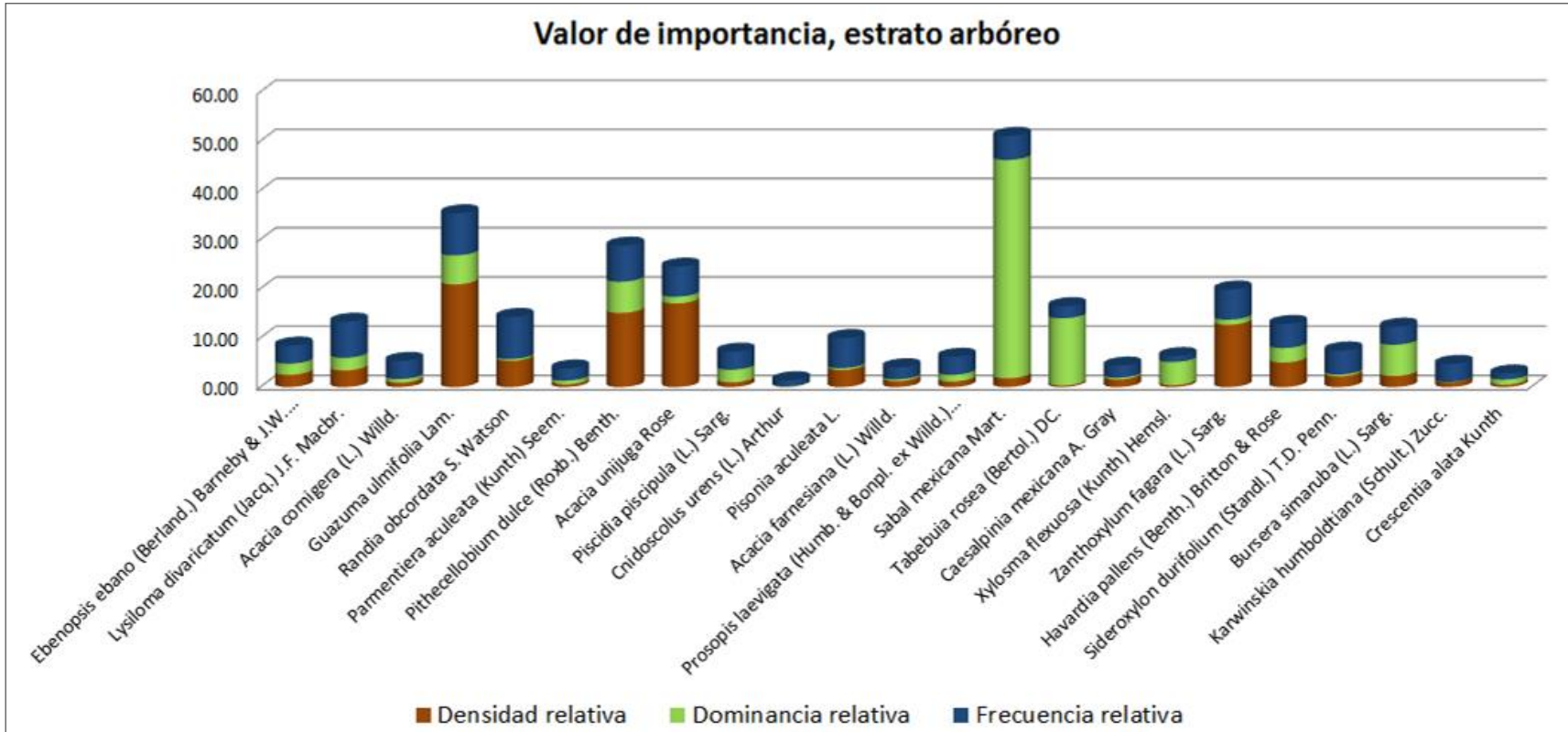


Figura IV.30 Importancia de la densidad, frecuencia y abundancia relativas en el IVI de las especies del estrato arbóreo de los manchones de vegetación secundaria en el SAR del Proyecto

IV.3.1.7 Estrato arbustivo

En este estrato se identificaron 19 especies que pertenecen a 11 familias; en este estrato también la familia Fabaceae fue la de mayor riqueza con 8 especies y también fue la más abundante (se registraron 429 individuos). En las tablas IV.8 y IV.9 se presenta la composición florística de este estrato y la información de la riqueza de especies y abundancia por familia.

Las especies dominantes en este estrato son *Guazuma ulmifolia* (Familia Malvaceae) y *Karwinskia humboldtiana* (Familia Rhamnaceae) con un IVI de 32.24 y 31.64 respectivamente; *Randia obcordata* (Familia Rubiaceae) con un IVI de 27.01 y *Bromelia pinguin* (Bromeliaceae) con 25.53 de IVI (ver tabla IV.9). El alto valor del IVI de estas especies es por su densidad y frecuencia relativas, lo cual se observa en la figura IV.31.

Tabla IV.8 Composición florística del estrato arbustivo de los manchones de vegetación secundaria en el SAR

No.	Familia	Nombre común	Nombre científico	Distribución
1	Arecaceae	Palma de micharos	<i>Sabal mexicana</i> Mart.	No Endémica
2	Bignoniaceae	Chote	<i>Parmentiera aculeata</i> (Kunth) Seem.	No Endémica
3	Bromeliaceae	Guamara	<i>Bromelia pinguin</i> L.	No Endémica
4	Cactaceae	Nopal	<i>Opuntia dejecta</i> Salm-Dyck.	No Endémica
5	Cactaceae	Jacube	<i>Acanthocereus tetragonus</i> (L.) Hummelinck	No Endémica
6	Fabaceae	Huizache	<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.	No Endémica
7	Fabaceae	Carnizuelo	<i>Acacia cornigera</i> (L.) Willd.	No Endémica
8	Fabaceae	Gavia	<i>Acacia unijuga</i> Rose	No Endémica
9	Fabaceae	Tabachin de monte	<i>Caesalpinia mexicana</i> A. Gray	No Endémica
10	Fabaceae	Mezquite	<i>Prosopis laevigata</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) M.C. Johnst.	Endémica
11	Fabaceae	Guamuchil	<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth.	No Endémica
12	Fabaceae	Palo azul	<i>Eysenhardtia polystachya</i> (Ortega) Sarg.	No Endémica
13	Fabaceae	Chijol	<i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg.	No Endémica
14	Malvaceae	Aquiche	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	No Endémica
15	Rhamnaceae	Tullidor	<i>Karwinskia humboldtiana</i> (Schult.) Zucc.	No Endémica
16	Rubiaceae	Crucillo	<i>Randia obcordata</i> S. Watson	No Endémica
17	Rutaceae	Pochotillo	<i>Zanthoxylum fagara</i> (L.) Sarg.	No Endémica
18	Sapotaceae	Capulincillo	<i>Sideroxylon durifolium</i> (Standl.) T.D. Penn.	No Endémica
19	Solanaceae	Chile	<i>Capsicum annuum</i> L.	No Endémica

Tabla IV.9 Índice de Valor de Importancia (IVI) de las especies del estrato arbustivo de los manchones de vegetación secundaria en el SAR del Proyecto

Nombre común	Nombre Científico	Densidad relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	IVI
Huizache	<i>Acacia farnesiana (L.) Willd.</i>	7.69	4.55	5.00	17.24
Tullidor	<i>Karwinskia humboldtiana (Schult.) Zucc.</i>	13.08	6.07	12.50	31.64
Carnizuelo	<i>Acacia cornigera (L.) Willd.</i>	1.54	5.69	2.50	9.72
Aquiche	<i>Guazuma ulmifolia Lam.</i>	18.46	3.78	10.00	32.24
Gavia	<i>Acacia unijuga Rose</i>	2.31	4.55	2.50	9.36
Palma de micharos	<i>Sabal mexicana Mart.</i>	0.77	9.10	2.50	12.37
Tabachin de monte	<i>Caesalpinia mexicana A. Gray</i>	5.38	4.55	7.50	17.43
Crucillo	<i>Randia obcordata S. Watson</i>	8.46	6.05	12.50	27.01
Mezquite	<i>Prosopis laevigata (Humb. & Bonpl. ex Willd.) M.C. Johnst.</i>	0.77	4.55	2.50	7.82
Chote	<i>Parmentiera aculeata (Kunth) Seem.</i>	2.31	6.05	2.50	10.86
Guamara	<i>Bromelia pinguin L.</i>	14.62	3.41	7.50	25.53
Pochotillo	<i>Zanthoxylum fagara (L.) Sarg.</i>	9.23	5.28	7.50	22.01
Nopal	<i>Opuntia dejecta Salm-Dyck.</i>	2.31	6.82	2.50	11.63
Capulincillo	<i>Sideroxylon durifolium (Standl.) T.D. Penn.</i>	5.38	4.55	10.00	19.93
Jacube	<i>Acanthocereus tetragonus (L.) Hummelinck</i>	2.31	9.10	5.00	16.41
Guamuchil	<i>Pithecellobium dulce (Roxb.) Benth.</i>	3.85	6.82	2.50	13.17
Chile	<i>Capsicum annuum L.</i>	0.77	4.55	2.50	7.82
Palo azul	<i>Eysenhardtia polystachya (Ortega) Sarg.</i>	0.77	4.55	2.50	7.82
Chijol	<i>Piscidia piscipula (L.) Sarg.</i>	0.77	9.10	2.50	12.37

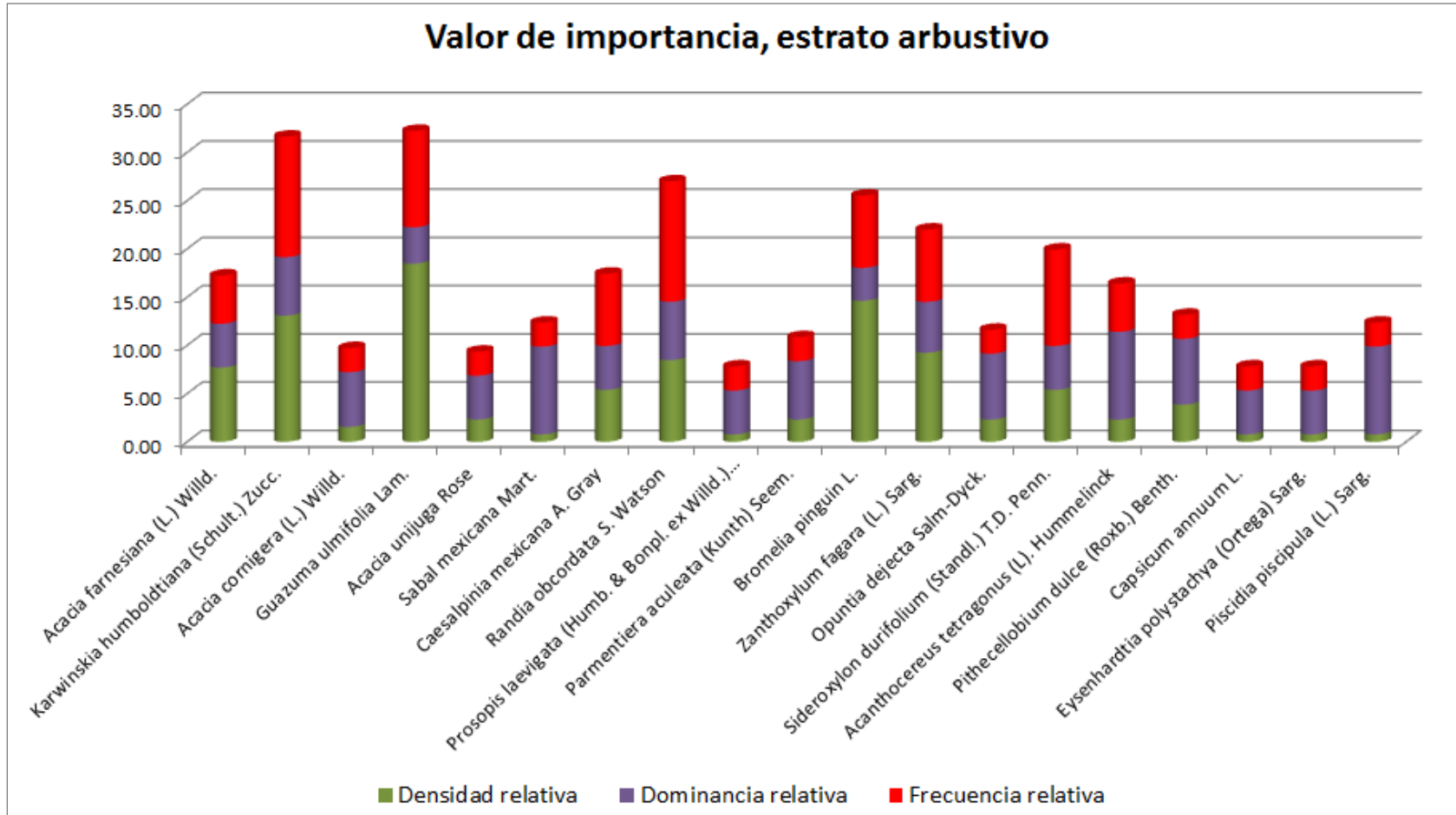


Figura IV.31 Importancia de la densidad, frecuencia y abundancia relativas en el IVI de las especies del estrato arbustivo de los manchones de vegetación secundaria en el SAR del Proyecto

IV.3.1.8 Estrato herbáceo

En este estrato se identificaron 28 especies que pertenecen a 17 familias; en este estrato las familias *Euphorbiaceae* y *Malvaceae* fueron la de mayor riqueza con 5 y 4 especies, respectivamente y *Malvaceae* y *Poaceae* fueron las más abundantes. En las tablas IV.10 y IV.11 se presenta la composición florística de este estrato y la información de la riqueza de especies y abundancia por familia.

Las especies dominantes en este estrato fueron *Dichanthium annulatum* (Poaceae) con un IVI de 31.39, *Ayenia compacta* (Malvaceae) con un IVI de 22.73 y *Tetramerium nervosum* (Acanthaceae) con un IVI de 22.65 (ver tabla IV.11). El alto valor del IVI de *Dichanthium annulatum* es por su densidad relativa, mientras que en *Ayenia compacta* y *Tetramerium nervosum* también es importante la frecuencia relativa, lo cual se observa en la figura IV.32.

Tabla IV.10 Composición florística del estrato herbáceo de los manchones de vegetación secundaria en el SAR

No.	Familia	Nombre común	Nombre científico	Distribución
1	Acanthaceae	Olotillo	<i>Tetramerium nervosum</i> Nees	No Endémica
2	Acanthaceae	Cordon de San Juan	<i>Elytraria imbricata</i> (Vahl) Pers.	No Endémica
3	Asteraceae	Flor amarilla	<i>Aldama dentata</i> La Llave.	No Endémica
4	Asteraceae	Totalquelite	<i>Melanthera nivea</i> (L.) Small	No Endémica
5	Boraginaceae	Rabo de alacran	<i>Heliotropium angiospermum</i> Murray	No Endémica
6	Commelinaceae	Tripa de pollo	<i>Commelina diffusa</i> Burm. f.	No Endémica
7	Convolvulaceae	Campanitas	<i>Ipomoea purpurea</i> (L.) Roth	No Endémica
8	Cucurbitaceae	Melón amargo	<i>Momordica charantia</i> L.	No Endémica
9	Euphorbiaceae	Palillo	<i>Croton cortesianus</i> Kunth	No Endémica
10	Euphorbiaceae	Hoja sierra	<i>Croton ciliatoglandulifer</i> Ortega	No Endémica
11	Euphorbiaceae	Hierba del cancer	<i>Acalypha ostryifolia</i> Riddell ex J.M. Coult.	No Endémica
12	Euphorbiaceae	Hierba de la golondrina	<i>Euphorbia prostrata</i> Aiton	No Endémica
13	Euphorbiaceae	Hierba de la cabra	<i>Croton capitatus</i> Michx.	No Endémica
14	Fabaceae	Pega-pega	<i>Desmodium grahamii</i> A. Gray	No Endémica
15	Lamiaceae	Albahaca de monte	<i>Ocimum micranthum</i> Willd.	No Endémica
16	Malpighiaceae	Bola de alacran	<i>Gaudichaudia albida</i> Schltldl. & Cham.	No Endémica
17	Malvaceae	Malva de los cerros	<i>Melochia tomentosa</i> L.	No Endémica
18	Malvaceae	Bola verde	<i>Ayenia compacta</i> Rose	No Endémica
19	Malvaceae	Pelotazo	<i>Abutilon trisulcatum</i> (Jacq.) Urb.	No Endémica
20	Malvaceae	Taparrabo	<i>Malvastrum americanum</i> (L.) Torr.	No Endémica
21	Petiveriaceae	Coralillo	<i>Rivina humilis</i> L.	No Endémica
22	Phyllanthaceae	Dormilona	<i>Phyllanthus niruri</i> L.	No Endémica
23	Poaceae	Zacate	<i>Dichanthium annulatum</i> (Forssk.) Stapf	No Endémica
24	Poaceae	Carricillo	<i>Lasiacis ruscifolia</i> (Kunth) Hitchc.	No Endémica
25	Rubiaceae	Tomillo silvestre	<i>Diodia teres</i> Walter	No Endémica
26	Solanaceae	Chilito	<i>Capsicum annum</i> L.	No Endémica
27	Verbenaceae	Cadillo de bolsa	<i>Priva lappulacea</i> (L.) Pers.	No Endémica
28	Verbenaceae	Cabeza arriera	<i>Tamonea curassavica</i> (L.) Pers.	No Endémica

Tabla IV.11 Índice de Valor de Importancia (IVI) de las especies del estrato herbáceo de los manchones de vegetación secundaria en el SAR del Proyecto

Nombre común	Nombre Científico	Densidad relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	IVI
Palillo	<i>Croton cortesianus</i> Kunth	3.46	3.57	4.17	11.20
Pega-pega	<i>Desmodium grahamii</i> A. Gray	1.30	3.57	2.08	6.95
Olotillo	<i>Tetramerium nervosum</i> Nees	8.66	3.57	10.42	22.65
Malva de los cerros	<i>Melochia tomentosa</i> L.	3.03	3.57	6.25	12.85
Zacate	<i>Dichanthium annulatum</i> (Forssk.) Stapf	19.48	3.57	8.33	31.39
Campanitas	<i>Ipomoea purpurea</i> (L.) Roth	1.30	3.57	4.17	9.04
Bola verde	<i>Ayenia compacta</i> Rose	10.82	3.57	8.33	22.73
Hoja sierra	<i>Croton ciliatoglandulifer</i> Ortega	2.60	3.57	4.17	10.34
Flor amarilla	<i>Aldama dentata</i> La Llave.	6.93	4.76	2.08	13.77
Melón amargo	<i>Momordica charantia</i> L.	0.87	3.57	2.08	6.52
Albahaca de monte	<i>Ocimum micranthum</i> Willd.	3.46	4.76	4.17	12.39
Pelotazo	<i>Abutilon trisulcatum</i> (Jacq.) Urb.	10.82	3.57	2.08	16.48
Rabo de alacran	<i>Heliotropium angiospermum</i> Murray	1.30	4.76	2.08	8.14
Coralillo	<i>Rivina humilis</i> L.	3.03	3.57	2.08	8.69
Tripa de pollo	<i>Commelina diffusa</i> Burm. f.	1.73	2.38	2.08	6.20
Dormilona	<i>Phyllanthus niruri</i> L.	0.87	3.57	2.08	6.52
Cadillo de bolsa	<i>Priva lappulacea</i> (L.) Pers.	0.87	3.57	2.08	6.52
Cordon de San Juan	<i>Elytraria imbricata</i> (Vahl) Pers.	4.76	2.38	4.17	11.31
Carricillo	<i>Lasiacis ruscifolia</i> (Kunth) Hitchc.	2.60	4.76	4.17	11.53
Hierba del cancer	<i>Acalypha ostryifolia</i> Riddell ex J.M. Coult.	1.73	3.57	4.17	9.47
Chilito	<i>Capsicum annuum</i> L.	2.16	2.38	2.08	6.63
Bola de alacran	<i>Gaudichaudia albida</i> Schlttdl. & Cham.	0.43	2.38	2.08	4.90
Hierba de la golondrina	<i>Euphorbia prostrata</i> Aiton	0.87	2.38	2.08	5.33
Cabeza arriera	<i>Tamonea curassavica</i> (L.) Pers.	3.46	3.57	4.17	11.20
Totalquelite	<i>Melanthera nivea</i> (L.) Small	0.43	4.76	2.08	7.28
Tomillo silvestre	<i>Diodia teres</i> Walter	0.43	2.38	2.08	4.90
Hierba de la cabra	<i>Croton capitatus</i> Michx.	0.43	4.76	2.08	7.28
Taparrabo	<i>Malvastrum americanum</i> (L.) Torr.	2.16	3.57	2.08	7.82

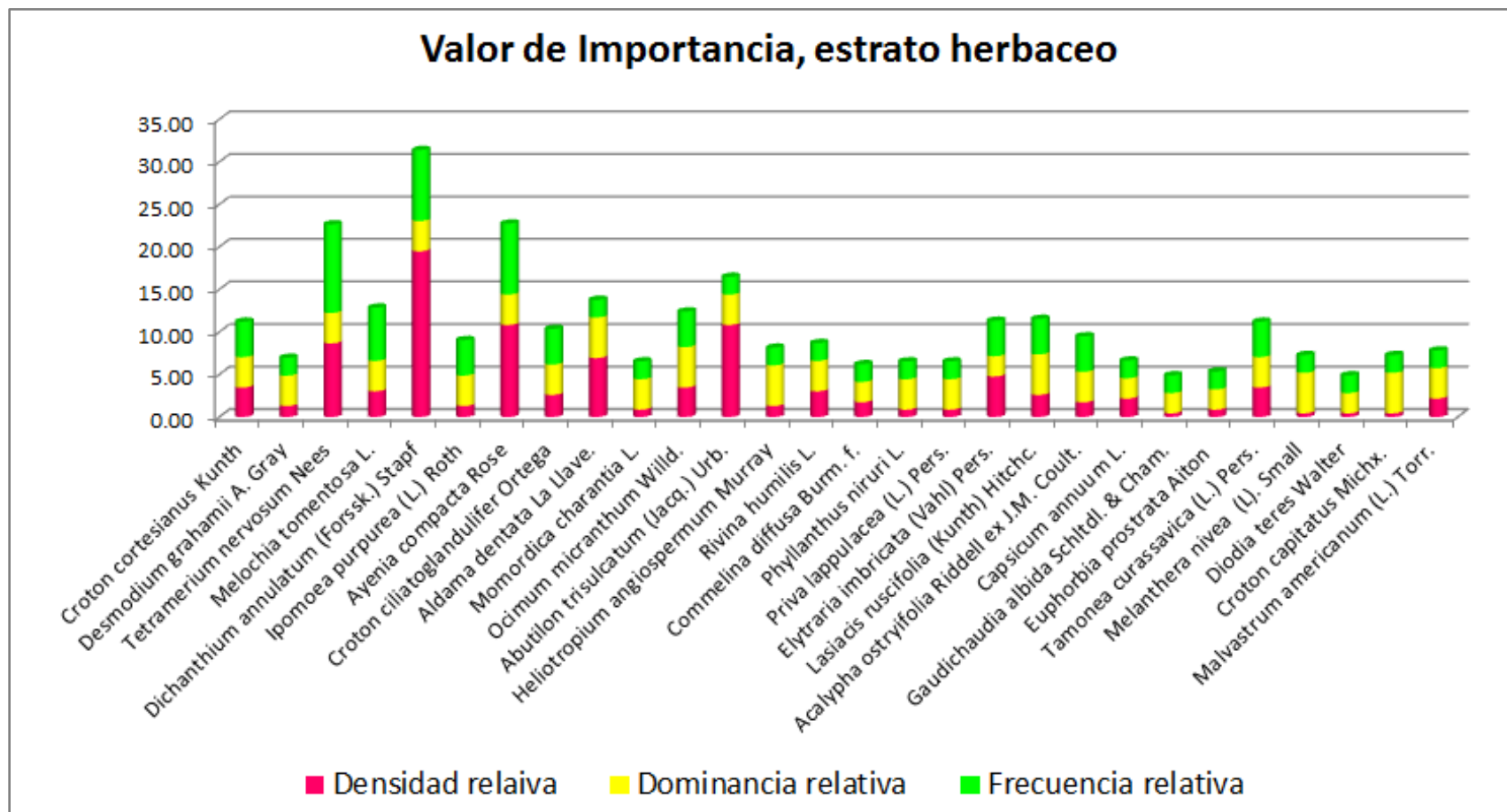


Figura IV.32 Importancia de la densidad, frecuencia y abundancia relativas en el IVI de las especies del estrato herbáceo de los manchones de vegetación secundaria en el SAR del Proyecto

Índices de diversidad. La información de diversidad para cada estrato se presenta en la tabla IV.12 y los cálculos del índice de Shannon-Wiener se presentan en el Anexo F. El estrato herbáceo es el que presentó una mayor riqueza de familias y especies, mientras que los estratos arbóreo y arbustivo tienen una riqueza similar para ambos niveles taxonómicos.

Para el presente estudio se utilizó el Índice de Diversidad de Shannon-Wiener, que considera la cantidad de especies (riqueza) y la abundancia de las especies. Los tres estratos que conforman la vegetación secundaria en el SAR presentaron un Índice de diversidad de Shannon-Wiener entre 2.45 y 2.83; siendo el estrato herbáceo el que presenta un valor mayor (2.83). El valor de este índice suele hallarse entre 1.5 y 3.5, y raramente sobrepasa 4.5. Así, Los valores obtenidos sugieren que los tres estratos poseen una diversidad media.

Para complementar el análisis de diversidad se calculó la Equitatividad (E), que compara la diversidad observada en relación con la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes. El valor que se obtiene para los tres estratos (entre 0.78 y 0.85) indica que se trata de comunidades equitativas, es decir que sus especies presentan una abundancia similar.

Tabla IV.12 Resumen de la diversidad en los estratos de los manchones de vegetación secundaria en el SAR

Estrato	Riqueza de familias	Riqueza de especies	Abundancia (N° de individuos/ha)	Índice Shannon-Wiener	Índice de Equidad (J')
Arbóreo	12	23	1,773	2.45	0.78
Arbustivo	11	19	1,871	2.49	0.84
Herbáceo	17	28	330,000	2.83	0.85

IV.3.1.9 Vegetación y composición florística en el área del Proyecto.

La cubierta vegetal del sitio donde se construirá el proyecto Tamuín 1 corresponde a un pastizal cultivado, de acuerdo con la clasificación de Uso de Suelo y Vegetación de INEGI, serie VI. El sitio es cruzado por dos corrientes intermitentes en cuyas márgenes se presentan manchones de vegetación secundaria, predominando *Guazuma ulmifolia*, *Pithecellobium dulce* y *Acacia unijuga*, las cuales son especies secundarias; estos elementos tienen la función de servir de sombra para el ganado vacuno, y de corredor y refugio para la fauna silvestre de la zona. En la figura IV.33 se presenta el paisaje en las márgenes de las corrientes en el sitio del Proyecto, destacan los árboles esparcidos.

En el estrato arbóreo se presenta una riqueza de 7 familias, 16 especies y una densidad de 600 individuos/ha. Predomina la familia Fabaceae con 9 especies y una densidad de 431 individuos/ha. En el estrato arbustivo, la riqueza es de 5 familias, 9 especies y una densidad de 514 individuos/ha, al igual que en el estrato arbóreo, domina la familia Fabaceae con 5 especies y una densidad de 271 individuos/ha. En el estrato herbáceo la riqueza es de 8 familias, 10 especies y una abundancia de 90,000 ind/ha, la familia Malvacea domina en este estrato; pero las especies de las familias Poaceae y Asteracea son las más abundantes. En la tabla IV.13 se presenta la información de la abundancia y riqueza de especies de las familias en cada estrato y en las tablas IV.14, IV.15 y IV.16 se presenta la composición florística de los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo.

Cabe señalar que los manchones de vegetación secundaria localizados en las márgenes de los arroyos intermitente que cruzan el predio, serán conservados (no serán afectados por el Proyecto) con el objeto de que mantengan su función para la biodiversidad en la zona: corredor biológico, refugio y alimentación de la fauna silvestre.



Figura IV.33 Elementos arbóreos en el área del Proyecto

Tabla IV.13 Riqueza de especies por familia y su abundancia en los estratos de manchones de vegetación secundaria en el área del proyecto Tamuín 1

Familia	Riqueza (#especies)	Abundancia individuos/ha
Estrato arbóreo		
Arecaceae	1	24
Bignoniaceae	2	10
Euphorbiaceae	1	1
Fabaceae	9	431
Malvaceae	1	97
Nyctaginaceae	1	19
Rubiaceae	1	17
Total	16	600
Estrato arbustivo		

Tabla IV.13 Cont. Riqueza de especies por familia y abundancia en los estratos de manchones de vegetación secundaria en el sitio del proyecto Tamuín 1

Familia	Riqueza (#especies)	Abundancia individuos/ha
Arecaceae	1	14
Fabaceae	5	271
Malvaceae	1	200
Rhamnaceae	1	14
Rubiaceae	1	14
Total	9	514
Estrato herbáceo		
Acanthaceae	1	5,714
Asteraceae	1	22,857
Convolvulaceae	1	2,857
Cucurbitaceae	1	2,857
Euphorbiaceae	2	10,000
Fabaceae	1	4,286
Malvaceae	4	5,714
Poaceae	2	35,714
Total	13	90,000

Tabla IV.14 Composición florística del estrato arbóreo de los manchones de vegetación secundaria en el sitio del proyecto Tamuín 1

Familia	Nombre común	Nombre científico	No. Individuos/ha	Distribución
Arecaceae	Palma de miccaros	<i>Sabal mexicana</i> Mart.	24	No Endémica
Bignoniaceae	Chote	<i>Parmentiera aculeata</i> (Kunth) Seem.	7	No Endémica
Bignoniaceae	Rosa morada	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) DC.	3	No Endémica
Euphorbiaceae	Ortiga	<i>Cnidioscolus urens</i> (L.) Arthur	1	No Endémica
Fabaceae	Ébano	<i>Ebenopsis ebano</i> (Berland.) Barneby & J.W. Grimes	34	No Endémica
Fabaceae	Rajador	<i>Lysiloma divaricatum</i> (Jacq.) J.F. Macbr.	7	No Endémica
Fabaceae	Carnizuelo	<i>Acacia cornigera</i> (L.) Willd.	14	No Endémica
Fabaceae	Guamúchil	<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth.	123	No Endémica
Fabaceae	Gavia	<i>Acacia unijuga</i> Rose	186	No Endémica
Fabaceae	Chijol	<i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg.	4	No Endémica
Fabaceae	Huizache	<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.	21	No Endémica
Fabaceae	Mezquite	<i>Prosopis laevigata</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) M.C. Johnst.	19	Endémica
Fabaceae	Tabachin de monte	<i>Caesalpinia mexicana</i> A. Gray	23	No Endémica
Malvaceae	Aquiche	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	97	No Endémica
Nyctaginaceae	Uña de gato	<i>Pisonia aculeata</i> L.	19	No Endémica
Rubiaceae	Crucillo	<i>Randia obcordata</i> S. Watson	17	No Endémica

Tabla IV.15 Composición florística del estrato arbustivo de los manchones de vegetación secundaria en el sitio del proyecto Tamuín 1

Familia	Nombre común	Nombre científico	No. Individuos/ha	Distribución
Arecaceae	Palma de micharos	<i>Sabal mexicana</i> Mart.	14	No Endémica
Fabaceae	Huizache	<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.	143	No Endémica
Fabaceae	Carnizuelo	<i>Acacia cornigera</i> (L.) Willd.	29	No Endémica
Fabaceae	Gavia	<i>Acacia unijuga</i> Rose	43	No Endémica
Fabaceae	Tabachin de monte	<i>Caesalpinia mexicana</i> A. Gray	43	No Endémica
Fabaceae	Mezquite	<i>Prosopis laevigata</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) M.C. Johnst.	14	Endémica
Malvaceae	Aquiche	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	200	No Endémica
Rhamnaceae	Tullidor	<i>Karwinskia humboldtiana</i> (Schult.) Zucc.	14	No Endémica
Rubiaceae	Crucillo	<i>Randia obcordata</i> S. Watson	14	No Endémica

Tabla IV.16 Composición florística del estrato herbáceo de los manchones de vegetación secundaria en el sitio del proyecto Tamuín 1

Familia	Nombre común	Nombre científico	No. Individuos/ha	Distribución
Acanthaceae	Olotillo	<i>Tetramerium nervosum</i> Nees	5,714	No Endémica
Asteraceae	Flor amarilla	<i>Aldama dentata</i> La Llave.	22,857	No Endémica
Convolvulaceae	Campanitas	<i>Ipomoea purpurea</i> (L.) Roth	2,857	No Endémica
Cucurbitaceae	Melón amargo	<i>Momordica charantia</i> L.	2,857	No Endémica
Euphorbiaceae	Palillo	<i>Croton cortesianus</i> Kunth	4,286	No Endémica
Euphorbiaceae	Hoja sierra	<i>Croton ciliatoglandulifer</i> Ortega	5,714	No Endémica
Fabaceae	Pega-pega	<i>Desmodium grahamii</i> A. Gray	4,286	No Endémica
Malvaceae	Malva de los cerros	<i>Melochia tomentosa</i> L.	2,857	No Endémica
Malvaceae	Bola verde	<i>Ayenia compacta</i> Rose	2,857	No Endémica
Poaceae	Zacate	<i>Dichanthium annulatum</i> (Forssk.) Stapf	35,714	No Endémica

IV.3.1.10 Usos o aprovechamiento de las especies vegetales

El principal aprovechamiento de los recursos vegetales en el SAR es para cubrir necesidades domésticas como leña y postes para delimitar parcelas agrícolas y pecuarias. El aprovechamiento de las especies vegetales en la zona del Proyecto se indica en la tabla IV.17.

Tabla IV.17 Usos que se dan en el SAR a las especies vegetales

Nombre común	Nombre científico	Usos
Palma de micharos	<i>Sabal mexicana</i> Mart.	Ornato
Chote	<i>Parmentiera aculeata</i> (Kunth) Seem.	Fruto comestible, ornato
Rosa morada	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) DC.	Madera, ornato
Cirian	<i>Crescentia alata</i> Kunth	Fruto medicinal
Chaca	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Cercos vivos
Ebano	<i>Ebenopsis ebano</i> (Berland.) Barneby & J.W. Grimes	Madera, postes, cercos vivos
Rajador	<i>Lysiloma divaricatum</i> (Jacq.) J.F. Macbr.	Postes, leña
Carnizuelo	<i>Acacia cornigera</i> (L.) Willd.	Leña
Guamuchil	<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth.	Fruto comestible, cercos vivos, ornato
Gavia	<i>Acacia unijuga</i> Rose	Cercos vivos
Chijol	<i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg.	Madera, postes
Huizache	<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.	Leña
Mezquite	<i>Prosopis laevigata</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) M.C. Johnst.	Postes, leña
Tabachin de monte	<i>Caesalpinia mexicana</i> A. Gray	Cercos vivos
Tenaza	<i>Havardia pallens</i> (Benth.) Britton & Rose	Cercos vivos

Nota Información recabada durante las encuestas en campo y revisión bibliográfica.

IV.3.1.11 Especies vegetales bajo estatus de conservación

En los recorridos que se realizaron a lo largo y ancho del SAR no se encontraron especies reportadas bajo alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010).

IV.3.1.12 Estado de conservación de la vegetación secundaria

En el SAR la cobertura vegetal original ha sido sustituida por pastizales inducidos y cultivados, además de zonas agrícolas y urbanas. Los manchones de vegetación que se presentan dispersos en el SAR, corresponden a manchones de vegetación secundaria que surgen en terrenos pecuarios que temporalmente dejan de aprovecharse; es decir, son terrenos que forman parte de un sistema de producción pecuaria y no corresponden a terrenos forestales.

Las especies leñosas registradas en esta comunidad y que son indicadoras de disturbio, corresponden a *Acacia farnesiana* (huizache), *Acacia unijuga* (gavia), *Havardia pallens* (tenaza), *Guazuma ulmifolia* (guasima) y *Karwinskia humboldtiana* (tullidor).

En zonas alejadas del SAR, como las sierras, a las cuales pertenece la Reserva de la Biosfera Sierra del Abra-Tanchipa la vegetación se encuentra mejor conservada.

IV.3.2 Fauna

En este apartado se describe la metodología, técnicas y materiales utilizados para obtener la información necesaria para la caracterización de la fauna en el SAR del proyecto Tamuín 1. El inventario de la fauna silvestre en el SAR se realizó en tres etapas:

En la primera etapa el objetivo fue recabar información sobre la fauna silvestre registrada en la zona de estudio; las fuentes consultadas fueron bibliotecas e internet. Cabe mencionar que la mayoría de la información encontrada fue a nivel estatal y que el muestreo realizado durante la segunda etapa proporciona información de la fauna en el SAR.

En la segunda etapa se realizaron trabajos de campo, los objetivos fueron hacer registros de la fauna silvestre presente en el SAR, levantar información sobre el hábitat para la fauna (registrando los factores y variables que nos permitieron analizar y evaluar los diferentes hábitat) e identificar si existen ambientes o sitios clave para la conservación de la fauna silvestre en la SAR. La información que se levantó se utilizó para hacer el cálculo de índices de diversidad y realizar un análisis del estado que actualmente guarda la biodiversidad en el SAR.

El muestreo de fauna se realizó para cuatro grupos de vertebrados terrestres: Aves, Mamíferos, Anfibios y Reptiles. Además del registro de las especies presentes, también se levantó información del medio físico y biótico (hábitat) donde se encontraron a los individuos. La información se anotó en una ficha de registro y se tomaron fotografías (Anexo D, Fotográfico Fauna). La determinación de los individuos encontrados la realizaron los especialistas de fauna con la ayuda de guías de campo.

En la tercera etapa se procesó la información recabada en la primera y segunda etapa.

Los sitios de muestreo de la fauna se ubicaron cubriendo todos los tipos de ambientes presentes en el SAR: pastizal inducido, vegetación secundaria en terrenos pecuarios y ambientes aledaños a los cuerpos de agua. Las coordenadas de los sitios de muestreo de fauna silvestre se presentan en la tabla IV.18, mientras que la representación cartográfica de dichos sitios se presenta en la figura IV.34.

Los factores que se tomaron en cuenta para la selección de sitios de muestreo de la fauna silvestre dentro del SAR fueron: longitud del Proyecto, dimensiones del SAR, tipos de ecosistemas y época cuando se realizó el estudio (Noviembre de 2018).

La metodología utilizada en el muestreo de la fauna consideró métodos directos como el uso de trampas, ganchos herpetológicos y redes de niebla, e indirectos como avistamientos, foto trampeo, toma de fotografías e información de huellas, excretas y otras evidencias de especies presentes en la región (presencia de plumas, pelusas, exhubias, identificación de cantos, etc.). A continuación se presentan los resultados obtenidos para cada grupo de fauna.

Tabla IV.18 Coordenadas de los sitios de muestreo de fauna silvestre en el SAR del Proyecto

Sitio de muestreo	Coordenadas UTM, Zona 14N		Técnica de muestreo
	x	y	
1	515,840.998	2,468,968.547	Foto trampa 1
2	515,733.996	2,468,866.538	Foto trampa 2
3	515,704.999	2,468,723.693	Foto trampa 3
4	515,471.615	2,468,383.161	Punto de observación 1
5	516,820.984	2,467,702.065	Punto de observación 10
6	514,844.040	2,469,223.134	Punto de observación 11
7	514,835.302	2,469,415.394	Punto de observación 12
8	514,771.617	2,469,352.020	Punto de observación 13
9	513,037.000	2,466,052.000	Punto de observación 14
10	513,997.216	2,469,232.693	Punto de observación 15
11	515,375.002	2,466,480.986	Punto de observación 16
12	515,553.952	2,468,442.019	Punto de observación 2
13	515,643.274	2,468,506.201	Punto de observación 3
14	515,738.824	2,468,736.419	Punto de observación 4
15	515,356.897	2,468,439.559	Punto de observación 5
16	515,326.867	2,468,508.363	Punto de observación 6
17	515,515.977	2,468,305.511	Punto de observación 7
18	515,389.000	2,468,151.982	Punto de observación 8
19	515,698.372	2,467,926.494	Punto de observación 9
20	515,471.633	2,468,365.171	SITIO I (redes y trampas)
21	514,835.260	2,469,350.856	SITIO II (redes y trampas)
22	515,493.003	2,468,429.980	Transecto 1-1
23	515,598.002	2,468,467.986	Transecto 1-2
24	515,764.004	2,468,786.982	Transecto 2-1
25	515,824.996	2,468,949.984	Transecto 2-2
26	515,387.002	2,468,312.981	Transecto 3-1
27	515,191.997	2,468,260.981	Transecto 3-2
28	515,508.997	2,468,249.985	Transecto 4-1
29	515,646.998	2,468,039.986	Transecto 4-2
30	514,826.996	2,469,390.985	Transecto 5-1
31	514,810.000	2,469,589.982	Transecto 5-2
32	514,479.117	2,468,190.646	Transecto 6-1
33	513,693.016	2,468,324.504	Transecto 6-2
34	513,456.693	2,468,304.184	Transecto 7-1
35	513,702.158	2,467,153.255	Transecto 7-2

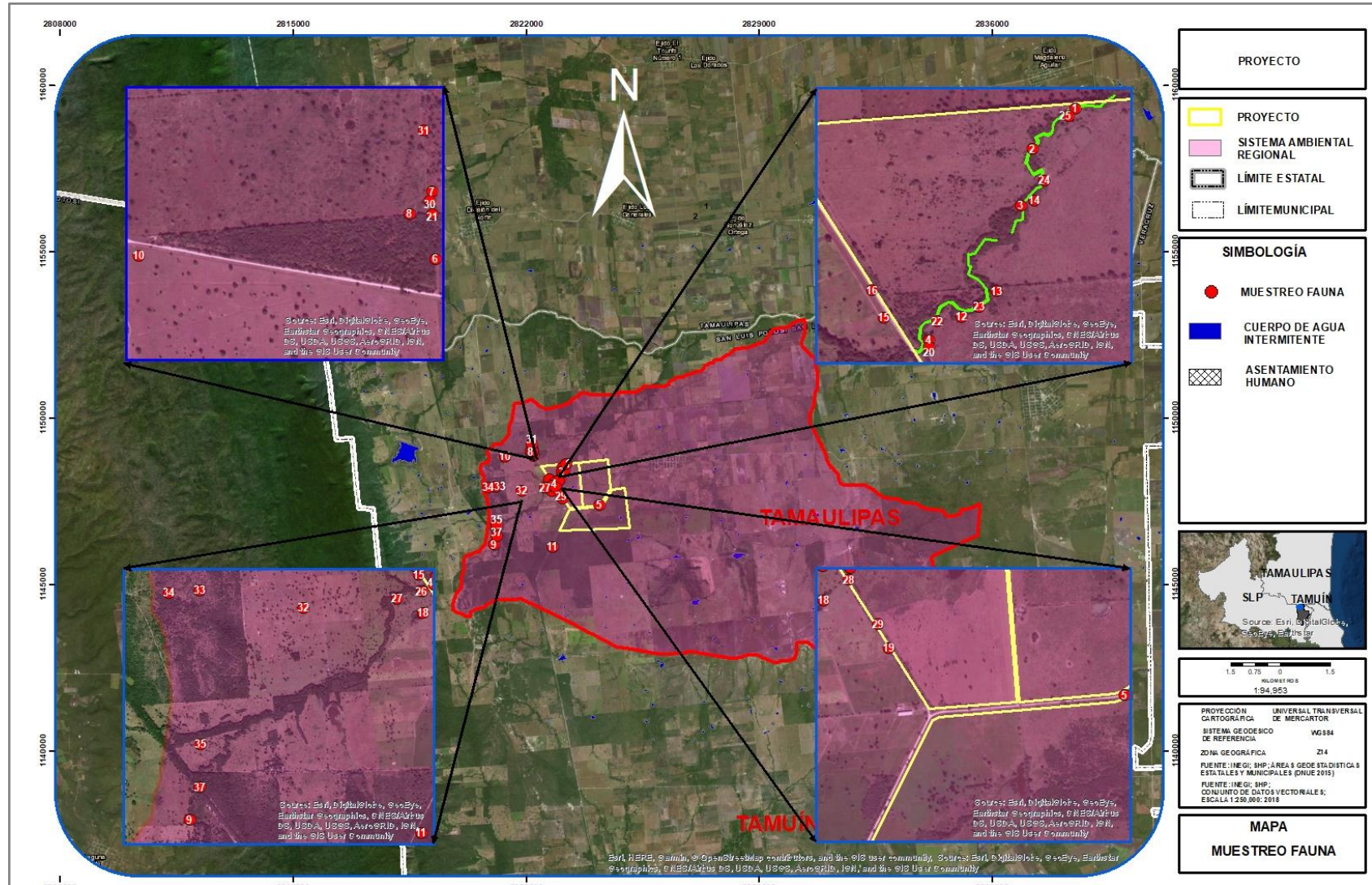


Figura IV.34 Ubicación de los sitios de muestreo de fauna en el SAR del proyecto Tamuín 1

IV.3.2.1 Aves

Las aves brindan servicios ambientales importantes para la conservación de los ecosistemas. Dispersan semillas, polinizan flores, ayudan en la descomposición de restos biológicos, consumen insectos y roedores que podrían convertirse en plagas. También tienen usos comestibles, comerciales, ornamentales, religiosos, artísticos, medicinales y de vínculo de la gente con la naturaleza.

IV.3.2.1.1 Metodología

Para el muestreo de este grupo se emplearon técnicas convencionales como: conteo por puntos de observación y captura con redes de niebla.

Conteo por puntos de observación, consiste en contar las aves que se observan y escuchan dentro de un radio de 30 metros a partir del centro de la unidad. Para hacer el registro, el brigadista se ubica al centro de la unidad y se mantiene en silencio para evitar alterar a las aves presentes; con el apoyo de binoculares registra cada ave que observe y escuche durante 10 minutos en un formato de campo. El muestreo lo hace sin apartarse del centro de la Unidad de Muestreo, girando sobre su propio eje 360 grados (FMCN, 2018). En el Anexo B se ilustran esta técnica de muestreo y las actividades realizadas en campo para el estudio de fauna.

IV.3.2.1.2 Resultado del muestreo de aves

En el estudio para el Ordenamiento Ecológico del estado de San Luis Potosí (2008), el cual aún no se decreta, se presenta una lista de 487 especies de aves que potencialmente se distribuyen en San Luis Potosí, esta información se basa en los trabajos de Martínez de la Vega (1995, 1999, 2007). Por otro lado en el Programa de Manejo del Área Natural Protegida (ANP) Reserva de la Biosfera Sierra del Abra-Tanchipa (2014) se reporta una lista de 458 especies de aves que potencialmente se distribuyen en esta ANP.

En el muestreo realizado en el SAR se registraron 24 familias de aves, de las cuales Tyrannidae es la que presenta una mayor riqueza o diversidad con 9 especies y las más abundantes fueron Tyrannidae, Icteridae y Corvidae, como se aprecia en la tabla IV.19. De las 50 especies que se registraron, cuatro se encuentran en estatus de protección, de acuerdo con la NOM- 059- SEMARNAT-2010: *Mycteria americana*, *Geranoaetus albicaudatus*, *Forpus cyanopygius* y *Passerina ciris*. Todas ellas se ubican en la categoría de protección especial y solo *Forpus cyanopygius* además es endémica de México (El inventario de las aves y su estatus se presenta en la Tabla IV.20).

Las especies más abundantes en el SAR son *Psilorhinus morio* (55 individuos), *Carduelis psaltria* (44 individuos), *Sporophila torqueola* (36 individuos), *Quiscalus mexicanus* (36 individuos) e *Icterus cucullatus* (35 individuos). Durante el muestreo se observó que estas especies tienen hábitos gregarios para la alimentación y algunas parejas presentaron conducta de cortejo.

Tabla IV.19 Riqueza de especies de aves por familia y abundancia en el SAR del proyecto Tamuín 1

Familia	Riqueza (#especies)	Abundancia (individuos)
Estrato arbóreo		
Columbidae	4	32
Caprimulgidae	1	2
Charadriidae	1	4
Ciconiidae	1	2
Ardeidae	4	11
Threskiornithidae	2	9
Cathartidae	2	43
Accipitridae	4	6
Picidae	3	12
Falconidae	2	13
Psittacidae	1	2
Tyrannidae	9	81
Vireonidae	1	1
Corvidae	2	65
Troglodytidae	1	1
Poliptilidae	1	23
Mimidae	1	7
Fringillidae	1	44
Icteridae	3	81
Parulidae	2	9
Cardinalidae	1	2
Thraupidae	1	36
Total	50	488

Tabla IV.20 Especies de aves registradas en el SAR del Proyecto

Categoría de riesgo NOM-059-SEMARNAT-2010	Nombre común	Nombre científico	No. de individuos
	Tórtola colilarga	<i>Columbina inca</i>	5
	Tortolita pechipunteada	<i>Columbina passerina</i>	17
	Paloma aliblanca	<i>Zenaida asiatica</i>	7
	Paloma huilota	<i>Zenaida macroura</i>	3
	Tapacamino pucuyo	<i>Nyctidromus albicollis</i>	2
	Chorlito tildio	<i>Charadrius vociferus</i>	4
Pr , no endémica	Cigüeña americana	<i>Mycteria americana</i>	2
	Garza grande garcilote	<i>Ardea alba</i>	6
	Garza tricolor	<i>Egretta tricolor</i>	2
	Garza ganadera	<i>Bubulcus ibis</i>	2
	Garza verde	<i>Butorides virescens</i>	1
	Ibis blanco	<i>Eudocimus albus</i>	6
	Ibis cariblanco	<i>Plegadis chihi</i>	3
	Zopilote negro	<i>Coragyps atratus</i>	30
	Aura cabecirroja	<i>Cathartes aura</i>	13

Tabla IV.20 Cont. Especies de aves registradas en el SAR del Proyecto

Categoría de riesgo NOM-059-SEMARNAT-2010	Nombre común	Nombre científico	No. de individuos
	Gavilan rastrero	<i>Circus cyaneus</i>	1
	Aguililla caminera	<i>Buteo magnirostris</i>	1
Pr, no endémica	Gavilan coliblanca	<i>Geranoaetus albicaudatus</i>	2
	Aguililla colirroja	<i>Buteo jamaicensis</i>	2
	Buho café	<i>Ciccaba virgata</i>	1
	Martin pescador norteño	<i>Ceryle alcyon</i>	1
	Carpintero	<i>Melanerpes aurifrons</i>	10
	Chupasavia vientre amarillo	<i>Sphyrapicus varius</i>	1
	Carpintero listado	<i>Picoides scalaris</i>	1
	Caracara comun	<i>Caracara cheriway</i>	6
	Cernicalo americano	<i>Falco sparverius</i>	7
Pr, endémica	Perico catarina	<i>Forpus cyanopygius</i>	2
	Copetón gorjicenizo	<i>Myiarchus cinerascens</i>	3
	Avejero	<i>Pitangus sulphuratus</i>	12
	Luis gregario	<i>Myiozetetes similis</i>	7
	Tirano tropical	<i>Tyrannus melancholicus</i>	23
	Tirano de couch	<i>Tyrannus couchii</i>	1
	Titano occidental	<i>Tyrannus verticalis</i>	10
	Mosquero vientre amarillo	<i>Empidonax flaviventris</i>	2
	Mosquero fibi	<i>Sayornis phoebe</i>	2
	Mosquero cardenal	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	21
	Vireo solitario	<i>Vireo solitarius</i>	1
	Chara papan	<i>Psilorhinus morio</i>	55
	Cuervo grande	<i>Corvus corax</i>	10
	Saltapared continental norteño	<i>Troglodytes aedon</i>	1
	Perlita piis	<i>Polioptila caerulea</i>	23
	Cenzontle norteño	<i>Mimus polyglottos</i>	7
	Dominico dorsioscuro	<i>Carduelis psaltria</i>	44
	Pradero comun	<i>Sturnella magna</i>	10
	Calandria jacalera	<i>Icterus cucullatus</i>	35
	Zanate mayor	<i>Quiscalus mexicanus</i>	36
	Mascarita piquigruesa	<i>Geothlypis poliocephala</i>	2
	Chuipe dorsiverde	<i>Setophaga virens</i>	7
Pr, no endémica	Sietecolores	<i>Passerina ciris</i>	2
	Semillero collarejo	<i>Sporophila torqueola</i>	36

Pr: Protección Especial

IV.3.2.2 Mamíferos

IV.3.2.2.1 Metodología

Las técnicas utilizadas para el muestreo de mamíferos fueron las siguientes:

Captura con trampas Sherman y ratoneras tipo rejilla. Para el muestreo de roedores se utilizaron 8 trampas tipo Sherman, distribuidas cada 10 metros en línea recta; además de 3 ratoneras tipo rejilla (en el Anexo B se ilustran estos equipos). Las trampas se colocaron a las 18.00 horas y se revisaban a las 8 de la mañana del día siguiente (Gallina, *et al.*, 2008).

Captura con trampas Tomahawk. Para mamíferos de talla mediana se emplearon 4 trampas Tomahawk (como se ilustra en el Anexo B), se colocaron en senderos y/o corredores potenciales como arroyos u orilla de éstos, a una separación entre ellas de más o menos 40 m. Se colocaron a las 18.00 horas y revisaron al día siguiente por la mañana (Gallina, *et al.*, 2008).

Captura con redes de niebla. Para los quirópteros se utilizaron tres redes de niebla (de 10 x 3m y 8 x 3m), que se ubicaron de acuerdo a los corredores de vuelo, fuentes de alimentación y accesibilidad a las áreas detectados en los sitios de muestreo. Las redes se mantuvieron abiertas de 18.00 a 21.00 horas, revisándose cada 30 minutos (Sosa, *et al.*, 2008). En el Anexo B, se muestra el uso de las redes para la captura de quirópteros.

Recorridos de observación. En cada uno de los sitios de muestreo se hicieron recorridos por diferentes senderos con el objetivo de detectar mastofauna. Durante los recorridos actividad se registró la especie de cada individuo avistado y cuando fue posible se le tomaron fotografías. En el Anexo B, se ilustra esta actividad.

Búsqueda de huellas y otros rastros. En cada uno de los sitios de muestreo se realizaron recorridos con el propósito de detectar las huellas o restos de mamíferos silvestres, como: excretas, restos de cadáveres, partes de pelaje, etc. Esta actividad se ilustra en el Anexo B.

Captura de imágenes a través de Cámara de Infrarrojo (foto trampeo). Se colocaron tres cámaras de infrarrojo (visión nocturna) sobre la base de árboles, en sitios estratégicos. Este equipo tuvo la función de capturar imágenes por medio de longitudes de onda del infrarrojo de todo lo que presentara movimiento en su ángulo de visión. En la figura IV.35 se muestran una de las cámaras, con las cuales se hicieron registros continuos (noche y día).



Figura IV.35 Fototrampas (cámara infrarrojo) colocada sobre una corriente intermitente

IV.3.2.2.2 Resultado del muestreo de mamíferos

En el estudio para el Ordenamiento Ecológico del Estado de San Luis Potosí (2008), el cual aún no se decreta, se registra una mastofauna de 154 especies, esta información está basada en los trabajos de Martínez de la Vega (1995, 1999, 2007). Por otro lado, el Programa de manejo del ANP Reserva de la Biosfera Sierra del Abra Tanchipa (2014) se presenta una lista de 142 especies de mamíferos. En el muestreo realizado en el SAR se registraron 12 especies de mamíferos, las cuales se refieren en la tabla IV.21; ninguna de ellas se encuentra en categoría de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla IV.21 Mamíferos registrados en el SAR del proyecto Tamuín 1

No.	Orden	Familia	Nombre comun	Nombre científico	No. de individuos
1	Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Tlacuache</i>	<i>Didelphis virginiana</i>	2
2	Xenarthra	Dasypodidae	<i>Armadillo</i>	<i>Dasypus novemcinctus</i>	2
3	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Murciélago</i>	<i>Artibeus jamaicensis</i>	2
4	Carnivora	Canidae	<i>Coyote</i>	<i>Canis latrans</i>	5
5			<i>Zorra gris</i>	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	2
6		Procyonidae	<i>Coatí norteño</i>	<i>Nasua narica</i>	15
7			<i>Mapache</i>	<i>Procyon lotor</i>	3
8		Felidae	<i>Puma</i>	<i>Puma concolor</i>	1
9	Artiodactyla	Tayassuidae	<i>Jabalí</i>	<i>Pecari tajacu</i>	2
10		Cervidae	<i>Venado cola</i>	<i>Odocoileus virginianus</i>	6
11	Lagomorpha	Leporidae	<i>Conejo</i>	<i>Sylvilagus floridanus</i>	1
12	Rodentia	Heteromyidae	<i>Ratón de abazones</i>	<i>Liomys irroratus</i>	1
Total					42

De acuerdo con los resultados del muestreo en el SAR, se registraron 10 familias, siendo Canidae y Procyonidae las más diversas, con dos especies cada una como se aprecia en la tabla IV.21; la especie más abundante es *Nasua narica* con 15 individuos, seguida de *Odocoileus virginianus* con 6 individuos. El número alto de individuos de Coatís con respecto del resto de las especies, puede explicarse por su hábito gregario, ya que forma colonias de 5 a 20 individuos.

En lo relativo a la abundancia de la mastofauna por familia, las familias Procyonidae y Canidae son las más abundantes, con registros de 18 y 7 individuos, respectivamente. La abundancia por familia se presenta en la figura IV.36.

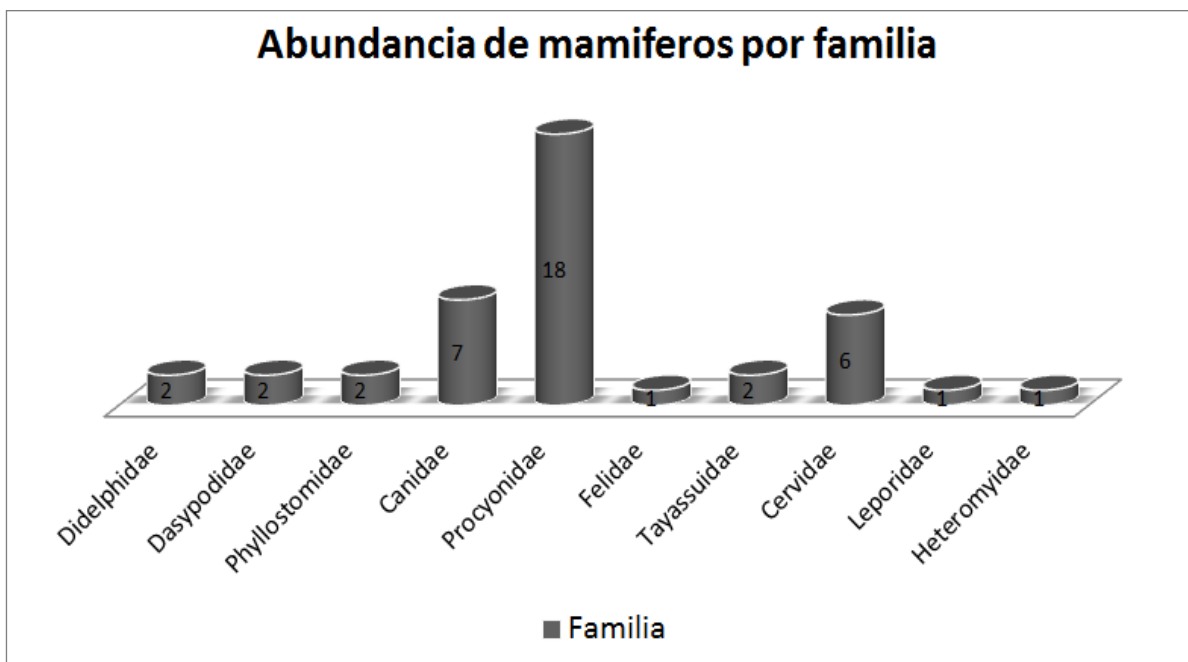


Figura IV.36 Abundancia de la Mastofauna por familia en el SAR del Proyecto

IV.3.2.3 Anfibios y reptiles

Metodología. Los anfibios y reptiles se registraron realizando recorridos en transectos aleatorios de longitud y ancho variable, dependiendo de la accesibilidad del terreno; con un horario de 9:00 a 11:00 y 17:00 a 21:00 horas, lo cual se ilustra en el Anexo B. Los organismos se buscaron en los diferentes tipos de micro hábitats potenciales, tales como: bajo rocas, sobre y bajo troncos, en el suelo, debajo de la hojarasca, encima de los árboles, bajo cortezas sueltas y a orillas de los cuerpos de agua (Guiifoye, 2010). Algunos ejemplares fueron colectados directamente con la mano y otros con ganchos herpetológicos. Los individuos colectados fueron identificados, medidos y fotografiados; posteriormente fueron liberados.

Resultados del muestreo de reptiles. De acuerdo con el estudio del Ordenamiento Ecológico del estado de San Luis Potosí (2008), en la entidad se presentan 147 especies de reptiles (basado en los trabajos de Martínez de la Vega, 1995, 1999, 2007). Por otro lado, en el Programa de manejo del ANP Reserva de la Biosfera Sierra del Abra-Tanchipa (2014) se presenta una lista de 80 especies de reptiles. Sin embargo, en los muestreos efectuados en el SAR, se registraron sólo 7 especies, comprendidas en 3 órdenes y 6 familias; de las cuales tres especies se encuentran en la categoría de protección especial y una amenazada de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT 2010. Los registros de los reptiles en el SAR se presentan en la tabla IV.22.

De los registros levantados que se presentan en la tabla IV.22, la familia Teiidae tuvo la mayor riqueza con dos especies; por otro lado, la familia más abundante en el SAR corresponde a Crocodylidae, seguida de Teiidae y Emydidae. Con respecto a la abundancia por especie, *Crocodylus acutus* con 11 individuos fue la más abundante, seguida de *Trachemys elegans* con 9 individuos. Estas especies son muy comunes en la región por la gran cantidad de áreas de bordos o jagüeyes, además que por la fecha de muestreo (noviembre) coincidió con el inicio de la época de cortejo y reproducción.

Tabla IV.22 Especies de reptiles registrados en el SAR del Proyecto

Orden	Familia	Nombre comun	Nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2010	Total de individuos
Squamata	Colubridae	Alicante	<i>Pituophis melanoleucus</i>	Amenazada	1
	Phrynosomatidae	Lagartija espinosa azul	<i>Sceloporus cyanogenis</i>		6
	Teiidae	Lagartijo cola de látigo	<i>Aspidoscelis scalaris</i>		7
		Lagartijo	<i>Aspidoscelis gularis</i>		3
	Viperidae	Víbora de cascabel	<i>Crotalus durissus</i>	Protección especial	1
Testudines	Emydidae	Tortuga lagunera	<i>Trachemys elegans</i>	Protección especial	9
Crocodylia	Crocodylidae	Lagarto o cocodrilo	<i>Crocodylus acutus</i>	Protección especial	11
Total					38

IV.3.2.3.1 Resultados del muestreo de anfibios

En estudio del Ordenamiento Ecológico del estado de San Luis Potosí (2008), que aún no se publica, se reporta que en la entidad se presentan 41 especies de anfibios (considerando los estudios de Martínez de la Vega, 1995, 1999, 2007). En el Programa de manejo del ANP Reserva de la Biosfera Sierra del Abra-Tanchipa (2014), se presenta una lista de 25 especies de Anfibios. Sin embargo, en los muestreos realizados en el SAR, se registraron sólo 3 especies pertenecientes a dos familias. Ninguna de las especies se encuentra en alguna categoría de protección, de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT 2010. Esta información se presenta en la tabla IV.23.

Tabla IV.23 Anfibios registrados en el SAR del proyecto Tamuín 1

Orden	Familia	Nombre común	Nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2010	Total de individuos
Anura	Bufonidae	Sapo	<i>Rhinella marina</i>	----	3
		Sapo común	<i>Anaxyrus punctatus</i>	----	13
	Hylidae	Ranita	<i>Hyla eximia</i>	----	5
Total					18

La familia Bufonidae es la mejor representada con 2 especies, igualmente esta familia es la más abundante, se registraron 16 individuos. La especie *Anaxyrus punctatus* fue la que presentó un mayor número de individuos (13), como se observa en la tabla IV.23. Estos resultados podrían asociarse a la época en que se realizó el muestreo (noviembre), en este mes la temperatura en el SAR disminuyó y ante la temperaturas bajas los anfibios disminuyen sus actividades y se aletargan (proceso conocido como brumación) para poder sobrevivir.

IV.3.2.3.2 Diversidad (ID) de la fauna

Índice de Diversidad de Shannon- Wiener. La diversidad de la fauna de vertebrados terrestres en el SAR se obtuvo para cada grupo. Se utilizó este índice que toma en cuenta la riqueza de especies, así como la igualdad o desigualdad de la distribución de individuos entre las diferentes especies (Krebs, 1985). Se calcula con la siguiente fórmula:

$$H' = \sum_{i=1}^S (p_i) (\log_2 p_i)$$

Donde:

H' = Índice de Diversidad

S = Número de Especies

P_i = Proporción de la muestra que corresponde a la especie i ($\frac{n_i}{N}$)

log₂ = Logaritmo de base 2.

n_i = Número de individuos de la especie i

N = Número total de individuos de todas las especies

Este índice adquiere un valor de cero cuando en la comunidad hay una sola especie y crece conforme la abundancia de las especies está distribuida más equitativamente; es decir, no hay una especie dominante por lo que en estos casos la comunidad es más diversa.

Índice de Equitatividad. Se utilizó este índice para evaluar la igualdad en la abundancia entre las especies en la comunidad, este índice mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada, y se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$J' = H' / H'_{max}$$

Donde:

J' = Equitatividad

H' = Diversidad observada

H' máx = Diversidad Máxima = \log_2 de S

S = Número de Especies

Su valor va de 0 a 1, 0 representa una comunidad con dominancia absoluta de una especie y 1 indica que la igualdad obtenida es la máxima posible para ese número de especies (Moreno, 2001).

IV.3.2.3.3 Diversidad de Aves

Como se presenta en la tabla IV.24, en el SAR se registró una alta diversidad de aves (valor del Índice de Diversidad de Shannon- Wiener de -4.727), lo cual se explica por la presencia de un gran número de especies y un valor alto del Índice de Equitatividad (0.84), el cual se presenta en la tabla IV.25. Estos índices sugieren que la comunidad de aves en el SAR tiene una gran riqueza de especies, pero ninguna especie predomina significativamente sobre las otras.

Tabla IV.24 Información para el cálculo del Índice de Diversidad de Shannon-Wiener para las Aves en el SAR del Proyecto

Nombre comun	Nombre científico	No. individuos	P_i	$\log_2 P_i$	$P_i (\log_2 P_i)$
Tórtola colilarga	<i>Columbina inca</i>	5	0.010	-6.609	-0.068
Tortolita	<i>Columbina passerina</i>	17	0.035	-4.843	-0.169
Paloma aliblanca	<i>Zenaida asiatica</i>	7	0.014	-6.123	-0.088
Paloma huilota	<i>Zenaida macroura</i>	3	0.006	-7.346	-0.045
Tapacamino pucuyo	<i>Nyctidromus albicollis</i>	2	0.004	-7.931	-0.033
Chorlito tildio	<i>Charadrius vociferus</i>	4	0.008	-6.931	-0.057
Cigüeña americana	<i>Mycteria americana</i>	2	0.004	-7.931	-0.033
Garza grande garcilote	<i>Ardea alba</i>	6	0.012	-6.346	-0.078
Garza tricolor	<i>Egretta tricolor</i>	2	0.004	-7.931	-0.033
Garza ganadera	<i>Bubulcus ibis</i>	2	0.004	-7.931	-0.033
Garza verde	<i>Butorides virescens</i>	1	0.002	-8.931	-0.018
Ibis blanco	<i>Eudocimus albus</i>	6	0.012	-6.346	-0.078
Ibis cariblanco	<i>Plegadis chihi</i>	3	0.006	-7.346	-0.045
Zopilote negro	<i>Coragyps atratus</i>	30	0.061	-4.024	-0.247
Aura cabecirroja	<i>Cathartes aura</i>	13	0.027	-5.230	-0.139
Gavilan rastrero	<i>Circus cyaneus</i>	1	0.002	-8.931	-0.018
Aguililla caminera	<i>Buteo magnirostris</i>	1	0.002	-8.931	-0.018
Gavilan coliblanca	<i>Geranoaetus</i>	2	0.004	-7.931	-0.033
Aguililla colirroja	<i>Buteo jamaicensis</i>	2	0.004	-7.931	-0.033

Tabla IV.24 Cont. Información para el cálculo del Índice de Diversidad de Shannon- Wiener para las Aves en el SAR del Proyecto

Nombre comun	Nombre científico	No. individuos	P_i	$\log_2 P_i$	$P_i (\log_2 P_i)$
Buho café	<i>Ciccaba virgata</i>	1	0.002	-8.931	-0.018
Martin pescador	<i>Ceryle alcyon</i>	1	0.002	-8.931	-0.018
Carpintero	<i>Melanerpes aurifrons</i>	10	0.020	-5.609	-0.115
Chupasavia vientre	<i>Sphyrapicus varius</i>	1	0.002	-8.931	-0.018
Carpintero listado	<i>Picooides scalaris</i>	1	0.002	-8.931	-0.018
Caracara comun	<i>Caracara cheriway</i>	6	0.012	-6.346	-0.078
Cernicalo americano	<i>Falco sparverius</i>	7	0.014	-6.123	-0.088
Perico catarina	<i>Forpus cyanopygius</i>	2	0.004	-7.931	-0.033
Copetón gorjicenizo	<i>Myiarchus cinerascens</i>	3	0.006	-7.346	-0.045
Avejero	<i>Pitangus sulphuratus</i>	12	0.025	-5.346	-0.131
Luis gregario	<i>Myiozetetes similis</i>	7	0.014	-6.123	-0.088
Tirano tropical	<i>Tyrannus</i>	23	0.047	-4.407	-0.208
Tirano de couch	<i>Tyrannus couchii</i>	1	0.002	-8.931	-0.018
Titano occidental	<i>Tyrannus verticalis</i>	10	0.020	-5.609	-0.115
Mosquero vientre	<i>Empidonax flaviventris</i>	2	0.004	-7.931	-0.033
Mosquero fibi	<i>Sayornis phoebe</i>	2	0.004	-7.931	-0.033
Mosquero cardenal	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	21	0.043	-4.538	-0.195
Vireo solitario	<i>Vireo solitarius</i>	1	0.002	-8.931	-0.018
Chara papan	<i>Psilorhinus morio</i>	55	0.113	-3.149	-0.355
Cuervo grande	<i>Corvus corax</i>	10	0.020	-5.609	-0.115
Saltapared continental	<i>Troglodytes aedon</i>	1	0.002	-8.931	-0.018
Perlita piis	<i>Poliophtila caerulea</i>	23	0.047	-4.407	-0.208
Cenzontle norteño	<i>Mimus polyglottos</i>	7	0.014	-6.123	-0.088
Dominico dorsioscuro	<i>Carduelis psaltria</i>	44	0.090	-3.471	-0.313
Pradero comun	<i>Sturnella magna</i>	10	0.020	-5.609	-0.115
Calandria jacalera	<i>Icterus cucullatus</i>	35	0.072	-3.801	-0.273
Zanate mayor	<i>Quiscalus mexicanus</i>	36	0.074	-3.761	-0.277
Mascarita piquigruesa	<i>Geothlypis</i>	2	0.004	-7.931	-0.033
Chuipe dorsiverde	<i>Setophaga virens</i>	7	0.014	-6.123	-0.088
Sietecolores	<i>Passerina ciris</i>	2	0.004	-7.931	-0.033
Semillero collarejo	<i>Sporophila torqueola</i>	36	0.074	-3.761	-0.277
		488	Índice de Diversidad de Shannon- Wiener		-4.727

Tabla IV.25 Índice de Equitatividad en la comunidad de aves en el SAR del Proyecto

Riqueza S=	No de especies	50	0.84
H' calculada =	Índice de diversidad	4.73	
H _{max} =	log ₂ de S	5.64	
Equitatividad (J)=	H' / H _{max}	0.84	

IV.3.2.3.4 Diversidad de Mamíferos

La diversidad de Mamíferos en el SAR resultó media ya que el valor del Índice de Diversidad de Shannon- Wiener fue de -3.0 (ver tabla IV.26), pero la equitatividad fue alta (el valor del índice fue 0.84), lo cual se muestra en la tabla IV.27. Estos datos sugieren que en la comunidad de mamíferos en el SAR del Proyecto, la abundancia de las especies es similar pero la riqueza de especies es baja.

Tabla IV.26 Información para el cálculo del Índice de Diversidad de Shannon-Wiener para los Mamíferos en el SAR del Proyecto

Nombre comun	Nombre científico	No. de individuos	P _i	log ₂ P _i	P _i (log ₂ P _i)
<i>Tlacoache</i>	<i>Didelphis virginiana</i>	2	0.048	-4.392	-0.209
<i>Armadillo</i>	<i>Dasyus novemcinctus</i>	2	0.048	-4.392	-0.209
<i>Murcielago</i>	<i>Artibeus jamaicensis</i>	2	0.048	-4.392	-0.209
<i>Coyote</i>	<i>Canis latrans</i>	5	0.119	-3.070	-0.366
<i>Zorra gris</i>	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	2	0.048	-4.392	-0.209
<i>Coati</i>	<i>Nasua narica</i>	15	0.357	-1.485	-0.531
<i>Mapache</i>	<i>Procyon lotor</i>	3	0.071	-3.807	-0.272
<i>Puma</i>	<i>Puma concolor</i>	1	0.024	-5.392	-0.128
<i>Jabali</i>	<i>Pecari tajacu</i>	2	0.048	-4.392	-0.209
<i>Venado</i>	<i>Odocoileus virginianus</i>	6	0.143	-2.807	-0.401
<i>Conejo</i>	<i>Sylvilagus floridanus</i>	1	0.024	-5.392	-0.128
<i>Raton de</i>	<i>Liomys irroratus</i>	1	0.024	-5.392	-0.128
Total		42	Índice de Diversidad de Shannon-		-3.000

Tabla IV.27 Equitatividad de abundancia entre las especies de la comunidad de mamíferos en el SAR del Proyecto

Riqueza S=	No de especies	12	0.84
H' calculada =	Índice de diversidad obtenido	3.00	
H _{max} =	log ₂ de S	3.58	
Equidad (J)=	H / H _{max}	0.84	

IV.3.2.3.5 Diversidad de Anfibios

En el SAR se obtuvo una diversidad de anfibios baja, el valor del Índice de Diversidad de Shannon- Wiener fue de -1.283, lo cual se muestra en la tabla IV.28. Este valor se explica por el bajo número de especies registradas en el SAR (solo se encontraron 3 especies) y porque una de ellas (*Anaxyrus punctatus*) tuvo una dominancia alta. Por su parte, el índice de equitatividad resultó de 0.81 (más bajo que en las aves y mamíferos), como se muestra en la tabla IV.29.

Tabla IV.28 Información para el cálculo del Índice de Diversidad de Shannon- Wiener para los Anfibios en el SAR del Proyecto

Nombre comun	Nombre científico	Total de individuos	P _i	log ₂ P _i	P _i (log ₂ P _i)
Sapo	<i>Rhinella marina</i>	3	0.167	-2.585	-0.431
Sapo común	<i>Anaxyrus</i>	13	0.722	-0.469	-0.339
Ranita	<i>Hyla eximia</i>	5	0.278	-1.848	-0.513
Total		18	Índice de Diversidad de Shannon- Wiener		-1.283

Tabla IV.29 Equitatividad de abundancia entre las especies de la comunidad de anfibios en el SAR del Proyecto

Riqueza S=	No de especies	3	0.81
H' calculada =	Índice de diversidad obtenido	1.28	
H _{max} =	log ₂ de S	1.58	
Equidad (J)=	H' / H _{max}	0.81	

IV.3.2.3.6 Diversidad de Reptiles

La diversidad de Reptiles en el SAR resultó media con un valor del Índice de Diversidad de Shannon- Wiener de -2.445 (ver tabla IV.30), pero la equitatividad fue alta (el valor del índice fue 0.87), lo cual se muestra en la tabla IV.31. Estos datos sugieren que en la comunidad de anfibios en el SAR del Proyecto, la abundancia de las especies es similar pero la riqueza de especies es baja.

Tabla IV.30 Información para el cálculo del Índice de Diversidad de Shannon- Wiener para los Reptiles en el SAR del Proyecto

Nombre comun	Nombre científico	Total de individuos	P _i	log ₂ P _i	P _i (log ₂ P _i)
Alicante	<i>Pituophis melanoleucus</i>	1	0.026	-5.248	-0.138
Lagartija espinosa azul	<i>Sceloporus cyanogenis</i>	6	0.158	-2.663	-0.420
Lagartijo cola de látigo	<i>Aspidoscelis scalaris</i>	7	0.184	-2.441	-0.450
Lagartijo	<i>Aspidoscelis gularis</i>	3	0.079	-3.663	-0.289
Víbora de cascabel	<i>Crotalus durissus</i>	1	0.026	-5.248	-0.138
Tortuga lagunera	<i>Trachemys elegans</i>	9	0.237	-2.078	-0.492
Lagarto o cocodrilo	<i>Crocodylus acutus</i>	11	0.289	-1.788	-0.518
Total		38	Índice de Diversidad		-2.445

Tabla IV.31 Equitatividad de abundancia entre las especies de la comunidad de reptiles en el SAR del Proyecto

Riqueza S=	No de especies	7	0.87
H' calculada =	Índice de diversidad obtenido	2.45	
H _{max} =	log ₂ de S	2.81	
Equidad (J)=	H' / H _{max}	0.87	

IV.3.2.3.7 Especies bajo algún estatus de conservación de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

En el SAR del Proyecto se registraron 8 especies de vertebrados terrestres (cuatro aves y cuatro reptiles) bajo algún estatus de conservación según la NOM-059 SEMARNAT- 2010, las cuales se indican en la tabla IV.32.

Tabla IV.32 Especies registradas en el SAR del Proyecto con algún estatus de protección según la NOM-059 SEMARNAT- 2010

Grupo	Especie	Categoría NOM-059-SEMARNAT-2010
Aves	<i>Mycteria americana</i>	Protección Especial
	<i>Geranoaetus albicaudatus</i>	Protección Especial
	<i>Forpus cyanopygius</i>	Protección Especial y Endémica
	<i>Passerina ciris</i>	Protección Especial
Mamíferos	Sin registros	
Anfibios	Sin registros	
Reptiles	<i>Pituophis melanoleucus</i>	Amenazada
	<i>Crotalus durissus</i>	Protección especial
	<i>Trachemys elegans</i>	Protección especial
	<i>Crocodylus acutus</i>	Protección especial

En el sitio del Proyecto no se registraron especies en riesgo, conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010; no obstante, se preparará e implementará un Programa de Rescate y Reubicación de especies de flora y fauna, previo a la construcción, el cual permitirá reubicar especies de flora, así como ahuyentar, rescatar y reubicar especies de fauna que se localicen en el predio, lo cual es una acción para mantener la conservación de la biodiversidad local.

IV.3.2.3.8 Análisis Integral de la Fauna presente en el SAR

De acuerdo con los resultados del muestreo de fauna silvestre, en el SAR ocurren 50 especies de aves, 12 de mamíferos, 3 de anfibios y 7 de reptiles, lo que da un total de 72 especies de fauna silvestre. La tabla IV.33 presenta los indicadores de diversidad de la fauna terrestre en el SAR.

Tabla IV.33 Indicadores de diversidad de la fauna terrestre en el SAR del Proyecto

Grupo	No. de Especies	Especie más Abundante	No. de Familias	Familia más Abundante	Índice de Diversidad de Shannon-	Índice de Equitatividad
Aves	50	<i>Psilorhinus morio</i>	24	<i>Tyrannidae</i> <i>Icteridae</i>	4.73	0.84
Mamífero	12	<i>Nasua narica</i>	10	<i>Procyonidae</i>	3.00	0.84
Anfibios	3	<i>Anaxyrus</i>	2	<i>Bufo</i>	1.28	0.81
Reptiles	7	<i>Crocodylus</i>	6	<i>Crocodylidae</i>	2.45	0.87
Total	72		42			

Como resultado del trabajo de campo en el SAR se registraron 586 individuos de fauna silvestre, de las cuales el 83% está representado por aves, seguido los mamíferos y reptiles con el 7% y finalmente los anfibios con un 3%, lo cual se representan en la figura IV.37.

De los cuatro grupos muestreados en el SAR, el de las aves presentó la mayor diversidad, con 50 especies, representando a 24 familias; la especie más abundante fue *Psilorhinus morio*, que se observó alimentándose en parvada. Las familias más abundantes fueron Tyrannidae e Icteridae con 81 individuos cada una.

De los mamíferos registrados, el Coatí (*Nasua narica*) fue la especie más abundante, lo cual puede deberse a que es una especie que se adaptan bien a zonas perturbadas. Otras especies que también se adaptan muy bien a zonas donde ocurren constantes actividades antropogénicas y que también se registraron en el SAR son *Urocyon cinereoargenteus* (zorra gris), *Didelphis virginiana* (tlacuache), *Procyon lotor* (mapache).

Por otra parte, los anfibios fueron muy escasos (sólo 3 especies); este bajo registro pudo deberse a la época en que se realizó el muestreo (noviembre), ya que en este mes empieza a descender la temperatura en el SAR, lo cual puede provocar que los organismos respondan reduciendo sus actividades, a lo cual se conoce como brumación. Los ejemplares observados se encontraban sobre bordos y a la orilla de arroyos intermitentes.

Con respecto a los reptiles, en el SAR la especie más abundante fue *Crocodylus acutus* (11 individuos) y un gran porcentaje (57%) de las especies registradas se encuentran protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010 (1 amenazado y 3 en protección especial). Por esta razón este es el grupo más sensible en el SAR y aunque ninguna especie protegida se observó en el sitio previsto para desarrollar el Proyecto, como medida precautoria se preparará e implementará un Programa de Rescate y Reubicación de especies de flora y fauna, previo al inicio de la construcción, el cual permitirá rescatar y reubicar individuos de especies de flora fauna que se localicen en el predio. Además se realizará el monitoreo de estas medidas para verificar su efectividad.

El SAR tiene intensa influencia antrópica, la cubierta vegetal original de selva baja caducifolia ha sido eliminada para el establecimiento de pastizales para la ganadería extensiva y terrenos agrícolas, lo que ha provocado el desplazamiento de algunas especies de fauna hacia las áreas que aún conservan vegetación y las especies que se han mantenido en el SAR son

aquellas que pueden coexistir con los humanos y tienen la capacidad de tolerar el disturbio, como por ejemplo, los tlacuaches, coatis y mapaches. Por otra parte, para algunas especies de fauna, los manchones de vegetación secundaria (con especies de Selva Baja Caducifolia) que se forman en las parcelas en descanso y en las márgenes de las escorrentías y cuerpos de agua sirven micro hábitat para la fauna silvestre.



Figura IV.37 Comparación de la Abundancia por grupo de fauna

IV.3.2.3.9 Especies de valor comercial

La forma más común y generalizada del aprovechamiento de fauna en el estado de San Luis Potosí continúa siendo la cacería; ésta consiste en la captura de animales silvestres (vivos o muertos) por los seres humanos para diversos usos, sin importar la técnica usada. En México se practican cuatro tipos de cacería: de subsistencia, sanitaria, comercial y deportiva (Benítez *et al.*, 1998). La información disponible acerca del uso de la fauna en el medio rural en el estado de San Luis Potosí ha sido documentada por Mellink, *et al.* (1986, 1988) en el altiplano, en la zona tropical por la UAT (1992) y por Martínez de la Vega (2003) en una región representativa de ecosistemas templados.

En la región del Altiplano Potosino-Zacatecano se reporta que 78 especies, en su mayoría aves y mamíferos, son aprovechadas por campesinos dentro de once categorías o formas de uso: aves de jaula, autoconsumo, medicinal, mascotas, amuletos, peletería, juguetes, cetrería, taxidermia, hibridación, así como uso de insectos para obtención de miel y cera (Mellink *et al.*, 1986, 1988). En la zona tropical se llevó a cabo un estudio preliminar para la Reserva de la Biosfera Sierra del Abra-Tanchipa, en el cual reportaron 14 especies (mamíferos y aves) de importancia cinegética; 18 especies de mamíferos, 19 especies de aves, tres especies de reptiles y tres especies de anfibios usadas como mascota, alimento, medicinal y/o por su piel (UAT, 1992).

Considerando a las especies de fauna silvestre que potencialmente pueden encontrarse en el SAR, en la tabla IV.34 se presentan las especies y los usos que se les dan en la región, entre los cuales destaca la cacería, tanto de subsistencia como deportiva, medicinal, ornato, mascota, cetrería, científica y como materia prima.

Tabla IV.34 Usos de la fauna en el SAR del Proyecto

No.	Nombre común	Nombre científico	Uso o valor
Mamíferos			
1	Tlacuache	<i>Didelphis virginiana</i>	Autoconsumo, comercial
2	Armadillo	<i>Dasyus novemcinctus</i>	Autoconsumo, comercial
3	Murciélago frutero	<i>Artibeus jamaicensis</i>	Científico
4	Coyote	<i>Canis latrans</i>	Científico, perjudicial
5	Zorra gris	<i>Urocyon</i>	Comercial, científico
6	Coatí norteño	<i>Nasua narica</i>	Autoconsumo, comercial
7	Mapache	<i>Procyon lotor</i>	Autoconsumo, comercial
8	Puma	<i>Puma concolor</i>	Científico
9	Jabalí	<i>Pecari tajacu</i>	Autoconsumo, comercial
10	Venado cola blanca	<i>Odocoileus virginianus</i>	Autoconsumo, comercial
11	Conejo	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Autoconsumo, comercial
12	Ratón de abazones	<i>Liomys irroratus</i>	Científico
Aves			
13	Tórtola colilarga	<i>Columbina inca</i>	Autoconsumo y comercial
14	Tortolita	<i>Columbina passerina</i>	Autoconsumo y comercial
15	Paloma aliblanca	<i>Zenaida asiatica</i>	Autoconsumo y comercial
16	Paloma huilota	<i>Zenaida macroura</i>	Autoconsumo y comercial
17	Tapacamino pucuvo	<i>Nyctidromus albicollis</i>	Científico
18	Chorlito tildio	<i>Charadrius vociferus</i>	Científico
19	Cigüeña americana	<i>Mycteria americana</i>	Científico
20	Garza grande	<i>Ardea alba</i>	Mascota, científico
21	Garza tricolor	<i>Fareta tricolor</i>	Mascota, científico
22	Garza ganadera	<i>Bubulcus ibis</i>	Mascota, científico
23	Garza verde	<i>Butorides virescens</i>	Mascota, científico
24	Ibis blanco	<i>Eudocimus albus</i>	Mascota, científico
25	Ibis cariblanco	<i>Plegadis chihi</i>	Mascota, científico
26	Zopilote negro	<i>Coraqyps atratus</i>	Científico
27	Aura cabecirroja	<i>Cathartes aura</i>	Científico
28	Gavilán rastrero	<i>Circus cyaneus</i>	Comercial, científico
29	Aquililla caminera	<i>Buteo magnirostris</i>	Comercial, científico
30	Gavilán coliblanca	<i>Geranoaetus</i>	Comercial, científico
31	Aquililla colirroja	<i>Buteo jamaicensis</i>	Comercial, científico
32	Buho café	<i>Ciccaba virgata</i>	Comercial, científico
33	Martin pescador	<i>Ceryle alcyon</i>	Comercial, científico
34	Carpintero	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Comercial, científico
35	Chupasavia vientre	<i>Sphyrapicus varius</i>	Comercial, científico
36	Carpintero listado	<i>Picoides scalaris</i>	Comercial, científico
37	Caracara comun	<i>Caracara cheriway</i>	Científico
38	Cernícalo americano	<i>Falco sparverius</i>	Comercial, científico
39	Perico catarina	<i>Forpus cyanopygius</i>	Ornato, comercial
40	Copetón coriicenzo	<i>Myiarchus cinerascens</i>	Comercial, científico
41	Avejero	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Ornato, comercial
42	Luis gregario	<i>Myiozetetes similis</i>	Ornato, comercial
43	Tirano tropical	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Comercial, científico
44	Tirano de couch	<i>Tyrannus couchii</i>	Comercial, científico

Tabla IV.34 Cont. Usos de la fauna en el SAR del Proyecto

No.	Nombre común	Nombre científico	Uso o valor
Aves			
45	Titano occidental	<i>Tyrannus verticalis</i>	Comercial, científico
46	Mosquero vientre	<i>Empidonax flaviventris</i>	Ornato, comercial
47	Mosquero fibi	<i>Sayornis phoebe</i>	Ornato, comercial
48	Mosquero cardenal	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Ornato, comercial
49	Vireo solitario	<i>Vireo solitarius</i>	Ornato, comercial
50	Chara papan	<i>Psilorhinus morio</i>	Autoconsumo y comercial
51	Cuervo grande	<i>Corvus corax</i>	Científico
52	Saltapared	<i>Troglodytes aedon</i>	Científico
53	Perlita piis	<i>Poliophtila caerulea</i>	Científico
54	Cenzontle norteño	<i>Mimus polyalottos</i>	Ornato, comercial
55	Dominico	<i>Carduelis psaltria</i>	Científico
56	Pradero comun	<i>Sturnella magna</i>	Autoconsumo y comercial
57	Calandria iacalera	<i>Icterus cucullatus</i>	Comercial, científico
58	Zanate mayor	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Comercial, científico
59	Mascarita	<i>Geothlypis poliocephala</i>	Ornato, comercial
60	Chipe dorsiverde	<i>Setophaga virens</i>	Ornato, comercial
61	Sietecolores	<i>Passerina ciris</i>	Ornato, comercial
62	Semillero collarejo	<i>Sporophila torqueola</i>	Ornato, comercial
Reptiles			
63	Alicante	<i>Pituophis melanoleucus</i>	Comercial, científico
64	Lagartija espinosa	<i>Sceloporus cyanogenis</i>	Científico
65	Lagartijo cola de	<i>Aspidoscelis scalaris</i>	Científico
66	Lagartijo	<i>Aspidoscelis gularis</i>	Científico
67	Víbora de cascabel	<i>Crotalus durissus</i>	Autoconsumo, comercial y
68	Tortuga lagunera	<i>Trachemys elegans</i>	Ornato, comercial
69	Lagarto o cocodrilo	<i>Crocodylus acutus</i>	Comercial, científico
Anfibios			
70	Sapo	<i>Rhinella marina</i>	Comercial
71	Sapo común	<i>Anaxyrus punctatus</i>	Comercial
72	Ranita	<i>Hyla eximia</i>	Autoconsumo, comercial y

IV.4 Medio Perceptual

El paisaje es la parte perceptible del ambiente, el cual resulta de un gran número de interrelaciones subyacentes entre diferentes elementos físicos, la flora y fauna. El paisaje es un indicador de todos los acontecimientos o procesos que han ocurrido durante la historia o están ocurriendo con respecto a procesos naturales y las actividades humanas.

El paisaje es clara evidencia de la intervención humana hacia el medio ambiente y los recursos naturales a través del tiempo.

El paisaje se ha utilizado con diversos significados a través del tiempo; se ha percibido como elemento aglutinador de una serie de aspectos característicos del medio físico y la capacidad de asimilación de impactos que tiene éste; también se percibe como una vista amplia de escenarios o de formas naturales, esta consideración corresponde más al enfoque de la estética (González-Bernáldez, 1981).

Desde el punto de vista de la ecología, el paisaje representa un territorio en el que se presentan sistemas interconectados e interdependientes. Aunque la descripción del paisaje encierra la dificultad de encontrar un sistema efectivo para evaluarlo debido a que las metodologías utilizadas no han podido prescindir de componentes subjetivos, el enfoque ecológico resulta muy útil para generar información acerca de un determinado espacio físico. En ese sentido, Muñoz-Pedrerros (2004) señala que el paisaje puede estudiarse como indicador ambiental o cultural, pero al aproximarse a los componentes y procesos que ocurren en él se va arribando a una visión sistémica o ecológica.

Para estimar cualitativa y cuantitativamente la afectación o la vinculación de un Proyecto con el paisaje, existen varios métodos, pues no es lo mismo desarrollar un Proyecto en un paisaje alterado, es decir, en una área con ecosistemas cambiados, que en una área con ecosistemas prístinos. Para determinar el estado o condición en que se encuentra el paisaje de una región, los métodos empleados pueden ser directos e indirectos.

Los métodos directos conocidos o aceptados son:

- Subjetivo aceptado. Conocido así por ser el método más aceptado pues es el más simple, a pesar de ser el menos objetivo, pero se acepta por el grado de subjetividad que tiene el paisaje. El resultado de este método consiste en una parcelación del territorio que se clasifica en categorías de calidad visual; por ejemplo: excelente, muy buena, buena, regular y mala.
- Subjetividad controlada. Es un método que se basa en una escala universal de valores del paisaje, de tal forma que permite establecer valores estandarizados, por lo que pueden hacerse comparaciones entre distintas áreas. Las categorías y valores pueden ser: espectacular, soberbio, distinguido, agradable, vulgar y feo. Se realiza con la participación de personal especializado y se utilizan escalas universales para lograr que la valoración subjetiva sea comparable entre sitios distintos.
- Subjetividad compartida. Éste método es similar al método de subjetividad aceptada. La valoración del paisaje es desarrollada por un grupo de profesionales que deben llegar al consenso, con lo cual se eliminan posturas extremas dentro del grupo. En síntesis se somete a discusión la apreciación estética del paisaje.
- De subjetividad representativa. En este caso, la valoración se realiza por una cierta cantidad de personas que son representativas de la sociedad. Se hace a través de encuestas.

Los métodos indirectos son:

- Métodos de valoración a través de componentes del paisaje. Se usan las características físicas del paisaje; por ejemplo: la topografía, los usos del suelo, la presencia del agua, etc. Cada unidad se valora en términos de los componentes y después los valores parciales se agregan para obtener un valor total.
- Métodos de valoración a través de categorías estéticas. Cada unidad se valora en función de las categorías estéticas establecidas, agregando o compatibilizando las valoraciones parciales en un valor único. Se utilizan categorías como unidad, variedad, contraste, etc.

Para realizar la evaluación del paisaje del SAR se aplicó el *método de valoración a través de componentes del paisaje*, considerando el método propuesto por Conesa Fernández-Vítora (1995). Este autor define a la Estética como “aquello que está relacionado con las características tanto de los objetos observados como las de los seres humanos que los perciben y cuya combinación hace que el objeto sea agradable o desagradable”.

Para valorar los posibles impactos ambientales del Proyecto sobre la estética o paisaje como consecuencia de las actuaciones que se propongan, se consideran las características propias de los objetos o recursos existentes en el SAR a lo cual se le denomina Calidad Intrínseca (CI); a la percepción de los seres humanos con respecto a dichos objetos o recursos se le denomina Calidad Visual (CV), y una combinación de los dos anteriores se le denomina Absorción visual (AV), la cual se define como la capacidad del paisaje para acoger actuaciones propuestas sin que se produzcan variaciones en su carácter visual (Transec, S.A., 2009). Los factores ambientales para evaluar a los componentes del paisaje se presentan en la tabla IV.35.

Tabla IV.35 Componentes ambientales para evaluar el paisaje y factores ambientales

Componente del paisaje	Factor ambiental
Calidad Intrínseca	Uso de suelo y vegetación
	Fauna
	Cuerpos de Agua
Calidad Visual	Asentamientos Humanos
	Vías de Comunicación
	Infraestructura industrial
Absorción Visual	Pendiente y Topoformas
	Contraste suelo/vegetación

IV.4.1 Calidad Intrínseca

Uso de suelo y vegetación.- En el SAR el uso de suelo predominante es el pastizal inducido, existiendo solo algunos manchones de vegetación secundaria con especies de selva baja caducifolia. Ente las especies de árboles registradas el SAR con mayor frecuencia cabe mencionar al aquihe (*Guazuma ulmifolia*), capulina (*Karwinskia humboltiana*), ébano (*Ebanopsis ebano*) y chote (*Parmentiera aculeata*). En la figura IV.38 se muestran las comunidades y especies vegetales. En el SAR no se detectaron especies vegetales protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Fauna.- Debido a la transformación total del SAR derivado del cambio de uso de suelo, la riqueza de especies de mamíferos, reptiles y anfibios es pobre, las aves son la que tienen una mayor riqueza. De las especies más abundantes registradas cabe mencionar las siguientes: calandria (*Icterus cucullatus.*), bienteveo (*Pitangus sulphuratus*), palomas (*Columbina passerina*), zopilote aura (*Cathartes aura*) y tejón (*Nasua narica*). En el SAR se registraron ocho especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (cuatro aves y cuatro reptiles). En la Figura IV.39 se presentan imágenes de algunas de las especies de fauna más abundantes en el SAR.



Elementos de selva baja caducifolia en la zona de llanura con lomeríos del SAR



Elementos de selva baja caducifolia en la zona de llanura del SAR



***Guazuma ulmifolia* (aquiche o guasita)**



***Karwinskia humboltiana* (capulina)**



***Ebanopsis ebano* (ébano) utilizado comúnmente como cerco vivo.**



***Parmentiera aculeata* (chote)**

Figura IV.38 Manchones de vegetación secundaria y especies de árboles observadas en el SAR del proyecto Tamuín 1

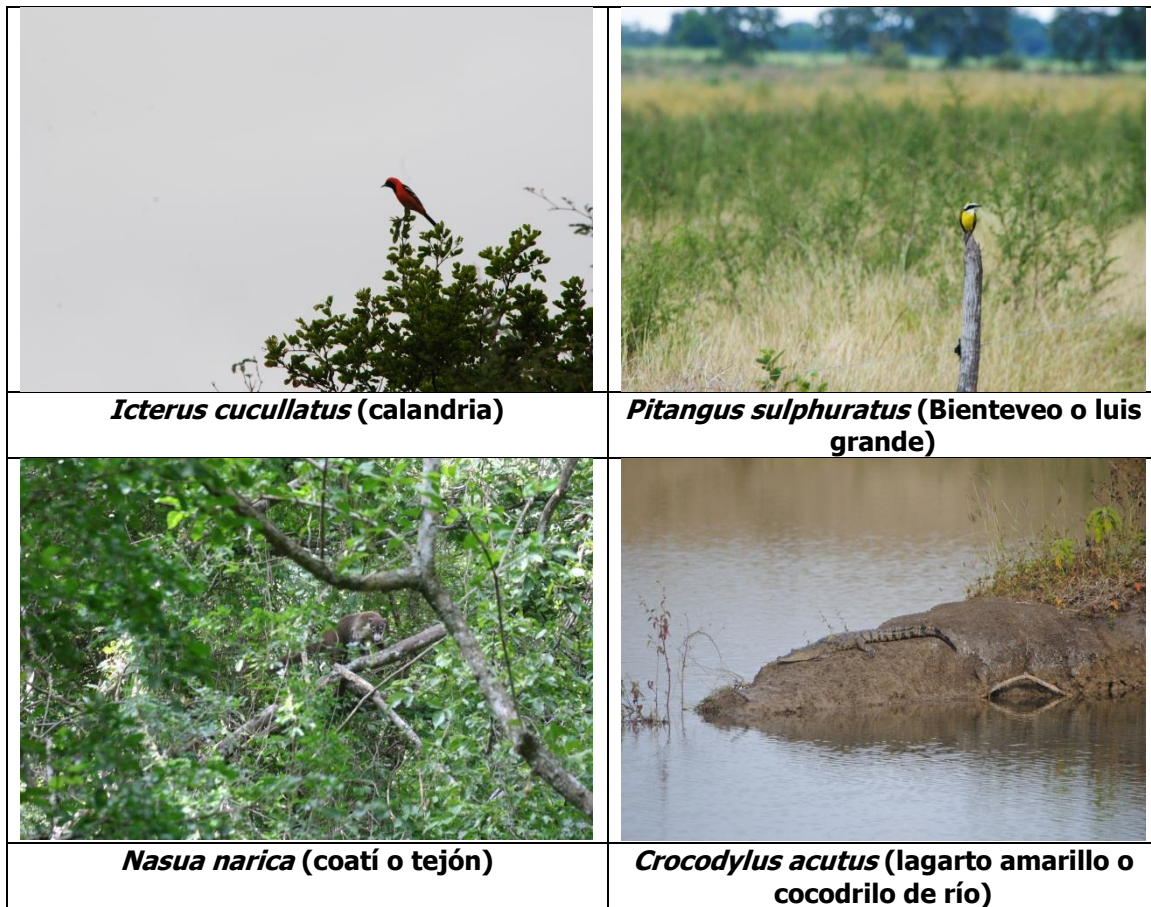


Figura IV. 39 Especies más abundantes de vertebrados en el SAR del proyecto Tamuín 1

Cuerpos de Agua. En el SAR se registran sólo corrientes o cuerpos de agua intermitente o temporal, y la presencia del espejo de agua se asocia a la temporada de lluvias. Algunos cuerpos de agua han sido generados por los ganaderos (bordos o aljibes) para que sirvan de abrevadero del ganado. En la figura IV.40 se ejemplifica la influencia de los cuerpos de agua en el paisaje en algunas áreas del SAR.

IV.4.2 Calidad Visual

Asentamientos Humanos. En el SAR se presentan pocos asentamientos humanos, siendo Nuevo Aquismón el que concentra a la mayor población rural. La estructura del poblado es típica del ambiente rural, las calles son terracerías y las casas son de una o dos habitaciones de tabique y techo de palma, normalmente tienen un solar en el que cultivan plantas a las que les dan uso medicinal, alimenticio u ornamental. En la figura IV.41 se presenta un panorama de las calles de este poblado y un ejemplo de las casas.



Figura IV.40. Paisaje en el SAR asociado a cuerpos y corrientes de agua intermitentes



Vista de calles y casas de la comunidad de Nuevo Aquismón, comunidad más cercana al sitio del Proyecto

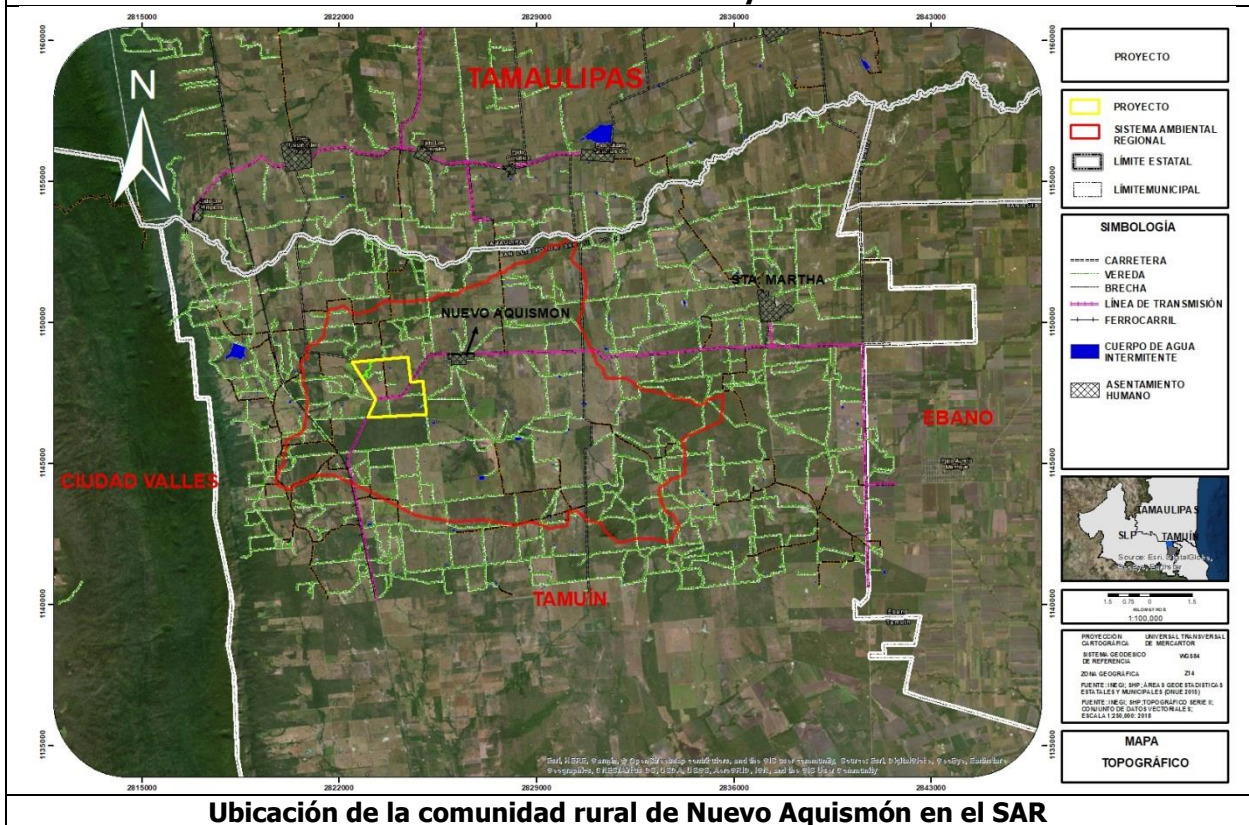


Figura IV.41 Asentamientos humanos en el SAR del proyecto Tamuín 1

Vías de Comunicación. Dentro del SAR únicamente existen caminos de terracería que comunican entre sí a los diversos ranchos y a la comunidad de Nuevo Aquismón, como pueden apreciarse en la figura IV.42.



Caminos de terracería que intercomunican los ranchos y comunidad de Nuevo Aquismón

Figura IV.42 Vías de comunicación en el SAR del proyecto Tamuín 1

Infraestructura industrial. Dentro del SAR no existen zonas industriales, solo se cuenta con alguna infraestructura, como Líneas de Transmisión y Distribución Eléctrica, como se puede apreciar en la figura IV.43.



Figura IV.43 Líneas de Transmisión y Distribución presentes en el SAR del proyecto Tamuín 1

IV.4.3 Absorción Visual

Pendiente y Topoformas. El SAR está constituido esencialmente por llanuras y llanuras con lomeríos, cuya pendiente varía entre 3 y 6%. En las figuras IV.44 y IV.45 se presentan algunas panorámicas del paisaje predominante en el SAR del Proyecto.



Figura IV.44 Vista cercana de la llanura en el SAR del Proyecto cuya pendiente es de cerca del 3%



Figura IV.45 Panorámica del SAR del Proyecto, al frente de la foto la llanura con lomeríos, al fondo al Sierra del Abra Tanchipa

Contraste suelo/vegetación. En el SAR se observa un escaso gradiente en los colores, texturas y formas entre el suelo, la vegetación y las topoformas debido básicamente a que se trata de un sistema con un paisaje uniforme, dedicado a las actividades agropecuarias, como se visualiza en la Figura IV.46. El uso del suelo se clasifica como pastizal inducido y no existe un gradiente apreciable en cuanto a las topoformas existentes, cuya pendiente varía entre 3 y 6%.

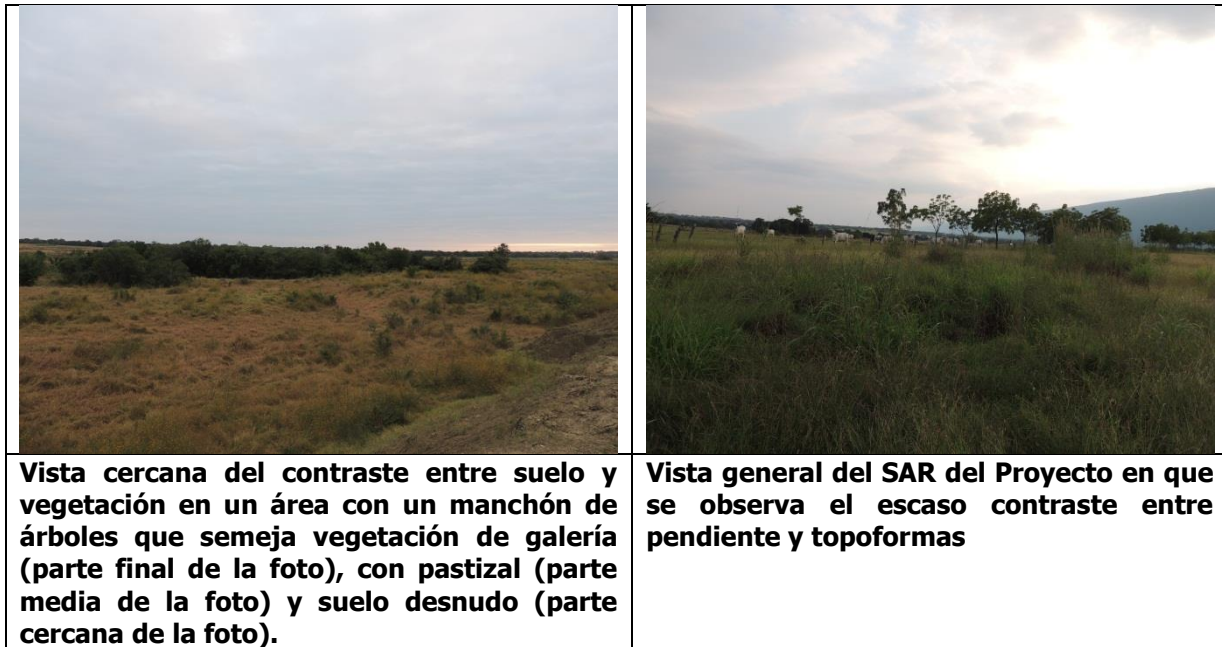


Figura IV.46 Contraste suelo-vegetación y pendiente y topoformas- en el SAR del proyecto Tamuín 1

IV.4.4 Valoración de los componentes ambientales del paisaje

Para la valoración de los componentes se utiliza un modelo lineal con sumatorias debido a que se estima que todos los componentes ambientales tienen el mismo peso en términos paisajísticos, por lo que el valor de cada uno de ellos es aditivo. El máximo valor que puede tener cada uno de los factores considerados Calidad Intrínseca (CI), la Calidad Visual (CV) y la Absorción Visual (AV) es la unidad (1). Los criterios para valorar la CI, CV y AV, se presentan en las tablas IV.36, IV.37 y IV.38

Se le atribuye el valor a cada uno de los factores ambientales señalados y descritos previamente, considerados como los componentes del paisaje de mayor importancia. La valoración se determinó empleando las siguientes fórmulas:

$$CI = 1/9 (FL+FA+AG)$$

$$CV = 1/9 (AH+VC+II)$$

$$AV = 1/6 (PT+SV)$$

Donde:

CI= Calidad Intrínseca

FL= Uso de Suelo y Vegetación

FA= Fauna

AG= Cuerpos de Agua

CV= Calidad Visual

AH= Asentamientos Humanos

VC= Vías de Comunicación

II= Infraestructura Industrial

AV= Absorción Visual

PT= Pendiente y Topoformas

SV= Contraste Suelo/Vegetación

El origen de la escala de valoración es 0.33, debido a que es el valor más bajo que se puede obtener para este índice, por lo que:

$$0.33 \leq CI, CV, AV \leq 1$$

Con los valores obtenidos, se clasificaron la calidad intrínseca, visual y absorción visual en alguna de las siguientes categorías: baja, media o alta, en función del siguiente rango de valores.

CI, CV o AV=0.33-0.55	BAJA
0.56-0.77	MEDIA
0.78-1.00	ALTA

Tabla IV.36 Criterios utilizados para asignar el valor a los componentes de la Calidad Intrínseca (CI)

Valor	CALIDAD INTRÍNSECA (CI)		
	Uso de Suelo y Vegetación (FL)	Fauna (FA)	CUERPOS DE AGUA (AG)
3	En el SAR existen masas vegetales continuas, variedad de ecosistemas y/o diversidad de especies alta.	En el SAR hay presencia de fauna permanente y/o especies llamativas y/o alta riqueza de especies	En el SAR existen grandes masas de agua naturales en reposo que dominan el paisaje
2	La cubierta vegetal en el SAR es casi continua, variedad de ecosistemas y/o diversidad de especies media.	En el SAR hay presencia esporádica de fauna y/o especies poco vistosas y/o mediana riqueza de especies	En el SAR existen masas de agua naturales y artificiales en movimiento o en reposo, pero que no dominan el paisaje
1	La cubierta vegetal en el SAR es discontinua, variedad de ecosistemas y/o diversidad de especies baja.	En el SAR hay escasa o nula presencia de fauna y/o especies no vistosas y/o baja riqueza de especies	En el SAR no hay presencia de masas de agua naturales
$CI = 1/9 (FL + FA + AG)$			

Tabla IV.37 Criterios utilizados para asignar el valor a los componentes de la Calidad Visual (CV)

Valor	CALIDAD VISUAL (CV)		
	Asentamientos humanos (AH)	Vías de comunicación (VC)	Infraestructura Industrial (II)
3	En el SAR se localizan asentamientos humanos que constituyen ciudades	En el SAR existen autopistas o carreteras federales con amplia posibilidad de visión de los ecosistemas que les rodean	En el SAR existe industria e infraestructura que constituye parques industriales
2	En el SAR se localizan asentamientos humanos que constituyen pueblos o villas.	En el SAR existen carreteras estatales y brechas en buen estado que permitan la visualización moderada del ecosistema que les rodea.	En el SAR existe industria e infraestructura que constituyen asentamientos industriales
1	En el SAR se localizan asentamientos humanos que constituyen caseríos.	En el SAR existen sólo brechas que permitan una mínima visualización de los ecosistemas que les rodean.	En el SAR no existe industria ni infraestructura o ésta se encuentra dispersa
<i>CI= 1/9 (AH+VC+II)</i>			

Tabla IV.38 Criterios utilizados para asignar el valor a los componentes de la Absorción Visual (AV)

Valor	ABSORCIÓN VISUAL (AV)	
	Pendiente y topografías (PT)	Contraste suelo/vegetación (SV)
1	En el SAR existen pendientes entre 0% y 15%. Terreno con un dominio del plano horizontal de visualización	Contraste visual bajo entre suelo y vegetación o sin vegetación
2	En el SAR existen pendientes entre 16% y 55%. Terreno con modelado suave y ondulado	Contraste visual moderado entre suelo y vegetación
3	En el SAR existen pendientes por arriba del 55%, Terreno con un dominio del plano vertical de visualización	Alto contraste visual entre suelo y vegetación
<i>AV= 1/6 (PT+SV)</i>		

IV.4.5 Valoración y análisis del paisaje en el Sistema Ambiental Regional

Los resultados de la valoración del paisaje se presentan en la tabla IV.39. De los resultados obtenidos se puede observar lo siguiente:

Calidad Intrínseca (CI). En el SAR, la vegetación cuando está presente, se trata de manchones de árboles aislados (vegetación secundaria de selva baja caducifolia), siendo que toda la superficie del SAR está dedicada a las actividades agropecuarias; por lo que ya no

existen ecosistemas originales a consecuencia de las actividades antropogénicas. La eliminación de la vegetación original ha repercutido en una baja diversidad de fauna, la cual posiblemente es incrementada por la influencia del área natural protegida Sierra del Abra-Tanchipa. En lo relativo al componente agua, existen algunos bordos o aljibes y corrientes de tipo intermitente, los cuales presentan un espejo de agua sólo en temporada lluviosa y en época de estiaje los mismos prácticamente se secan. Por todo lo anterior, para los componentes de uso de suelo y vegetación, fauna y cuerpos de agua se les asignó el valor de 1(uno), 2 (dos) y 2 (dos), respectivamente. El resultado de la Calidad Intrínseca es de 0,55; por lo tanto se le clasifica como Calidad Intrínseca Baja.

Calidad Visual. En el SAR sólo existe un asentamiento humanos que constituyen el pueblo de Nuevo Aquismón y algunos ranchos dispersos. La actividad productiva en el SAR es el sector primario (agricultura y ganadería). Dicho asentamientos humanos y las rancherías se comunican a través de caminos de terracería. En lo relativo a la infraestructura, solo existen líneas de transmisión y distribución eléctrica que se disponen semiparalelas a los caminos de terracería. Por lo anterior, a los componentes de asentamientos humanos, vías de comunicación, e infraestructura industrial se les asignaron los valores de 2 (dos), 1 (uno), 1 (uno), respectivamente. El resultado de la Calidad Visual es de 0.44; por lo tanto se le clasifica como Calidad Visual Baja.

Absorción visual. Considerando que en el SAR las condiciones son relativamente homogéneas en cuanto a sus componentes de pendiente y topoformas, y de escaso contraste (de color y textura) entre suelo y vegetación; estas cualidades permiten que la capacidad de acogida de un elemento nuevo al paisaje sea baja. Por lo anterior, a los componentes de pendiente y topoformas, y de contraste suelo/vegetación se le asigna un valor de 1 (uno) a cada uno. El resultado de la Absorción Visual es de 0,33; por lo tanto se le clasifica como Absorción Visual Baja.

Tabla IV.39 Valoración de la calidad intrínseca, calidad visual y Absorción visual en el SAR

Componente del paisaje	Valoración asignada	
Calidad Intrínseca (CI)		
Vegetación y Uso de Suelo	1	CI= 1/9 (1 + 2+ 2) 0.55= Baja
Fauna	2	
Cuerpos de Agua	2	
Calidad Visual (CV)		
Asentamientos humanos	2	CV= 1/9 (2 + 1+ 1) 0.44= Baja
Vías de comunicación	1	
Infraestructura e Industria	1	
Absorción Visual (AV)		
Pendiente y topoformas	1	AV= 1/6 (1 + 1) 0.333= Baja
Contraste suelo/vegetación	1	

IV.5 Medio Socioeconómico

El medio socioeconómico del Proyecto lo constituyen las localidades que se ubican dentro del SAR, el cual se delimitó con criterios hidrológicos. De acuerdo con la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) una característica fundamental de las cuencas hidrológicas es que en estos territorios se producen la interrelación e interdependencia entre los sistemas físicos y bióticos, y el sistema socioeconómico, formado por los usuarios de las cuencas, sean habitantes o interventores externos de la misma (Jouravlev, 2003). La dependencia a un mismo sistema hídrico dota a los habitantes de características socioeconómicas y culturales similares.

Desde el punto de vista político-administrativo, el SAR se ubica en el municipio de Tamuín, San Luis Potosí; el cual pertenece a la Región Huasteca, tiene una superficie de 1872.40 Km² y registra 289 localidades. Los poblados y rancherías involucradas en el SAR son: Cruz de Caminos, Peñitas, Y Griega, Camposanto (La Dorita), Rancho Tamuincito, Tres Hermanos, Rancho Santa Margarita, Nuevo Aquismón, La Noria, Siveria, Rancho Agua Azul, Clavo De Oro (Los Tigres), Buenos Aires y Cruz De Caminos (Camilo Montoya). En la figura IV.47 se muestran las localidades ubicadas en el SAR. Con excepción de Nuevo Aquismón, todas las localidades registradas en el SAR se componen de pocos habitantes (menos de 20), por lo que la descripción y análisis del medio socioeconómico se realizó sólo para las localidades Rancho Santa Margarita, Nuevo Aquismón y La Noria. Para el resto de las localidades mencionadas sólo se consideraron los datos de población, ya que en el censo 2010 tenían menos de 4 habitantes, por lo que la información oficial no se encuentra desagregada.

Demografía. De 1990 a 2010, la población en el municipio creció 11.1%, pasó de 34,148 habitantes a 37,956. En ese periodo la población en el SAR creció 53.7%; siendo Nuevo Aquismón la localidad que mayor influencia tuvo en la dinámica de la población en el SAR (en el periodo referido creció 57%); otras localidades tuvieron crecimientos porcentuales altos pero en términos absolutos aportaron pocos individuos, por ejemplo Tres Hermanos (creció 50%, pero pasó de 2 a 3 habitantes) y Peñitas (creció 33%, pero pasó de 3 a 4). Varias localidades tuvieron decrecimiento, Rancho Agua Azul pasó de 12 a 4 habitantes (decreció 67%), y en Cruz de Caminos, Rancho Tamuincito y Siveria ya no había habitantes en 2010.

En el SAR hay localidades que no tuvieron población en 1990 pero si en el 2000; de éstas la población que reportó el mayor crecimiento poblacional es Camposanto (La Dorita); la cual creció 200% pero pasó de 1 a 3 habitantes. La información de los cambios en la población en el SAR y en el municipio de Tamuín se presenta en la tabla IV.40.

Otro hecho que destaca es que la población en el SAR creció el 52% entre 1990 y 2000 y entre este año y el 2010 el crecimiento fue ligero, sólo de 1.2%. En contraste la población en el municipio creció muy poco de 1990 a 2000 (sólo 2.7%) y fue mucho mayor de 2000 a 2010 (8.1%).

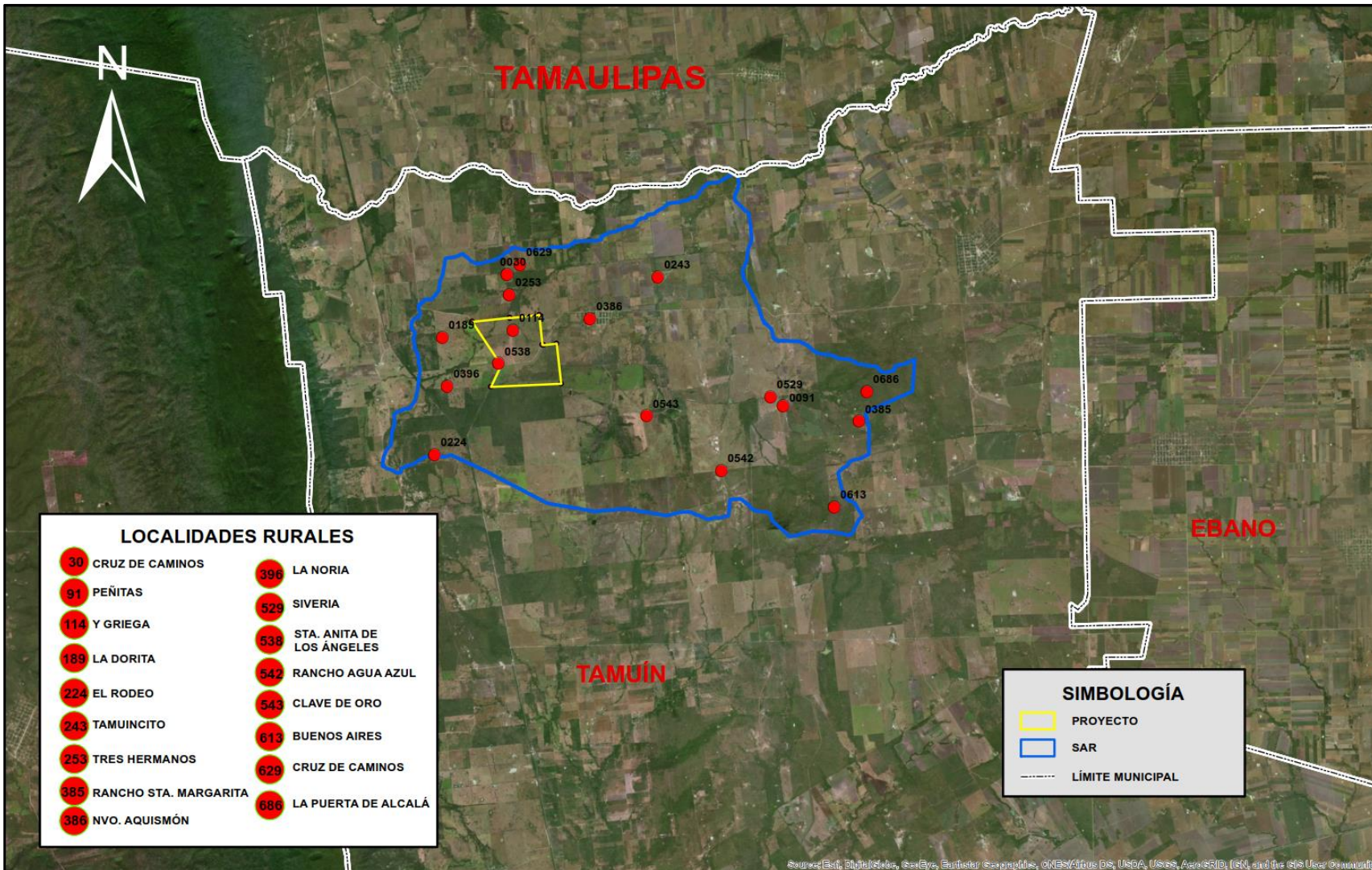


Figura IV.47 Localidades en el SAR del proyecto Tamuín 1

Tabla IV.40 Dinámica de la población en el municipio de Tamuín y en las localidades ubicadas en el SAR

Localidad	Año					Crecimiento de 1990 a 2000 (%)	Crecimiento de 2000 a 2010 (%)	Crecimiento de 1990 a 2010 (%)
	1990	1995	2000	2005	2010			
	Población							
Cruz de Caminos	3	*	2	2	0			-100
Peñitas	3	0	1	4	4			33
Y Griega	6	*	6	2	4			-33
Camposanto (La Dorita)	0	0	1	0	3		200	
Rancho Tamuincito	1	*	0	0	0			-100
Tres Hermanos	2	*	4	3	3			50
Rancho Santa Margarita	23	21	19	17	17	-17.3	-10.5	-26
Nuevo Aquismón	433	543	659	660	681	52.2	3.3	57.2
La Noria	0	*	6	4	6		0.00	
Siveria	2	*	3	0	0			-100
Rancho Agua Azul	0	*	12	6	4		-67	
Clavo de Oro (Los Tigres)	0	*	1	0	2		100	
Buenos Aires	0	*	0	0	0		0.00	
Cruz de Caminos (Camilo Montoya)	0	*	4	0	3		-25	
Población en el SAR	473	564	718	698	727	52	1.2	53.7
Población en el Municipio de Tamuín	34,148	36,543	35,087	35,446	37,956	2.7	8.1	11.1

Como se presenta en la tabla IV.41, a nivel municipal la proporción de mujeres con respecto de los hombres se encuentra por arriba del 96% en el 2005 y 2010 (por cada 100 mujeres hay un poco más de 96 hombres); sin embargo en las localidades del SAR dicha proporción indica que hay más hombres que mujeres (en Nuevo Aquismón hay 107 hombres por cada 100 mujeres)

Tabla IV.41 Relación hombres/mujeres en las localidades ubicadas en el SAR

Nombre de la localidad	2005			2010		
	Población masculina	Población femenina	Relación Hombres-mujeres (No. de hombres por cada 100 mujeres)	Población masculina	Población femenina	Relación Hombres-mujeres (No. de hombres por cada 100 mujeres)
Municipio de Tamuín	17,388	18,058	96.29	18,672	19,284	96.83
Rancho Santa Margarita	12	5	2.4	12	5	2.4
Nuevo Aquismón	363	297	122.22	353	328	107.62

En la tabla IV.42 se presenta la información de la estructura por edades de la población en el municipio de Tamuín. De acuerdo con el censo de 2010, un poco más del 50% de la población en el municipio tenía más de 25 años y casi 40% se ubicaba en el rango entre los 25 a 59 años, es decir se trata de una población adulta; la población menor de edad (0 a 17 años) fue de 37.87%. Nuevo Aquismón, la localidad más poblada del SAR, mostró una estructura similar a la del municipio, de manera que la población menor de edad alcanzó un porcentaje de 43.03%, y la más de 25 años tuvo 46.55%. La Noria no presentó población menor de edad, ya que los habitantes se concentraron en los rangos de adultos. En Rancho Santa Margarita la población de 12 a 17 años y la población de 25 a 59 años presentan la misma proporción de población con un 29.41%

Tabla IV.42 Estructura de edades de la población en el municipio Tamuín y localidades ubicadas en el SAR

Estructura por edades de la población 2010	Localidades							
	Municipio de Tamuín		Rancho Santa Margarita		Nuevo Aquismón		La Noria	
	Población	%	Población	%	Población	%	Población	%
Población de 0 a 5 años	4383	11.55	1	5.88	85	12.48	0	0.00
Población de 6 a 11 años	4868	12.83	3	17.65	96	14.10	0	0.00
Población de 12 a 17 años	5120	13.49	5	29.41	112	16.45	0	0.00
Población de 18 a 24 años	4537	11.95	2	11.76	71	10.43	1	16.67
Población de 25 a 59 años	15118	39.83	5	29.41	258	37.89	3	50.00
Población de 60 años y más	3930	10.35	1	5.88	59	8.66	2	33.33

Respecto de la estructura poblacional de mujeres y hombres, es muy parecida entre el municipio de Tamuín y Nuevo Aquismón, lo cual se aprecia en la figura IV.48.

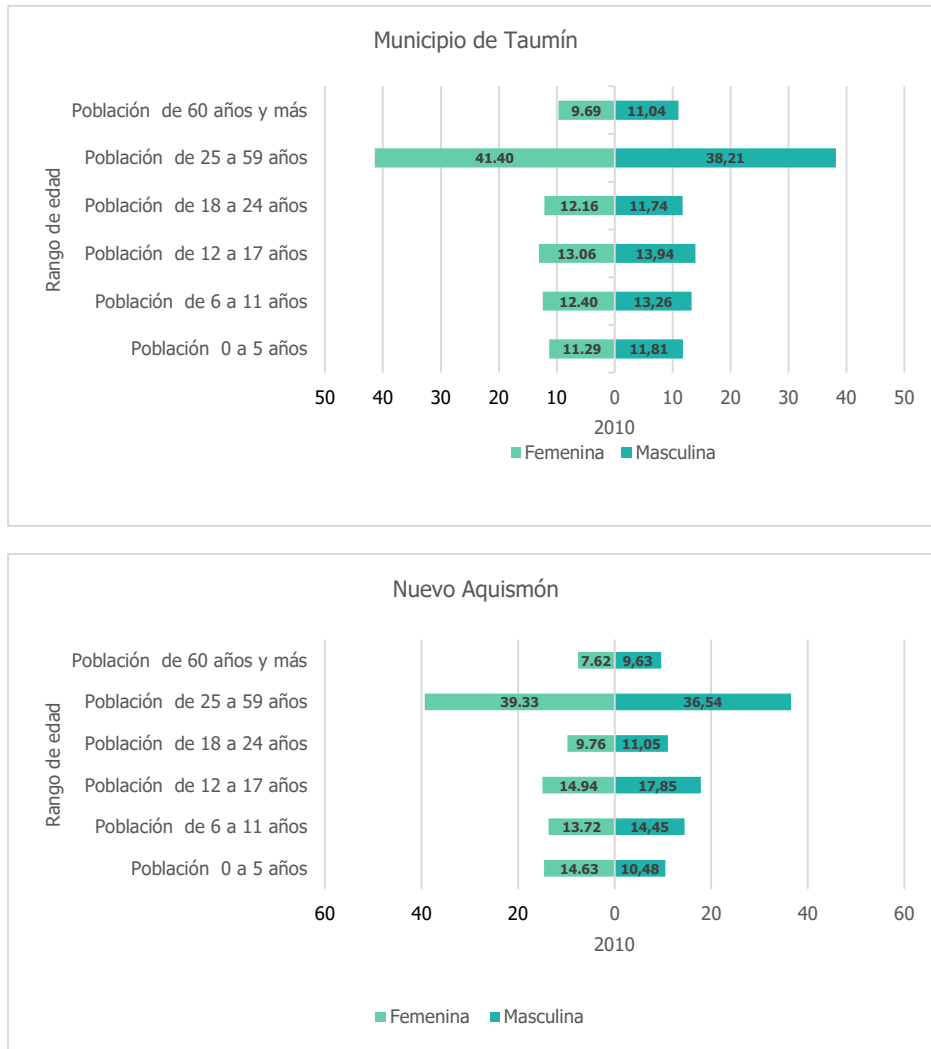


Figura IV.48 Estructura por edades por género en el Municipio de Tamuín y las localidades del SAR

Fecundidad. El promedio de hijos nacidos vivos (número de hijos que una mujer ha tenido a lo largo de su vida) representa la fecundidad acumulada. En la tabla IV.43 se presentan los valores promedio en 2005 y 2010 en las localidades del SAR y en el municipio. Nuevo Aquismón presentó una mayor fecundidad la cual no cambió en ambas fechas (más de 3 hijos); mientras que a nivel municipal la fecundidad fue menor (menos de 3 hijos) y se observó una reducción en esta variable en 2010

Tabla IV.43 Fecundidad en el municipio de Tamuín y en las localidades del SAR

Nombre de la localidad	Promedio de hijos nacidos vivos	
	2005	2010
Municipio de Tamuín	2.85	2.74
Rancho Santa Margarita	2.25	2.5
Nuevo Aquismón	3.3	3.3
La Noria	*	1.33

Migración. De acuerdo con la CONAPO, el municipio de Tamuín tiene un grado de intensidad migratoria medio (3.3773), ocupando el 31 lugar en el contexto estatal y a nivel nacional el 773, lo cual se presenta en la tabla IV.44. El porcentaje de vivienda con emigrantes hacia Estados Unidos fue de un 2.91% para el periodo 2005 a 2010.

El porcentaje de migrantes circulares y de retorno se incrementó en el periodo referido quedando en 2010 en 1.69% y 5.14%, respectivamente.

Tabla IV.44 Índice de intensidad migratoria México-EU en el municipio de Tamuín (datos de 2010)

Variables/Municipio	Tamuín
Total de viviendas	9 502
% de Vivienda que reciben remesas	8.43
% Viviendas con emigrantes a Estados Unidos del quinquenio anterior	2.91
% Viviendas con migrantes circulares del quinquenio anterior	1.69
% de viviendas con migrantes de retorno del quinquenio anterior	5.14
Índice de intensidad migratoria	0.2971
Índice de intensidad migratoria reescalado de 0 a 1002	3.3773
Grado de intensidad migratoria	Medio
Lugar que ocupa en el contexto estatal	31
Lugar que ocupa en el contexto nacional	773

IV.5.1 Población indígena

El Municipio de Tamuín tiene presencia indígena. En 2010 de una población de 37,956 en el municipio se reconocían como indígenas 7,897 habitantes (20.8%). Las localidades en el SAR que se consideran indígenas son: Peñitas con 4 habitantes, Y Griega con 4 habitantes Y Camposanto (La Dorita) con 2 de 3 habitantes. La localidad con mayor presencia indígena es Nuevo Aquismón, se reconocen como indígenas el 77.38% (527 habitantes), de los cuales 379 son monolingües y 382 reconocen hablar una lengua indígena. En las demás localidades no se registró población indígena en el censo de 2010. En la Tabla IV.45 se reportan los datos de población indígena.

El grupo étnico al que pertenecen se denomina Huastecos. Ellos se autodenominan *teenek* que quiere decir "los que viven en el campo con su idioma, sangre y comparten la idea".

Tabla IV.45 Población indígena municipio de Tamuín y localidades del SAR, 2010

Municipio/Localidad	Municipio Tamuín	Peñitas	Y Griega	Camposanto (La Dorita)	Nuevo Aquismón
Tipo de localidad		Con más de 40%			
Grado de Marginación	Medio				Alto
Población total	37,956	4	4	3	681
Población indígena	7,897	4	4	2	527
Población de 5 años y más que habla alguna lengua indígena y habla español	4393				379
Población de 5 años y más que habla alguna lengua indígena y no habla español	47				0
Población de 5 años y más que habla alguna lengua indígena	4576				382

IV.5.2 Características educativas

En el 2010, el porcentaje de la población inscrita en los niveles de educación básica (primaria y secundaria), en el municipio y en Nuevo Aquismón, fue alta, por arriba del 97% de la población de 6 a 14 años se encontraba cursando alguno de los dos niveles. Por otra parte, a nivel municipal sólo el 71.21% de la población de entre 15 a 17 años se encontraba inscrita. En Nuevo Aquismón, el patrón es similar ya que la población de este grupo de edad inscrita se ubica 70.49% (ver Tabla IV.46). En el municipio, un bajo porcentaje de la población de 18 a 24 años (19.90%) forma parte de la matrícula escolar en los niveles medio, medio superior (bachillerato) y licenciatura. El bajo porcentaje, puede ser reflejo de la falta de cobertura a nivel municipal y de la necesidad que tienen los jóvenes de incorporarse a la actividad económica a temprana edad.

Tabla IV.46 Población inscrita en 2010 en diferentes niveles educativos, en el municipio de Tamuín y las localidades del SAR

Nombre de la localidad/ Municipio	Municipio Tamuín		Rancho Santa Margarita		Nuevo Aquismón		La Noria	
	Pobl.	%	Pobl.	%	Pobl.	%	Pobl.	%
Población de 15 a 17 años que asiste a la escuela	1,937	71.21	0	0.00	43	70.49	0	0.00
Población de 18 a 24 años que asiste a la escuela	903	19.90	0	0.00	11	15.49	0	0.00
Población de 15 años y más con primaria completa	4,043	15.38	6	54.55	82	18.26	0	0.00
Población de 6 a 14 años que asiste a la escuela	7,268	97.39	5	60.00	147	97.27	0	0.00
Población de 15 años y más con secundaria completa	5,914	22.50	0	0.00	104	23.16	1	16.67
Población de 18 años y más con educación pos-básica	5,822	24.71	0	0.00	28	7.22	2	33.33

En la tabla IV.47 se presenta la información sobre alfabetismo y escolaridad en el SAR. Respecto de la población mayor de 15 años que sabe leer y escribir, en las localidades del SAR el porcentaje es un poco más bajo que en el municipio, el cual es de casi 91%. Por otra parte, la escolaridad promedio se encuentra entre los 4 y 5 y medio años en las localidades del SAR, mientras que en el municipio es un poco mayor de 7 años. En este rubro Rancho

Santa Margarita reporta un grado de escolaridad 1.5 años por debajo de las demás localidades, por lo que probablemente la población solo curse hasta el segundo grado de primaria. En cuanto a la escolaridad por género, el grado promedio es más bajo en las localidades del SAR que en el municipio; destaca que en Rancho Santa Margarita hay una marcada disparidad entre la escolaridad de hombres (2.86) y mujeres (6.25).

Tabla IV.47 Población alfabeta, promedio de escolaridad general y por sexo, 2010

Nombre de la localidad/ Municipio	Población 15 años y más Alfabetas			
	Municipio Tamuín	Rancho Sta. Margarita	Nuevo Aquismón	La Noria
Población de 15 años y más alfabeta	23,898	10	388	4
% de la población de 15 años y más alfabeta	90.93	90.91	86.41	66.67
Grado promedio de escolaridad	7.27	4.09	5.64	5.5
Grado promedio de escolaridad de la población masculina	7.26	2.86	5.83	7
Grado promedio de escolaridad de la población femenina	7.29	6.25	5.44	4

A nivel municipal, el porcentaje de analfabetismo (personas de más de 15 años que no saben leer ni escribir) disminuyó casi un 3%, entre el 2005 y el 2010, ya que pasó de 11.75% a 9.07%. En el mismo periodo, Nuevo Aquismón presentó un decrecimiento del analfabetismo significativo (8.6%), ya que pasó de 22.19% bajo a 13.59. Esta información se aprecia en la figura IV.49.

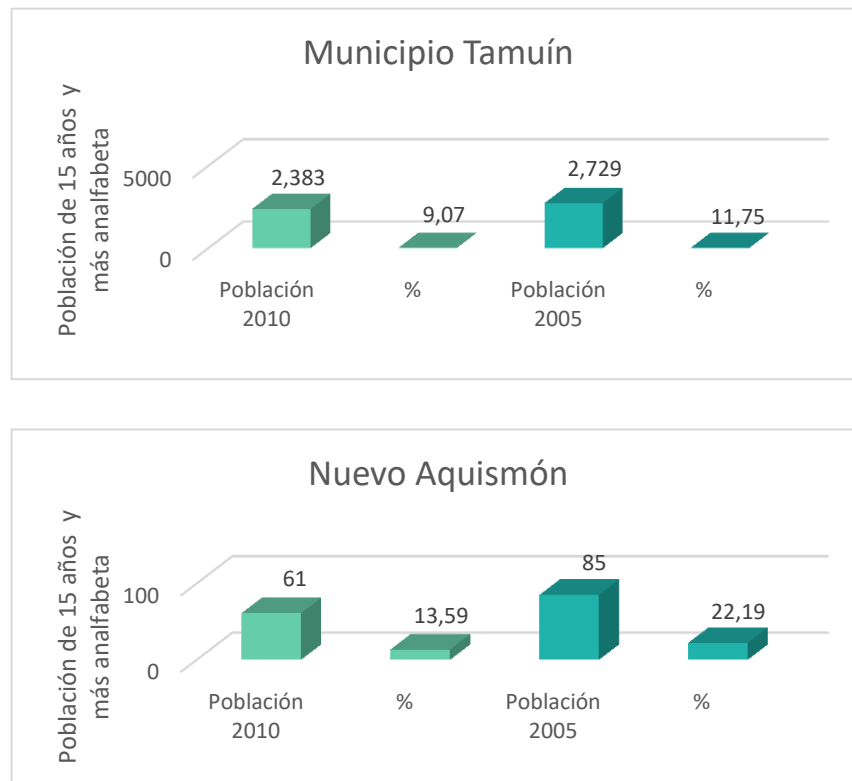


Figura IV.49 Población de 15 años y más analfabeta en el municipio de Tamuín y Nuevo Aquismón

IV.5.3 Servicios de Salud

Como se observa en la Tabla IV.48 los servicios de salud a nivel municipal y en las localidades del SAR han aumentado su cobertura desde año 2000. En particular, es muy significativo el crecimiento observado en Nuevo Aquismón, que avanzó de menos de 1% de cobertura a un poco más de 85%. Esto se debe a que en el 2003 se institucionalizó el Sistema de Protección Social en Salud (Seguro Popular). El otro momento importante que continuó acrecentando la cobertura de salud ocurrió en diciembre de 2006, con la creación del Seguro Médico para una Nueva Generación (SMNG), cuya cobertura está destinada a que todos los niños(as) tengan acceso a los servicios médicos que se proporcionan en los centros de salud de primer nivel y a las acciones hospitalarias, así como los medicamentos asociados al tratamiento médico.

En el 2010 la localidad en SAR con un mayor porcentaje de la población con derecho a servicios de salud fue La Noria, ya que el 100% de su población tenía protección, en contraste en Rancho Santa Margarita toda su población no tenía derecho a servicios de salud.

Tabla IV.48 Población derechohabiente a servicios de salud 2000, 2005 y 2010 en el municipio de Tamuín y localidades en el SAR

	Año						Año					
	2000		2005		2010		2000		2005		2010	
Servicios de Salud	Pobl.	%	Pobl.	%	Pobl.	%	Pobl.	%	Pobl.	%	Pobl.	%
Municipio/localidad	Total del Municipio Tamuín						Rancho Santa Margarita					
Población con derechohabencia a servicios de salud	10,263	29.25	17,092	48.22	29,548	77.85	0	0	0	0	0	0
Municipio/localidad	Nuevo Aquismón						La Noria					
Población con derechohabencia a servicios de salud	6	0.91	433	65.61	582	85.46	*	*	*	*	6	100

*Información reportada en el INEGI como confidencial

La mayor cobertura en servicios de salud en las localidades del SAR y en el municipio, la proporcionan el Seguro Popular y el SMNG, los cuales en conjunto protegen al 47.88% de la población. El porcentaje de la población adscrita a los servicios del IMSS e ISSSTE es muy bajo, lo que refleja la poca población que trabaja en el servicio público o en empleos formales como se muestra en la tabla IV.49. Nuevo Aquismón presenta un muy bajo porcentaje de la población adscrita al ISSSTE o IMSS, un poco más de 2.5%.

Tabla IV.49 Porcentaje de la población con derechohabencia a servicios de salud en el municipio de Tamuín y Nuevo Aquismón, 2010

Localidad/ Municipio	Total del Municipio		Nuevo Aquismón	
	Pobl.	%	Pobl.	%
Servicios de Salud				
Población derechohabiente del IMSS	9584	25.25	6	0.88
Población derechohabiente del ISSSTE (incluye ISSSTE Estatal)	1661	4.38	12	1.76
Población derechohabiente del seguro popular o seguro médico para una nueva generación	18175	47.88	564	82.82

El INEGI define a la población con discapacidad a todas aquellas personas que tienen dificultad para el desempeño y/o realización de tareas en la vida cotidiana (INEGI, 2010). Como se aprecia en la tabla IV.50, en el municipio de Tamuín el porcentaje de la población con discapacidad se encuentra en 5.96%; mientras que Nuevo Aquismón tiene un 17.47% (corresponde a 119 habitantes).

Tabla IV.50 Población con discapacidad Municipio y Localidades SAR, 2010

Localidad/Municipio	Municipio Tamuín		Rancho Santa Margarita		Nuevo Aquismón		La Noria	
	Pobl.	%	Pobl.	%	Pobl.	%	Pobl.	%
Población con limitación en la actividad	2,264	5.96	2	11.76	119	17.47	1	16.67

IV.5.4 Servicios básicos en la vivienda

En el municipio de Tamuín sólo el 60.49% de las viviendas particulares habitadas tienen todos los servicios básicos (agua entubada, electricidad y drenaje), dentro o fuera de la vivienda, pero dentro del terreno. El porcentaje a nivel municipal es bajo y en las localidades del SAR es nulo, ya que las viviendas no cuentan con los 3 servicios (ver tabla IV.51).

Tabla IV.51 Viviendas con servicios básicos (luz eléctrica, agua entubada de la red pública y drenaje), en el municipio de Tamuín y en el SAR (Año 2010)

Localidad/Municipio	Municipio de Tamuín	Rancho Santa Margarita	Nuevo Aquismón	La Noria
Total de viviendas particulares	11,777	3	201	3
Viviendas particulares habitadas	9,694	3	163	3
Viviendas particulares habitadas que disponen de luz eléctrica, agua entubada de la red pública y drenaje	5,864	0	0	0
% Viviendas particulares habitadas que disponen de luz eléctrica, agua entubada de la red pública y drenaje	60.49	0	0	0

En cuanto a disponibilidad de servicios, en la Tabla IV.52 se observa la disparidad en la cobertura de los mismos, las localidades pequeñas como Rancho Santa Margarita no cuentan con ninguno de los servicios, y 2 de las viviendas de La Noria solo disponen de drenaje y tienen piso diferente al de tierra. Respecto del servicio de agua entubada en la vivienda, en el municipio de Tamuín el 86.18% cuenta con este servicio y en Nuevo Aquismón el porcentaje es mayor (94.48%). En cuanto a la energía eléctrica, este es el servicio que cubre un mayor porcentaje de las viviendas a nivel municipal, con una cobertura del 94.73%, y también en Nuevo Aquismón, en donde el 89.57% de las viviendas tienen este servicio. El drenaje es el servicio con los porcentajes más bajos de cobertura en el municipio y las localidades del SAR; a nivel municipal, sólo el 68.74% de las viviendas tienen este servicio;

en Nuevo Aquismón sólo una vivienda cuenta con este servicio y el 99.39% de las viviendas carecen de él.

Tabla IV.52 Disponibilidad de Servicios Básicos en la Vivienda en el municipio de Tamuín y en las localidades del SAR, 2010 (viviendas particulares habitadas y porcentaje)

Localidad/Municipio	Municipio de Tamuín		Rancho Santa Margarita		Nuevo Aquismón		La Noria	
	Viv.	%	Viv.	%	Viv.	%	Viv.	%
Servicios Básicos en la Vivienda								
Viviendas particulares habitadas con piso de material diferente de tierra	8409	86.74	0	0	152	93.25	2	66.67
Viviendas particulares habitadas que disponen de luz eléctrica	9183	94.73	0	0	146	89.57	0	0.00
Viviendas particulares habitadas que disponen de agua entubada en el ámbito de la vivienda	8354	86.18	0	0	154	94.48	0	0.00
Viviendas particulares habitadas que disponen de drenaje	6664	68.74	0	0	1	0.61	2	66.67
Viviendas particulares habitadas que disponen de agua entubada en el ámbito de la vivienda	8389	86.53	0	0	154	94.48	0	0

IV.5.5 Índices de Marginación y Rezago Social

El Índice de rezago social es una medida ponderada que resume cuatro indicadores de carencias sociales (educación, salud, servicios básicos y espacios en la vivienda) y tiene como finalidad ordenar a las unidades de observación según sus carencias sociales. El índice de rezago social se clasifican en cinco estratos: muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto rezago social (<http://www.coneval.org.mx/Medicion/IRS/Paginas/Que-es-el-indice-de-rezago-social.aspx>). Busca establecer un parámetro analítico que permita entender cuándo un sector de la sociedad se encuentra en una situación donde no están presentes las oportunidades para el desarrollo, ni la capacidad para encontrarlas.

El índice de marginación en sus diferentes desagregaciones geográficas, se clasifican en cinco grados: muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto (Índice absoluto de marginación 2000-2010, Consejo Nacional de Población, 2013). Las dimensiones que componen el índice de marginación son: educación, vivienda, distribución de la población e ingresos monetarios.

De acuerdo con las definiciones, ambos índices son complementarios y en la tabla IV.53 se presentan los valores determinados en 2010. A nivel municipal el grado de marginación es medio y el rezago social es bajo; sin embargo en las localidades del SAR el grado de marginación es de Alto a Muy Alto, en tanto que el grado de rezago social varía del medio a alto y muy alto; con un menor grado de rezago social se destaca Nuevo Aquismón, por ser la localidad del SAR que tiene mayor cobertura de servicios básicos en la vivienda.

Si bien las localidades del SAR han mejorado respecto a las carencias sociales, es decir tienen un mayor acceso a los servicios de salud y a los servicios de educación, aún mantienen un grado de marginación alto. Lo que refleja la falta de oportunidades para el desarrollo.

Tabla IV.53 Índices de Marginación y Rezago Social en el municipio de Tamuín y las localidades del SAR, 2010

Localidad	Municipio Tamuín	Rancho Santa Margarita	Nuevo Aquismón	La Noria
Índice de marginación	-0.39	1.98	-0.53	1.26
Grado de marginación	Medio	Muy alto	Alto	Muy alto
Índice de rezago social	-0.54	2.56	-0.24	0.99
Grado de rezago social	Bajo	Muy alto	Medio	Alto

IV.5.6 Características y actividades económicas

De acuerdo al INEGI en los Tabulados de la Encuesta Intercensal 2015 a nivel municipal la población de 12 años y más que reconoció ser económicamente activa (PEA) en el quinquenio de 2010 a 2015, fue de 45.83%, en tanto la población económicamente no activa representó el 54.05%. En la tabla IV.54 se presenta la información de la condición de actividad económica a nivel municipal

Tabla IV.54 Condición de actividad económica en el municipio de Tamuín

Población de 12 años y más	Población económicamente activa (%)			Población no económicamente activa (%)	No especificado (%)
	Total	Ocupada	Desocupada		
29,599	45.83	96.37	3.63	54.05	0.12

INEGI. Tabulados de la Encuesta Intercensal 2015

La tabla IV. 55 muestra los porcentajes de la población ocupada de acuerdo a la actividad económica a nivel municipal. La actividad económica con el mayor porcentaje de población dedicada a ella son los servicios, con un 28.07% de la población, seguido del sector primario con un 27.59% de la población.

Tabla IV.55 Sector de actividad económica (% de la población ocupada) en el municipio de Tamuín

Población ocupada	Primario ¹	Secundario ²	Comercio	Servicios ³	No especificado
13,073	27.59	26.47	17.14	28.07	0.73

INEGI. Tabulados de la Encuesta Intercensal 2015

¹ Comprende: agricultura, ganadería, silvicultura, pesca y caza.

² Comprende: minería, extracción de petróleo y gas, industria manufacturera, electricidad, agua y construcción.

³ Comprende: transporte, gobierno y otros servicios.

Respecto al porcentaje de población que percibe una remuneración económica por su trabajo, a nivel municipal, el 77.78% de la Población Ocupada es asalariada, en tanto, el porcentaje de quien no es asalariado es de 21.78%. Esta información se presenta en la tabla IV.56.

Tabla IV.56 Porcentaje de trabajadores asalariados y no en el municipio de Tamuín

Población ocupada	Trabajadores asalariados ¹	Trabajadores no asalariados ²	No especificado
13,073	77.78	21.78	0.44

INEGI. Tabulados de la Encuesta Intercensal 2015.

¹ Comprende: empleados, obreros, jornaleros, peones o ayudantes con pago.

² Comprende: empleadores, trabajadores por cuenta propia y trabajadores sin pago.

Respecto de la población económica en el SAR, en la Tabla IV.57 se presenta la información del Censo de 2010 del INEGI. A nivel municipal, el 36.29% de la población se reconocía económicamente activa (PEA) y de ésta solo el 34.04% se encontraba ocupada; por otra parte, el porcentaje de la población económicamente no activa es un poco mayor que la PEA (38.98%). En el SAR, el porcentaje de la PEA en Nuevo Aquismón fue de 29.37% (menor que en el municipio) y el porcentaje de la población no económicamente activa fue de 43.47%.

Respecto de la población desocupada, en el municipio el porcentaje es bajo, sólo 2.24%, mientras que en Nuevo Aquismón es de 5.43%.

A nivel de localidades en el SAR, Rancho Santa Margarita (35.29%) y La Noria (66.67%), tienen los mayores porcentajes de población ocupada, aunque el tamaño de la población es pequeño. Nuevo Aquismón es la localidad con el menor porcentaje de población ocupada (23.94%) y un mayor porcentaje de población desocupada (5.43%).

Tabla IV.57 Población económica activa y no activa, ocupada y desocupada por localidad. 2010

Empleo y ocupación por localidad	Total del Municipio		Rancho Santa Margarita		Nuevo Aquismón		La Noria	
	Pobl.	%	Pobl.	%	Pobl.	%	Pobl.	%
Económicamente activa	13,773	36.29	8	47.06	200	29.37	4	66.67
No económicamente activa	14,797	38.98	5	29.41	296	43.47	2	33.33
Ocupada	12,921	34.04	6	35.29	163	23.94	4	66.67
Desocupada	852	2.24	2	11.76	37	5.43	0	0.00

El Municipio de Tamuín pertenece a la microrregión Huasteca Norte, en donde la actividad productiva predominante es la ganadería, a través de praderas inducidas, así como la agricultura de monocultivos, como la caña de azúcar. Las actividades de este sector emplean, por lo regular, sistemas de riego o sistemas mecanizados, lo que se traduce en altos volúmenes de producción

En la tabla IV.58 se presenta la superficie destinada a las actividades ganaderas. El principal producto es el ganado bovino, seguido de los porcinos. En el municipio también se practica la avicultura, teniendo un carácter casi puramente comercial.

En la Tabla IV.59 se presentan la superficie de los principales cultivos a cielo abierto que son: la caña de azúcar, la soya, y el maíz, a nivel propiedad privada en algunos predios se siembra el chile.

En el 2016 la tenencia de la tierra en el municipio de Tamuín eran mayoritariamente privada, los terrenos se destinan principalmente a la agricultura y la ganadería, como se presenta en la tabla IV.60.

Minería. La actividad minera en el municipio se realiza en la extracción piedra caliza y arcilla para la producción de cemento, siendo una actividad importante en la economía del municipio.

Industria. Existen diversas empresas manufactureras, entre las que destacan Cementos Mexicanos S.A, Cementos Anáhuac, S.A., AES TEC CORPORATION, Maquiladora Ensacar México, Rastro y Frigorífico de la Huasteca, A.C., Grupo GUSI S.P.R. de R.L., y Praderas Huastecas S.P.R. de R.L., éstas 2 últimas comercializan la ganadería a alta escala.

Comercio. La actividad comercial del municipio se lleva a cabo en establecimientos de diferentes giros y tamaños, de propiedad privada, principalmente en la cabecera municipal. El sector oficial participa con establecimientos comerciales, tanto en la zona rural como urbana.

Servicios. La demanda de servicios en el municipio es atendida por diversos establecimientos y la oferta es diversificada para atender necesidades personales, profesionales, de reparación y mantenimiento, de bienestar social, cultural y de recreación entre otros. Los servicios de reparación y mantenimiento se localizan sobre todo en la cabera municipal.

Tabla IV.58 Principales especies ganaderas y superficie por tipo de propiedad en el Municipio de Tamuín, 2016

Producto / especie	No. terrenos	Superficie total (ha)	No. terrenos ejidal	Superficie total ejidal (ha)	No. terrenos comunal	Superficie total comunal (ha)	No. terrenos privada	Superficie total privada (ha)	No. terrenos pública	Superficie total pública (ha)
Bovinos	5977	108259	4966	38300	0	0	1002	69911	9	47
Porcinos	207	1440	205	1418	0	0	1	16	1	5
Aves de corral	78	773	76	595	0	0	2	177	0	0
Caprinos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Colmenas	1	7	1	7	0	0	0	0	0	0
Ovinos	76	1193	63	381	0	0	13	811	0	0

Tabla IV.59 Principales cultivos y su superficie por tipo de propiedad en el Municipio de Tamuín, 2016

Producto / especie	No. terrenos	Superficie total (ha)	No. terrenos a cielo abierto ejidal	Superficie total a cielo abierto ejidal (ha)	No. terrenos a cielo abierto comunal	Superficie total a cielo abierto comunal (ha)	No. terrenos a cielo abierto privada	Superficie total a cielo abierto privada (ha)	No. terrenos a cielo abierto pública	Superficie total a cielo abierto pública (ha)
Avena	0	No disponible	0	No disponible	0	No disponible	0	No disponible	0	No disponible
Aguacate	10	19	10	19	0	0	0	0	0	0
Calabaza	34	39	33	34	0	0	1	4	0	0
Caña de azúcar	1154	2534	1082	1081	0	0	72	1452	0	0
Chile	5	338	0	0	0	0	5	338	0	0
Frijol	13	151	10	64	0	0	3	87	0	0
Maíz	422	2303	396	1807	0	0	17	465	9	30
Mango	1	14	1	14	0	0	0	0	0	0
Naranja	25	237	17	32	0	0	8	205	0	0
Plátano	3	2	3	2	0	0	0	0	0	0
Sorgo	547	4047	409	1597	0	0	84	2068	54	382
Soya	1063	No disponible	901	No disponible	0	No disponible	162	No disponible	0	No disponible
Tomate rojo (jitomate)	10	106	9	85	0	0	1	20	0	0
Tomate verde (cáscara)	2	No disponible	0	No disponible	0	No disponible	2	No disponible	0	No disponible
Trigo	1	23	0	0	0	0	1	23	0	0

Tabla IV.60 Tenencia de la Tierra en el municipio Tamuín, 2016

Tenencia de la tierra	Superficie total (ha)					Número de terrenos				
	Agricultura	Forestal	Ganadería	Otra Actividad	Sin Actividad	Agricultura	Forestal	Ganadería	Otra Actividad	Sin Actividad
Ejidal	16220	392	46506	647	15384	3352	49	5924	125	1295
Comunal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Privada	15678	227	74718	126	8872	401	2	1077	2	129
De colonia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pública	413	0	94	0	434	63	0	18	0	19

Marco censal agropecuario 2016, <http://gaia.inegi.org.mx>

IV.5.7 Infraestructura social y de comunicaciones

El municipio de Tamuín es el destino principal del eje carretero Xolol-Tamuín. Por otra parte, las principales vías de comunicación que cruzan el municipio se dirigen:

- Al noreste hacia Ébano, San Luis Potosí y Tampico, Tamaulipas,
- Al sur hacia con San Vicente Tancuayalab, San Luis Potosí,
- Al oeste hacia Ciudad Valles, San Luis Potosí.

El municipio tiene un aeropuerto nacional que ofrece el servicio comercial hacia algunos estados de la República. Se localiza a tres km al Noroeste de la cabecera municipal de Tamuín.

La ruta de ferrocarril San Luis Potosí-Aguascalientes, recorre la porción sur-occidente del estado, cruza por la capital potosina y continúa hacia el este con el nombre de Línea San Luis Potosí-Tampico. Esta línea pasa por el municipio de Tamuín, para finalmente arribar al puerto de Tampico, Tamaulipas.

La infraestructura de comunicaciones existente en Tamuín se presenta en la figura IV.50.

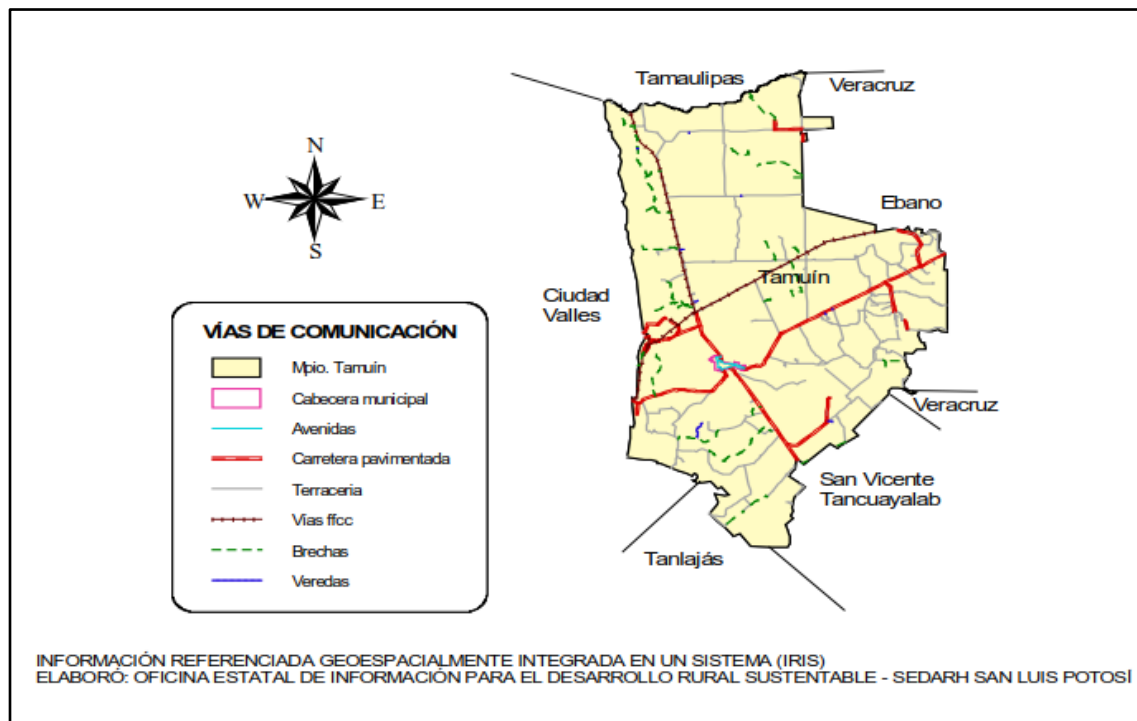


Figura IV.50 Infraestructura de comunicaciones en el municipio de Tamuín

IV.5.8 Estructura Educativa y Servicios asistenciales de salubridad

Estructura Educativa. En lo que se refiere al nivel educativo, en la actualidad en el SAR se imparte hasta la educación básica.

El Sistema de Educación básica: Preescolar general cuenta con escuelas en: La Cabecera Municipal de Tamuín 3 planteles y en Nuevo Aquismón 1 plantel.

Se cuentan con planteles para Primaria general en: La Cabecera Municipal de Tamuín con 4 planteles y en Nuevo Aquismón 1 plantel, cuenta con una primaria CONAFE el Rancho Santa Margarita.

En el SAR solo Nuevo Aquismón cuenta con Telesecundaria.

Respecto a la educación media superior a nivel bachillerato general, solo la cabecera municipal de Tamuín cuenta con Bachillerato técnico agropecuario y General, así como el Colegio de Educación Superior (nivel licenciatura)

Servicios asistenciales de salubridad. En la cabecera municipal existe el Hospital Básico Comunitario de Tamuín, dependiente de la SSA cuyas especialidades de atención son: Anestesiología, Ginecología, Pediatría y Cirugía General. 7 Centros de Salud, 4 Equipos de Salud Itinerante, 1 IMSS-Oportunidades y 1 Unidad Médica Familiar.

Aspectos culturales

En el municipio de Tamuín, las fiestas populares se presentan en Semana Santa. El género musical de tradición son los sones huastecos.

Una de las celebraciones más importantes es el Xantolo, este festival representa la reunión de los vivos con sus antepasados, se celebra durante los días 1 y 2 de noviembre.

El 1 de noviembre se celebra el Día de los Santos (dedicado a los niños fallecidos). Ese día preparan dulces y piloncillo (también conocido como papelón, panela o chancaca). También hacen oraciones, se monta un altar (puede estar cerca de la tumba o en la casa) y se mantienen en vela durante toda la noche.

El 2 de noviembre se celebra el Día de los Muertos (dedicado a los adultos muertos). Ese día preparan Zacahuil (tamales) con chile. También realizan oraciones, desfiles, bailes, montan un altar y permanecen despiertos toda la noche.

Actualmente se realiza la ruta Xantolo en la que participan los municipios de la Huasteca potosina y cada uno tiene sus propias actividades.

Los trajes típicos que usan las mujeres, son el multicolor quetchquemetl, el morral huilab, el tocado de cabeza o petop de estambre de colores, blusa y falda de manta color blanco, y los hombres, camisa y calzón de manta color blanco. Las artesanías que se elaboran son artículos de mimbre.

En el municipio de Tamuín se localizan tres de los más importantes sitios de la cultura huasteca: Tamtok, El Consuelo y Tzintzin - Lujub.

IV.6 Diagnóstico Ambiental

El diagnóstico ambiental tiene como objetivo, conocer el estado actual en que se encuentran los subsistemas ambiental y social del SAR, previo al inicio de las obras del Proyecto; a efecto de que esta información se utilice como línea base o línea cero. El diagnóstico considera el estado actual de los componentes ambientales, los factores de presión natural y social, la identificación de los componentes ambientales críticos y la tendencia de los componentes ambientales. Este conocimiento permitirá evaluar los impactos que podrían generarse por la inserción del Proyecto en el SAR, para la definición de las medidas de mitigación y prevención más adecuadas que promuevan la compatibilidad entre el Proyecto y el medio ambiente en un contexto de sustentabilidad. El diagnóstico ambiental se realizó considerando los resultados de la caracterización ambiental presentada en los apartados previos de este capítulo y comprende las siguientes etapas:

1. Conceptualización de la estructura del Sistema Ambiental e identificación de los factores de presión y componentes ambientales críticos.
2. Estado actual y tendencias de componentes ambientales y factores de presión.

IV.6.1 Conceptualización de la estructura del Sistema Ambiental Regional e identificación de los factores de presión y componentes ambientales críticos

En la figura IV.51 se esquematiza la relación del medio socioeconómico con el medio natural y los principales efectos en los atributos ambientales. Este esquema se preparó con la participación del grupo de expertos que colaboró en este estudio. En la tabla IV.61 se presentan los atributos de los componentes ambientales y los indicadores de su estado; asimismo se plantean los indicadores sugeridos para monitorear a dichos atributos.

En el SAR, las actividades económicas relacionadas con la producción agropecuaria es el principal factor del subsistema socioeconómico que ejerce la mayor presión sobre los componentes ambientales, por la demanda de territorio y de recursos naturales (por ejemplo agua); y la emisión de contaminantes sólidos, líquidos y gaseosos. Por otra parte, el cambio ambiental (climático principalmente) también ejerce presión en los componentes ambientales. Los principales efectos se reflejan en la modificación total del paisaje y la disminución de la cubierta vegetal y de la biodiversidad. De estos, la cubierta de la vegetación y la fauna de reptiles (por el gran número de especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT) son los atributos ambientales críticos en el SAR, ya que su estado es un indicador de la degradación que han sufrido los ecosistemas originales en la región.

Tabla IV.61 Componentes ambientales, atributos e indicadores en el SAR del proyecto Tamuín 1

Componente	Atributo	Indicador
Atmósfera	Calidad del Aire	Partículas Suspensas Totales Emisión de NO _x y CO
	Confort sonoro	Nivel sonoro
Geomorfología	Relieve	Superficie afectada
Suelos	Estabilidad Edáfica	Riesgo de erosión
	Usos del suelo	Superficie que cambió uso
	Calidad del suelo	Superficie que cambiará la calidad
Hidrología superficial	Drenaje superficial	Cambio en el patrón drenaje
Hidrología subterránea	Volumen de agua aprovechada	Disponibilidad
Vegetación	Cobertura	Superficie afectada
	Especies protegidas	Número de especies protegidas presentes
Fauna	Especies protegidas	Número de especies protegidas presentes
	Áreas de importancia para la fauna	Áreas de alimentación, descanso afectadas
	Hábitats	Diversidad de hábitats
Paisaje	Calidad intrínseca	Continuidad de cubierta vegetal

IV.6.2 Estado actual y tendencias de componentes ambientales y factores de presión

En el SAR predomina el clima cálido húmedo: Aw, presentándose dos variantes que se diferencian por el cociente Precipitación/Temperatura (P/T): el Aw₀ con un cociente P/T menor a 43.2 y el Aw₁ con cociente P/T de 43.3 a 55.0 (E. García, 1988). La temperatura media mensual más alta se presenta en junio (28.8°C), en tanto que la media mensual más baja se registra en enero (18.4°C). Con respecto a la precipitación, los meses más húmedos ocurren en julio (238.9 mm) y septiembre (218.8 mm), en tanto que la precipitación media mensual más baja se observa en febrero (17.7 mm). Sin embargo, cabe mencionar que el municipio de Tamuín, en el que se inserta el SAR, ha sido afectado por huracanes. Este tipo de clima se asocia a comunidades de selva baja caducifolia.

En el SAR existe una buena calidad del aire, la cual es afectada principalmente por los gases contaminantes que emiten los vehículos automotores y el metano que emite el ganado vacuno, ya que no hay emisiones industriales. Otras actividades que impactan en la calidad del aire son la quema de pastos y de la caña de azúcar antes de la cosecha. Los principales contaminantes atmosféricos son las Partículas Suspensas Totales que se generan por las tolvaneras en los terrenos. Con respecto al ruido, no hay instalaciones industriales generadoras de ruido, las fuentes de ruido son las localidades rurales del SAR, los vehículos que transitan por los caminos de terracería y la maquinaria agrícola que se utiliza.

Geomorfológicamente en el SAR predominan las Llanuras aluviales con lomeríos y Llanuras aluviales inundables.

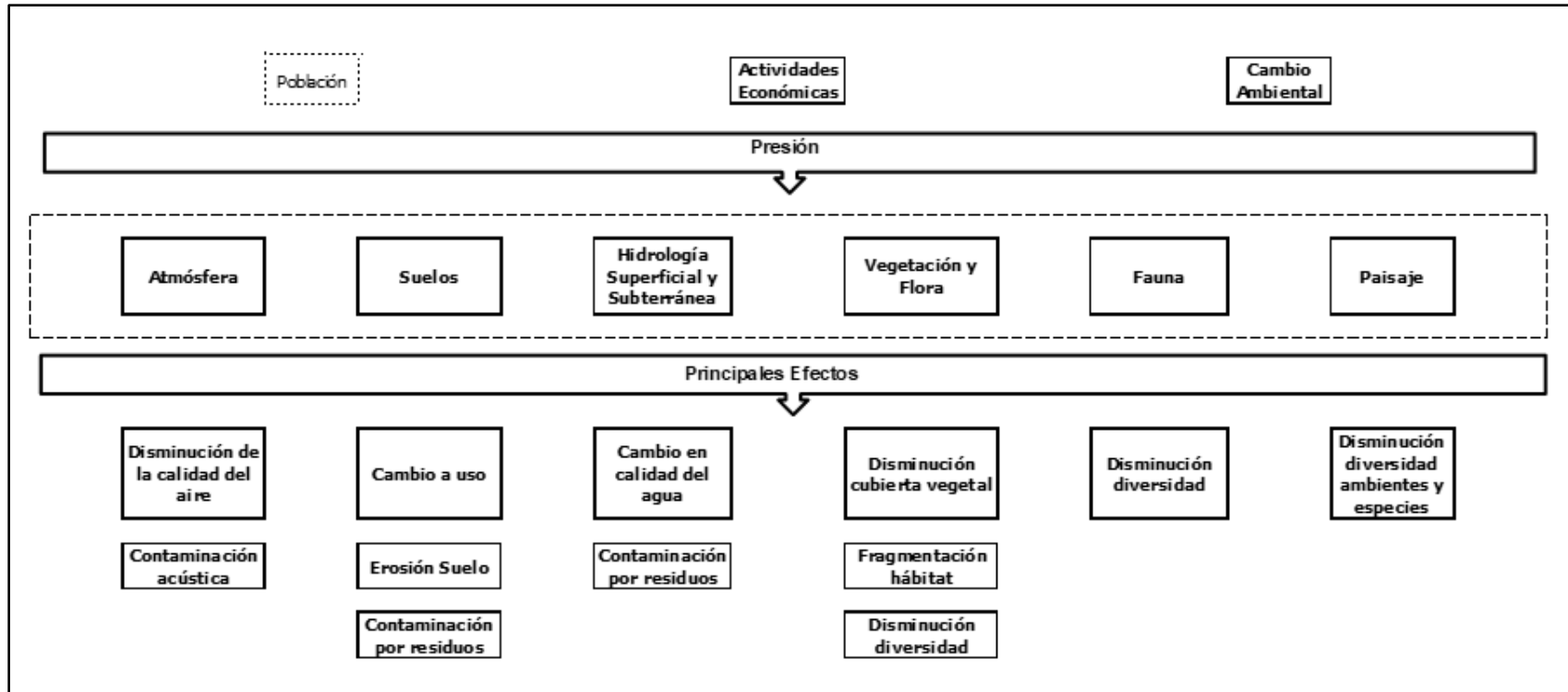


Figura IV.51 Esquema de efectos ambientales en el SAR provocados principalmente por las actividades agropecuarias, la población ejerce una influencia ligera

Edafológicamente, los principales tipos de suelos presentes en el SAR, corresponden a los Chernozem, Leptosoles, Feozems, Regosoles y Vertisoles. En el SAR el suelo se encuentra en un proceso de degradación, sobre todo en los terrenos agrícolas, las causas principales son: a) el cambio de uso de suelo que provoca que el suelo se quede sin cobertura, lo cual lo hace vulnerable a los procesos de erosión; b) la compactación por el pisoteo del ganado y el uso de maquinaria, provoca la destrucción de la estructura del suelo; y c) erosión de los suelos que provocan la reducción de la capa edáfica.

El SAR del Proyecto corresponde a la microcuenca Nuevo Aquismón, la cual se ubica en el municipio de Tamuín, tiene una superficie de 9,896.33 ha y pertenece a la Región Hidrológica 26 Pánuco. En esta microcuenca sólo se presentan corrientes y cuerpos de agua intermitentes, destacan dos arroyos: el Raya Ebanosa y el Tantoan. Asimismo, también se registran algunos aljibes, los cuales son utilizados como bebederos para el ganado.

El SAR se ubica en la zona geohidrológica Tamuín, la cual se localiza en la porción sudeste del estado de San Luis Potosí y cubre un área de 5 080.5 km². Este acuífero está conformado principalmente por rocas sedimentarias: casi 45% corresponde a lutitas, un 30% de lutitas-areniscas y un 20 % de material aluvial. La permeabilidad de las lutita y lutita-arenisca es baja en comparación con las demás rocas presentes en el área. De acuerdo con el balance de aguas subterráneas, la recarga total media anual que recibe este acuífero es de 370.1 hectómetros cúbicos por año (hm³ /año), la descarga natural comprometida es de 290.2 hm³/año y el volumen anual concesionado, de acuerdo con los títulos de concesión inscritos en el Registro Público de Derechos de Agua, es de 6.227443 hm³/año. El balance hidrológico es positivo (73.672557 hm³/año), lo que indica que en la unidad hidrogeológica Tamuín existe agua disponible para nuevas concesiones.

Si bien aún hay disponibilidad de agua en el acuífero Tamuín, de no aplicarse criterios de sustentabilidad para la administración del acuífero en el mediano plazo podría presentarse el agotamiento de las reservas hidrológicas, lo cual comprometería la posibilidad de desarrollo económico y social de la región.

En el SAR, los diferentes usos de suelo y vegetación cubren las siguientes superficies: 1) Pecuario y agrícola (Pastizal inducido y terrenos en descanso con vegetación secundaria) 99.5 %, 2) Asentamientos humanos 0.34 % y 3) Cuerpos de agua 0.14 %. En síntesis, en el SAR la cubierta vegetal se encuentra totalmente transformada por sucesivas intervenciones humanas, el uso pecuario y agrícola es el más extendido, le sigue el uso para asentamientos humanos y cuerpo de agua. La mayoría de los terrenos pecuarios y agrícolas originalmente eran ocupados por selvas baja caducifolia o mediana subperennifolia. Es común que en los ranchos ganaderos se ejerza una práctica de rotación de terrenos, por lo cual algunas superficies de los ranchos dejan de utilizarse por algunos años y se desarrolla vegetación secundaria con elementos de selva baja caducifolia, transcurrido el tiempo de "descanso" los terrenos son limpiados y vuelven a utilizarse para las actividades pecuarias. Si bien toda la superficie del SAR es de uso pecuario (sólo se exceptúan los cuerpos de agua y sus márgenes), el efecto de esta práctica de rotar los terrenos provoca que el paisaje a nivel regional semeje un mosaico de áreas con pastizales o cultivos y áreas con vegetación secundaria. Asimismo a lo largo del tiempo la cobertura de los terrenos es dinámica, ya que un predio en particular puede tener pastizal durante algunos años y si forma parte de un

sistema de rotación de predios se cubre de vegetación secundaria durante el periodo de "descanso".

En la figura IV.24 se ejemplifica esta dinámica, se observa la cubierta del SAR en los años que corresponden a los años 1987 y 2016, (ver inciso IV.3.1 Vegetación y flora de este capítulo).

La flora en el SAR registra 27 familias, 51 géneros y 55 especies. Las familias más importantes en cuanto al número de géneros y especies que concentran son:

- Fabaceae: con 10 géneros y 12 especies
- Euphorbiaceae: con 5 géneros y 6 especies
- Malvaceae: con 5 géneros y 5 especies

No se registraron especies de plantas protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010 en el SAR ni en el sitio del Proyecto. Tampoco se registraron especies endémicas.

Con respecto a la riqueza de fauna, en el SAR se registraron 71 especies de vertebrados: tres anfibios, seis reptiles, 50 aves y 12 mamíferos. En el Programa de Manejo del ANP Reserva de la Biosfera Sierra del Abra-Tanchipa (cercana al SAR) se reporta una gran riqueza de vertebrados terrestres (705 especies), considerando que en el SAR sólo se registró un 10% de esta riqueza de fauna, puede suponerse que muchas especies de la fauna que originalmente se distribuían en el SAR han sido extirpadas, otras han experimentado una disminución poblacional evidente, a consecuencia de la disminución y desaparición de los recursos alimenticios, modificación de las condiciones fisicoquímicas (humedad, temperatura, insolación) o por presión generada por el pastoreo y actividades agrícolas.

De las especies de fauna registradas, siete están protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010. Tres especies de aves, que están sujetas a protección especial (*Mycteria americana*, *Geranoaetus albicaudatus* y *Forpus cyanopygius*), y cuatro de reptiles, de las cuales tres están bajo protección especial (*Crotalus durissus*, *Trachemys elegans* y *Crocodylus acutus*) y una está amenazada (*Pituophis melanoleucus*). Ninguna de las especies protegidas fue observada en el sitio del Proyecto.

Con respecto a los reptiles, en el SAR la especie más abundante fue *Crocodylus acutus* y un gran porcentaje de las especies registradas (57%) se encuentran protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010 (1 amenazado y 3 en protección especial). Por esta razón este es el grupo de fauna más sensible en el SAR.

El SAR posee una baja calidad intrínseca del paisaje y una capacidad baja para absorber cambios en el paisaje sin que se pierda la calidad paisajística.

Desde el punto de vista social, en el SAR se identifican 13 poblados y rancherías con menos de 20 habitantes y sólo Nuevo Aquismón es el poblado con un número importante de habitante (681 en el año 2010). En el 2010, el grado de marginación en todos los poblados del SAR era alto o muy alto, mientras que el rezago social es medio, alto o muy alto. Nuevo Aquismón, tiene el menor grado de rezago social por ser la localidad del SAR que tiene mayor cobertura de servicios básicos en la vivienda. El alto grado de marginación refleja la falta de oportunidades para el desarrollo social y económico de las comunidades en el SAR.

En cuanto a los servicios con que cuentan las viviendas (agua entubada, electricidad y drenaje, dentro o fuera de la vivienda), el porcentaje a nivel municipal es bajo (60.49%) y en las localidades del SAR ninguna de las viviendas cuentan con los 3 servicios. En el SAR hay una disparidad en la cobertura de estos servicios: en las localidades pequeñas como Rancho Santa Margarita, no cuenta con ninguno de los servicios; mientras que en Nuevo Aquismón la mayoría de las viviendas tienen agua entubada (94.48%), electricidad (89.57%) y con respecto al drenaje más del 99% de las viviendas carece de este servicio.

Con respecto de los servicios de salud en las localidades del SAR la mayor cobertura la proporciona el Seguro Popular y el Seguro Médico para una Nueva Generación que en conjunto protegen sólo el 47.88% de la población. La población adscrita a los servicios del IMSS e ISSSTE es muy baja, lo que refleja la poca población que trabaja en el servicio público o en empleos formales. La localidad del SAR con el mayor porcentaje de población en el IMSS o ISSSTE es Nuevo Aquismón con un poco más de 2.5%.

Del 2000 al 2010 en el municipio de Tamuín y en todas las localidades del SAR mejoró notablemente la atención a la salud (en Nuevo Aquismón la población derechohabiente creció de casi 1% en el año 2000 a 85.46% en 2010), pero en ninguna localidad se alcanza la cobertura total de los servicios de salud.

En lo que se refiere al nivel de educación, en el SAR sólo se imparte educación básica. En Nuevo Aquismón hay planteles de educación preescolar, primaria y una telesecundaria.

En Nuevo Aquismón, el porcentaje de la población inscrita en los niveles de educación básica (primaria y secundaria) fue alta, por arriba del 97% de la población de 6 a 14 años se encontraba cursando alguno de los dos niveles; sin embargo, la escolaridad promedio se encuentra entre los 4 y 5 y medio años, lo que significa que en promedio los pobladores no concluyen los estudios de primaria. Respecto del analfabetismo, entre el 2005 y 2010 en Nuevo Aquismón se presentó un decrecimiento significativo (del 8.6%), ya que pasó de 22.19% bajo a 13.59.

En el municipio, un bajo porcentaje de la población de 18 a 24 años (19.9%) forma parte de la matrícula escolar en los niveles medio, medio superior (bachillerato) y licenciatura. El bajo porcentaje puede ser reflejo de la falta de cobertura a nivel municipal y de la necesidad que tienen los jóvenes de incorporarse a la actividad económica a temprana edad.

A nivel municipal la población de 12 años y más que reconoció ser económicamente activa (PEA) en el año 2010 fue de 36.29%. En el SAR, en Nuevo Aquismón la PEA fue menor (29.37%).

La economía en el municipio de Tamuín recae en el sector primario, la actividad productiva predominante es la ganadería, a través de praderas inducidas, así como la agricultura de monocultivos, como la caña de azúcar. Las actividades de este sector emplean, por lo regular, sistemas de riego o sistemas mecanizados, lo que se traduce en altos volúmenes de producción

El principal producto es el ganado bovino, seguido de los porcinos. Los principales cultivos a cielo abierto son: la caña de azúcar, la soya, y el maíz, a nivel propiedad privada en algunos predios se siembra el chile.

En el municipio existen diversas empresas manufactureras, entre las que destacan Cementos Mexicanos S.A, Cementos Anáhuac, S.A., AES TEC CORPORATION, Maquiladora Ensacar México, Rastro y Frigorífico de la Huasteca, A.C., Grupo GUSI S.P.R. de R.L., y Praderas Huastecas S.P.R. de R.L., éstas 2 últimas comercializan la ganadería a alta escala.

La actividad comercial del municipio se lleva a cabo en establecimientos de diferentes giros y tamaños, de propiedad privada, principalmente en la cabecera municipal. El sector oficial participa con establecimientos comerciales, tanto en la zona rural como urbana

IV.6.3 Tendencias de los factores de presión y de los componentes ambientales críticos

Las actividades pecuarias y agrícolas en la región Huasteca son los factores que ejercen una gran presión sobre los componentes ambientales, estas actividades tienen una larga historia en la región. Producto de estas actividades, los ecosistemas originales de la región (dominaban las selvas baja caducifolia y subperennifolia) ha sido transformados y actualmente la distribución de los sistemas naturales originales se restringe a las áreas montañosas (Sierra del Abra-Tanchipa).

La transformación de los sistemas ambientales no solo ha afectado a las comunidades vegetales sino que también la fauna y los suelos han sido afectados. Así, actualmente hay una baja diversidad de fauna terrestre (se registró sólo el 10% de las especies que se encuentran en la Sierra del Abra-Tanchipa) y los suelos han perdido su calidad por erosión y/o compactación por el uso de maquinaria pesada.

Si bien en el SAR el crecimiento de la población entre el 2000 y 2010 fue ligero (1.2%), el alto grado de marginación y la falta de oportunidades para el desarrollo social y económico de las comunidades hacen que los pobladores ejerzan una gran presión sobre los recursos naturales para satisfacer sus necesidades básicas, extrayendo recursos como alimentos silvestres o leña con gran intensidad. En la tabla IV.62 se presentan el crecimiento de las viviendas en las localidades del SAR.

El Plan Municipal de Desarrollo 2015-2018 hace el siguiente diagnóstico del municipio:

- Reconoce que la pobreza, la marginación, la falta de servicios o la mala calidad de los mismos, han generado poco crecimiento.
- Tamuín no cuenta con la infraestructura necesaria para el crecimiento de las actividades económicas, tampoco cuenta con mano de obra calificada y las gestiones para la atracción turística son deficientes por lo que el progreso de la economía familiar es muy bajo.

Tabla IV.62 Crecimiento de las viviendas en el municipio de Tamuín y en los poblados del SAR entre 1990 y 2010

Localidad	Número de viviendas					Crecimiento de viviendas		Crecimiento de población	
	Años					1990-2010	2000-2010	1990-2010	2000-2010
	1990	1995	2000	2005	2010	%		%	
Municipio Tamuín	6,787	7,567	7,889	8,424	9,694	0.43		0.11	
Rancho Santa Margarita	5	4	3	3	3	-0.40		-0.26	
Nuevo Aquismón	104	118	131	139	163	0.57		0.57	
La Noria		*	2	2	3	*	0.50	*	0.00

Para superar estas limitaciones el Plan propone el fortalecimiento de la infraestructura, la capacitación a la población para formar mano de obra calificada, el apoyo a las PyMES y a la planta industrial establecida en el municipio (para evitar el cierre de las industrias, como ocurrió con la Planta de Nestlé en 2003). Asimismo propone programas de dotación de servicios para satisfacer las necesidades básicas de todas las personas y ofrecerles la oportunidad de una mejor calidad de vida.

Respecto del Turismo, para capitalizar la riqueza de los parajes naturales de la región, así como los sitios arqueológicos, el municipio de Tamuín junto con otros siete municipios se encuentran gestionando el Proyecto Geoparque Huasteca Potosina. De concretarse, el Geoparque tendría el reconocimiento de la UNESCO y sería una importante palanca de desarrollo regional. En la figura IV.52 se muestran los municipios implicados en este Proyecto.

De mantenerse la tendencia de aprovechamiento de los terrenos pecuarios y agrícolas, y de materializarse los planes de desarrollo municipal, se incrementará la presión sobre el ambiente, por lo que se requerirá establecer estrategias de aprovechamiento y conservación de los factores ambientales, sobre todo de los atributos críticos, para promover el desarrollo del SAR con criterios de sustentabilidad. La tendencia de estos factores críticos se describe a continuación.

Vegetación y Fauna.- históricamente, la vegetación en el SAR ha sido intervenida intensamente para expandir la ganadería, la agricultura y en menor medida los asentamientos humanos. Las comunidades vegetales originales que se distribuían en el SAR (selvas baja caducifolia y subperennifolia) han sido eliminadas, y por la dinámica del uso de los terrenos (aprovechamiento/descanso) en los terrenos que por algunos años dejan de aprovecharse para la producción pecuaria y agrícola se establecen manchones de vegetación secundaria que representan sitios importantes para la conservación de la diversidad de la fauna terrestre. Estas áreas juegan un papel crucial para la conservación a mediano y largo plazo de la fauna terrestre que aún persiste en el SAR, por lo que se requerirá incentivar que

se mantenga este tipo de prácticas de manejo agropecuario para coadyuvar a la conservación de la fauna.

Atmósfera: Actualmente la calidad del aire en el SAR es adecuada, aunque se perciben los efectos de la utilización de coque de petróleo para la generación de electricidad por la central de generación eléctrica AES. Para mantener la calidad sin cambios significativos se requerirá que las nuevas industrias que se establezcan implanten sistemas de control de emisiones. Un reto importante en el SAR será evitar que la concentración de Partículas Suspendidas Totales, en particular las PM_{10} , se mantengan dentro de los límites aceptables, la mayor dificultad será controlar la quema de pastos y esquilmos.

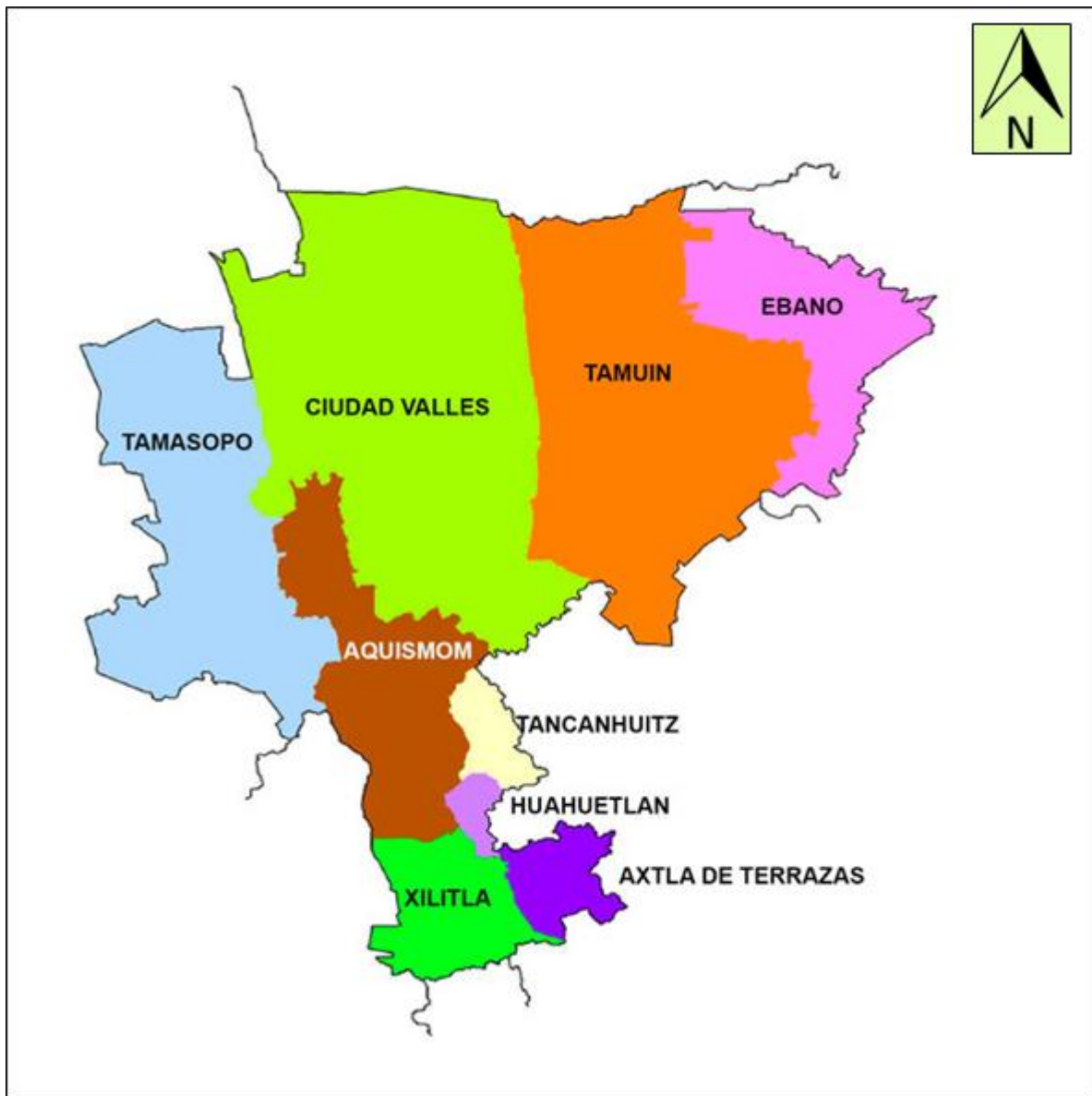


Figura IV.52 Municipios implicados en el Proyecto Geoparque Huasteca Potosina

V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

La evaluación del impacto ambiental es uno de los instrumentos de la política ambiental y tiene sus bases jurídicas en las disposiciones que al respecto establece la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA); dicha evaluación está destinada a regular la ejecución de obras o actividades para evitar o reducir sus efectos negativos en el ambiente y en la salud humana (INE, 2000).

En este contexto, el objetivo principal de la evaluación del impacto ambiental es estimar los efectos negativos sobre los medios del ambiente que pudieran provocar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones en las disposiciones aplicables, y a su vez proponer, con base en esta estimación, las medidas más adecuadas por implementar para llevar a niveles aceptables los impactos derivados de las acciones humanas asociadas al Proyecto, promoviendo la protección de la calidad del ambiente, para preservar y restaurar los ecosistemas a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos.

Con base en lo anterior, la evaluación de impactos permite anticipar los futuros impactos negativos y positivos de acciones humanas, buscando incrementar los beneficios y disminuir las alteraciones humanas no deseadas. Para ello, es necesario asegurar que las variables ambientales de interés se identifiquen desde el inicio y se protejan a través de decisiones pertinentes, haciéndolas compatibles con las políticas y regulaciones ambientales establecidas.

Según Canter (1998), la evaluación de impacto ambiental puede definirse como la identificación y valoración de los impactos potenciales de un Proyecto, relativos a los componentes físicos, bióticos, culturales y socioeconómicos del entorno; siendo el propósito principal de este proceso la consideración del ambiente en la planificación y en la toma de decisiones para definir actuaciones que sean compatibles con éste. En este sentido, la evaluación del impacto ambiental, además de estimar los efectos negativos sobre el medio ambiente que pudieran provocar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones en las disposiciones de la normativa ambiental aplicables, permite anticipar los futuros impactos negativos y positivos de acciones humanas, así como proponer, con base en esta estimación, las medidas más adecuadas por implementar para llevar a niveles aceptables los impactos derivados de las obras y actividades asociadas al Proyecto, promoviendo la protección de la calidad del ambiente y evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos.

Actualmente, existen numerosas técnicas y metodologías para la identificación y evaluación de las interacciones de un Proyecto y su entorno, sin embargo, cualquier evaluación de impacto ambiental debe describir las obras y actividades del Proyecto como fuente generadora del impacto y las particularidades ambientales del sitio y del entorno donde se pretende establecer dicho Proyecto; y tomando como base lo anterior, prever los posibles

impactos ambientales a fin de evitarlos o implementar las acciones correspondientes para mitigarlos o compensarlos.

Para el desarrollo de este capítulo se utilizó una metodología que permite estimar los impactos provocados por la ejecución del Proyecto y reducir en gran medida la subjetividad en la detección y valoración de los impactos ambientales generados por el mismo. El diseño metodológico para evaluar los impactos de este Proyecto considera tres aspectos analíticos principales:

- a) Identificación y evaluación de los impactos ambientales;
- b) Caracterización de los impactos; y
- c) Valoración de los mismos.

De manera sintética, en la figura V.1 se presentan las fases o etapas de la metodología de evaluación aplicada, las cuales se describen de manera detallada en los apartados posteriores de este capítulo.

Con base en las características y especificaciones del Proyecto, se identificaron las obras y actividades principales del Proyecto que pueden desencadenar impactos en los componentes ambientales del sistema ambiental regional (SAR), considerando para ello, la información señalada en el capítulo II; asimismo, con base en la línea base ambiental descrita en el capítulo III, se identificaron los usos de suelo en el sitio del Proyecto y su vinculación con los diversos instrumentos de planeación aplicables para el área del Proyecto y el SAR delimitado, así como los componentes ambientales relevantes de dicho sistema, descritos en el capítulo IV.

Como antecedente para la descripción y desarrollo de este capítulo, en la tabla V.1 se resumen las características más relevantes del Proyecto, a fin de dimensionar de manera pronta la magnitud de las obras del mismo, así como su posible impacto ambiental en el área del Proyecto y su área de influencia.

Tabla V.1 Características más relevantes del Proyecto

Concepto	Características
Superficies	
Superficie total del predio del Proyecto	371.5 ha
Superficie que ocuparán las instalaciones del Proyecto	336.8 ha
Proyecto	
Potencia nominal instalada	213.7 MW AC
Potencia pico	268.287 MWp
No. de módulos fotovoltaicos	654 360
No. de inversores	2 170 (105 kVA c/u)
Subestación elevadora (tensión)	34.5/400 kV
No. de transformadores	29 (6000 kVA) y 21 (2800 kVA)
Periodo de construcción del Proyecto	24 meses
Vida útil del Proyecto	25 años
Generación anual del Proyecto	484 012 MWh/año

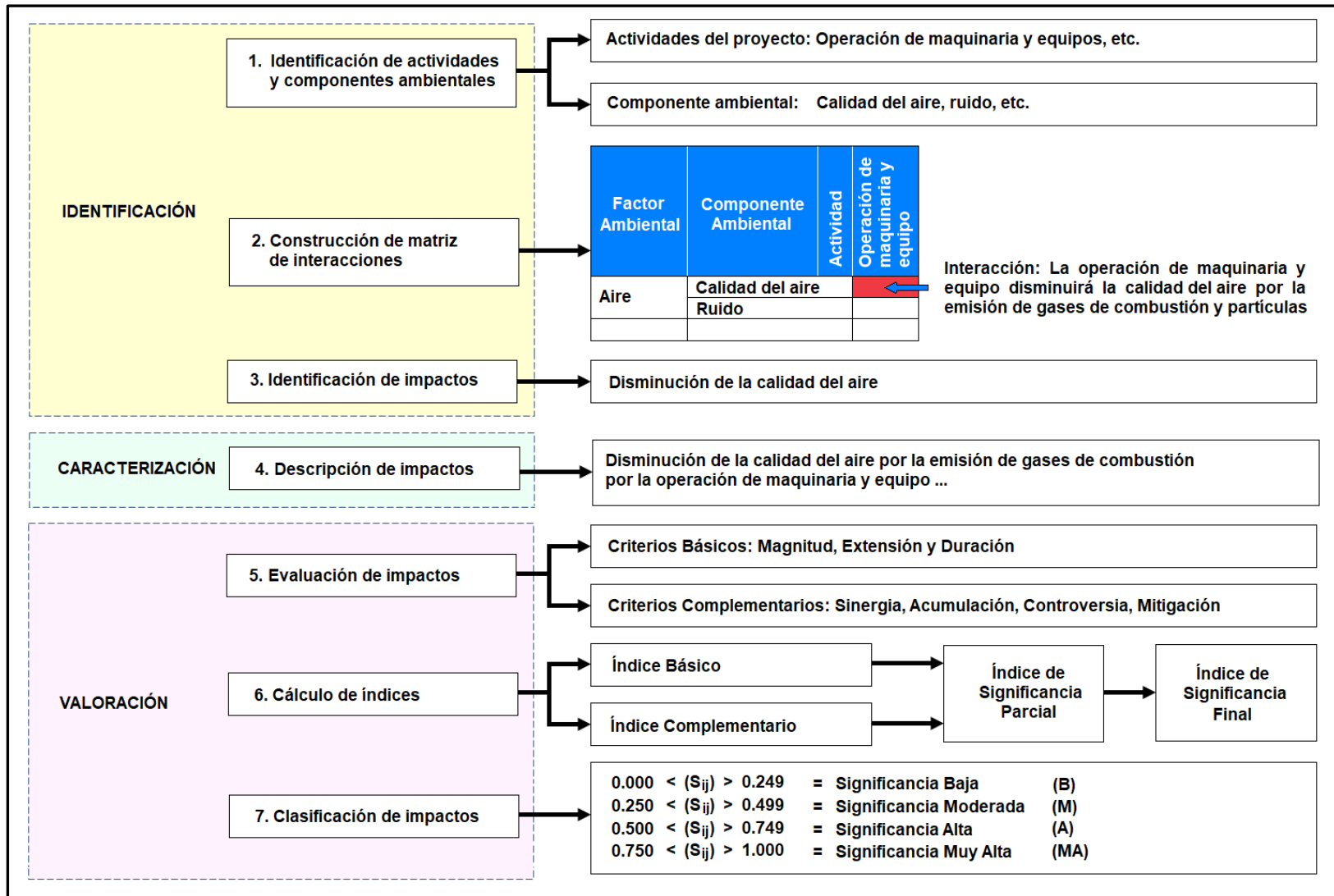


Figura V.1 Diagrama esquemático de las etapas de la metodología utilizada

En relación con los aspectos ambientales, la vegetación predominante en el área del Proyecto es pastizal inducido o cultivado, el cual se ha introducido intencionalmente para su establecimiento y conservación, estos pastizales son los que generalmente forman los llamados potreros en zonas tropicales, por lo general con buenos coeficientes de agostadero. Entre las especies cultivadas se encuentran *Digitaria decumbens* (Zacate pangola), *Pennisetum ciliaris* (Zacate buffel), *Panicum maximum* (Zacate guineo o privilegio) y *Panicum purpurascens* (Zacate pará), entre otras.

Así mismo, dentro de estos pastizales se observan algunos elementos arbóreos de bosque tropical subcaducifolio o selva baja subperennifolia, los cuales son utilizados como sombreadero del ganado. Entre las especies que se distribuyen en el área del Proyecto se encuentran: *Enterolobium cyclocarpum*, *Swietenia humilis*, *Pterocarpus acapulcensis*, *Bursera simaruba*, *Vitex gaumeri* y *Calycophyllum candidissimum*, entre otras. Este tipo de vegetación agrupa a un conjunto algo heterogéneo de bosques cuyo común denominador es su altura reducida y estar constituidos en gran parte por árboles espinosos. Por lo general la altura de estos árboles es de 4 a 15 m de altura y fisonómicamente tiene un aspecto denso debido a su estrato arbóreo.

En las figuras V.2 a V.4 se observan las características de la vegetación predominante en el área del Proyecto.



Figura V.2 Aspectos de la vegetación en el área del Proyecto



Figura V.3 Otro aspecto de la vegetación en el área del Proyecto



Figura V.4 Sitio de intersección de los tres polígonos del área del Proyecto

Cabe señalar que en los recorridos que se realizaron dentro del SAR y a lo largo y ancho del área del Proyecto no se encontraron individuos de especies florísticas listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010). Con respecto a especies faunísticas, dentro del SAR se registraron cuatro especies de aves y cuatro especies de reptiles listadas en dicha NOM, cuyas categorías de status de conservación se señalan en la tabla V.2.

Tabla V.2 Especies faunísticas con categoría de riesgo, observadas en el SAR

Familia	Especie	Nombre común	Categoría de riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010)
Clase: Aves			
Ciconiidae	<i>Mycteria americana</i>	Cigüeña americana	Protección especial
Accipitridae	<i>Geranoaetus albicaudatus</i>	Gavilán coliblanca	Protección especial
Psittacidae	<i>Forpus cyanopygius</i>	Perico catarina	Protección especial (endémica)
Cardinalidae	<i>Passerina ciris</i>	Sietecolores	Protección especial
Orden/Familia	Especie	Nombre común	Categoría de riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010)
Clase: Reptilia			
Squamata/Colubridae	<i>Pituophis melanoleucus</i>	Alicante	Amenazada
Squamata/Viperidae	<i>Crotalus durissus</i>	Víbora de cascabel	Protección especial
Testudines/Emydidae	<i>Trachemys elegans</i>	Tortuga lagunera	Protección especial
Crocodylia/Crocodylidae	<i>Crocodylus acutus</i>	Lagarto o cocodrilo	Protección especial

Por otra parte, entre algunas particularidades que se encuentran en el área del Proyecto son las siguientes:

- a) Al noroeste del predio del Proyecto, cruza el arroyo Raya Ebanosa; en cuyas márgenes se desarrollan algunos elementos relictos de selva baja caducifolia, que hacen la función de un bosque de galería (figura V.5), la cual no será afectada por el Proyecto, en virtud de que no se contempla establecer ninguna infraestructura del Proyecto sobre esta superficie.



Figura V.5 Vegetación en las márgenes del arroyo Raya Ebanosa, en el área del Proyecto

- b) En el área del Proyecto existen varios represas o aguajes, construidos como abrevaderos para el ganado, algunos de los cuales serían inhabilitados para el desarrollo del Proyecto (figura V.6);



Figura V.6 Represo o aguaje construido para abrevadero del ganado

- c) el área del Proyecto, está delimitado por tres polígonos, los cuales están separados por caminos, los cuales no serán afectados por el desarrollo del Proyecto; en la figura V.7, se observa el camino que comunica al poblado Nuevo Aquismón; y



Figura V.7 Camino que cruza el área del Proyecto y comunica al poblado Nuevo Aquismón

- d) En la porción sureste del predio del Proyecto se encuentran pastizales con vegetación secundaria (acahual de selva baja caducifolia), producto de la rotación de terrenos para la actividad pecuaria; lo cual implica que en una parte de los ranchos ganaderos existen

terrenos con pastizales (son las áreas en las que se tiene al ganado) y otras superficies que temporalmente no se usan (se dejan "en descanso") por lo que en estos terrenos se establece una cubierta de vegetación secundaria (como se deja varios años se establecen árboles y arbustos) a la cual localmente se le llama acahual o monte (figura V.8).



Figura V.8 Vegetación secundaria observada en la porción sureste del predio del Proyecto

Con respecto al SAR, casi en la totalidad del mismo se observa que ha sufrido un gran impacto antropogénico debido a actividades agropecuarias y de infraestructura, por lo que el impacto ambiental por la construcción del Proyecto, a priori, se ve minimizado al encontrarse en una zona que presentan un alto grado de alteración.

V.1. Identificación de impactos

V.1.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

Para la identificación de los impactos ambientales se consideró en primera instancia el empleo de la matriz de Leopold (1971) modificada; y para la evaluación de los impactos ambientales se utilizó el método propuesto por Bojórquez-Tapia *et al.*, (1998). De acuerdo con la metodología propuesta, primero se identifican y se definen las actividades o aspectos del Proyecto que podrían generar impactos; por otra parte, se definen también los componentes de los factores ambientales susceptibles de verse afectados.

Una vez definidas y jerarquizadas las variables, se elabora una matriz de interacciones tipo Leopold, en la que las actividades y/o aspectos del Proyecto se disponen en las columnas y los factores ambientales en los renglones de dicha matriz, a fin de representar e identificar las interacciones o dependencias directas entre éstos (factores ambientales frente a las actividades del Proyecto), las cuales se definen breve y claramente para evitar confusiones y desviaciones en la evaluación que se hará posteriormente.

La evaluación de los impactos ambientales consiste en calificar cada interacción mediante la aplicación de un conjunto de criterios catalogados en tres grupos: tres criterios básicos (magnitud, extensión y duración); cuatro criterios complementarios (efectos sinérgicos, efectos acumulativos, controversia y uno relativo a las medidas de mitigación); y cuatro criterios calificadores. Los primeros siete se evalúan bajo una escala ordinal que comprende diez niveles de magnitud (del 0 al 9), dependiendo del efecto que una actividad o aspecto del Proyecto tendrá sobre el componente ambiental. Los criterios calificadores sólo se evalúan como presentes o ausentes, como se detalla más adelante.

Posterior a la evaluación de las interacciones, se aplican una serie de ecuaciones para evaluar el nivel parcial y final de cada impacto o interacción, que puede variar de 0 a 1. Un valor final de cero significa la ausencia total del impacto, ya sea por su inexistencia o por su total mitigación. Por el contrario, un valor de 1 corresponde al máximo valor, lo que denota un impacto altamente significativo.

Para la evaluación de los impactos ambientales se desarrollaron las siguientes reglas de inferencia:

- Se asume que cualquier impacto tiene al menos, magnitud, extensión y duración, por lo que, los criterios básicos son indispensables para definir una interacción.
- Los criterios complementarios (sinergia, acumulación y controversia) pueden aplicarse o no, dependiendo del impacto, pero siempre provocan un incremento en el nivel de impacto. Por el contrario, la mitigación tiene el efecto opuesto, es decir, disminuye el nivel del impacto.
- Los criterios calificadores no modifican el nivel del impacto, pero indican la capacidad predictiva de la evaluación.

De esta manera, los criterios básicos definen las características directas e inmediatas, los complementarios toman en cuenta las relaciones de orden superior y los calificativos relacionan a los otros dos con el fundamento técnico de la predicción.

Cuando se tiene incertidumbre en determinar el valor de un criterio, se le asigna el mayor. Esta regla es consistente con una racionalidad precautoria para conflictos ambientales; esto es, disminuir la posibilidad de subestimar un impacto y minimizar el riesgo al público. Considerar un impacto negativo como alto cuando faltan evidencias en contrario, reduce el riesgo de que a lo largo de la vida útil del Proyecto ocurran imprevistos.

V.1.2 Identificación de impactos

La identificación de los impactos ambientales se realizó en tres etapas:

- a) Obras y actividades del Proyecto, susceptibles de producir impactos

Esta etapa consiste en la identificación de las obras y actividades del Proyecto susceptibles de generar impacto en el ambiente, en sus distintas etapas (preparación del sitio y

construcción, operación y mantenimiento, abandono del sitio) con base en la información señalada en el capítulo II.

De acuerdo con las obras, actividades y/o aspectos del Proyecto descritas en el capítulo II, en la tabla V.3 se identificaron las obras y/o actividades del Proyecto que pueden ocasionar impactos en el ambiente, así mismo, se presenta una breve descripción de lo que implica cada una de ellas y el posible factor o componente ambiental que puede verse afectado, ordenándose con base en la secuencia de las etapas del Proyecto: preparación del sitio y construcción, operación y mantenimiento, así como el abandono del Proyecto.

b) Factores y componentes ambientales susceptibles de recibir impactos

Esta segunda etapa radica en la identificación de los factores y componentes ambientales (físicos, bióticos, perceptuales y socioeconómicos) descritos y analizados en el capítulo IV, que forman parte del SAR definido y que pudieran tener alguna interacción con las obras y actividades del Proyecto.

De acuerdo con la metodología propuesta, en la tabla V.4 se presentan los factores y componentes ambientales que pueden verse afectados por la ejecución del Proyecto. En función de la relevancia del componente ambiental afectado, así mismo, se proponen algunos indicadores ambientales, los cuales serán monitoreados durante las diferentes etapas del Proyecto.

Los criterios para la identificación y definición de los factores ambientales susceptibles de recibir impactos fueron los siguientes:

- Que los factores ambientales afectados sean representativos de las áreas seleccionadas por el Proyecto;
- Que sus atributos ambientales sean relevantes, es decir, portadores de información significativa sobre la magnitud e importancia del impacto;
- Que sean excluyentes, es decir, sin solapamientos ni redundancias;
- Que sean de fácil identificación, tanto en su concepto como en su apreciación al utilizar información estadística, cartográfica o trabajos de campo; y,
- Que sean cuantificables o medibles.

Con base en lo anterior, en la tabla antes referida, se señalan los factores y componentes ambientales susceptibles de algún impacto, así como los indicadores propuestos.

Tabla V.3 Obras y/o actividades del Proyecto que pueden ocasionar impactos en el ambiente

Obra / Actividad	Descripción	Posible factor ambiental involucrado
Etapas de Preparación del Sitio y Construcción		
Rescate de flora y fauna	Previo a la preparación del sitio, se implementará y ejecutará un programa de rescate de flora y de ahuyentamiento, rescate y reubicación de la fauna silvestre que se localice en el área del Proyecto, con el propósito de minimizar el impacto ambiental que ocasionarán las actividades del Proyecto, principalmente por el desmonte y despalme; especialmente con las especies que por su lento desplazamiento permanezcan en el sitio aún después de las actividades de ahuyentamiento, así mismo, en caso necesario, se procederá a la reubicación de nidos.	Vegetación y fauna
Desmonte y despalme	El desmonte y despalme únicamente se realizará en las áreas donde se implantará el Proyecto y consistirá en la remoción de los elementos arbóreos, arbustivos y la capa herbácea presentes en el polígono del Proyecto; serán retirados los árboles que se encuentran dispersos en el predio. El despalme consiste en retirar la capa superficial del suelo junto con todos los tocones, esta actividad se llevará a cabo con maquinaria pesada. Estas actividades se ejecutarán con herramientas manuales y con maquinaria pesadas.	Aire, suelo, fauna, vegetación y paisaje
Nivelación y compactación	Las actividades de nivelación y compactación del terreno consisten en movimiento de tierras necesarios para alcanzar un plano horizontal adecuado a los propósitos y requerimientos de la obra civil a ejecutar; es decir, consiste en cortes, excavaciones, relleno y compactación del terreno. Debido a que la superficie del predio donde se instalará el Proyecto presenta una conformación predominantemente plana, no se modificará significativamente la topografía del sitio. Se rellenará y compactará el suelo para terraplén con el material de la propia excavación, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 98% de la máxima obtenida en la prueba Proctor modificado.	Aire, suelo y geomorfología
Construcción de caminos interiores, sistema de drenaje y acceso	Para el transporte de los materiales y equipos que se requieren para la construcción se construirán caminos interiores, mismos que se ocuparán para el mantenimiento durante la operación, los cuales tendrán un ancho de 4 m y serán construidos con terracería. En estos caminos se instalarán los ductos subterráneos con las conexiones en media tensión. Asimismo, se construirá un camino en la periferia del sitio. Éstos serán trazados, nivelados y compactados, utilizando material del mismo predio y de ser necesario de bancos previamente autorizados, tendrán en su superficie tepetate compactado.	Suelo
Cercado perimetral	El área del Proyecto será resguardada con una cerca perimetral de malla ciclónica, que tendrá 2 m de altura y alambre de púas en la parte superior de la cerca; el objetivo del cercado es para delimitar el polígono del Proyecto, dar protección y seguridad a los equipos del Proyecto y evitar la entrada de personas ajenas al Proyecto, así como de la fauna presente en el área de influencia. Así mismo, se destinará una franja de 6 m de ancho en el perímetro del polígono, en donde se construirá una brecha de patrullaje de 4 m y los dos	Suelo, fauna, y paisaje

Tabla V.3 Obras y/o actividades del Proyecto que pueden ocasionar impactos en el ambiente

Obra / Actividad	Descripción	Posible factor ambiental involucrado
	metros restantes se utilizarán como zona de amortiguamiento con vegetación, mediante un programa de reforestación.	
Instalación de obras provisionales y definitivas (edificaciones)	Se refieren a las obras y actividades que se llevarán a cabo durante etapa de preparación del sitio y construcción, la mayoría de las cuales perdurarán durante la etapa de operación y mantenimiento. Comprende la construcción de edificaciones e incluye todas aquellas estructuras que requieren excavaciones, relleno y compactado, cimentaciones y bases de asentamiento de concreto, e instalaciones hidráulicas y sanitarias, entre las cuales se encuentran oficinas, bodegas, área de recepción de mercancías (patio de maniobras), talleres (posteriormente, en la etapa de operación, éstos serán ocupados como área de acopio de residuos), almacén de residuos peligrosos, sanitarios (serán retirados en la etapa de operación), estacionamientos y subestación elevadora. La superficie que ocuparán las edificaciones del Proyecto será de 16 237 m ² (1.62 ha).	Suelo, paisaje, fauna
Excavaciones y zanjeado	Para las conexiones eléctricas del Proyecto fotovoltaico se prepararán canales de sección transversal (60 cm de ancho por 80 cm de profundidad) donde se depositarán las líneas de colectores eléctricas con sus correspondientes registros. Se incluyen también las zanjas para el cableado de los sistemas de monitorización y el cableado de los sistemas de seguridad, alumbrado y vigilancia. Una vez preparada la zanja se rellenará con 15 cm arena, en seguida se realizará el tendido de los conductores eléctricos, de los cables del sistema de seguridad y vigilancia o tubos de polietileno de 100 mm de diámetro, posteriormente se pondrá otra capa de 15 cm de arena, se colocará la cinta de señalización de conexiones eléctricas subterráneas. Finalmente, la zanja se rellenará con material proveniente de la excavación hasta la altura final del firme.	Suelo
Cimentaciones de obras e instalación de estructuras de soporte e inversores y subestaciones	Las cimentaciones de oficinas, la subestación de potencia, talleres, almacenes y paneles, dependerá de la carga de la estructura/equipamiento y las condiciones del suelo. La capacidad de carga permitida será determinada por el estudio de mecánica del suelo del sitio. Las cimentaciones podrán ser encepados de concreto reforzado, un macizo de concreto armado o zapatas de concreto reforzado de acuerdo con los planos del fabricante; para algunos equipos y algunos edificios se desarrollarán cimentaciones superficiales. Para las cimentaciones se realizarán excavaciones a cielo abierto a profundidades que varían de 1 hasta 4.50 m, utilizando medios manuales o maquinaria. Los equipos ligeros y de pequeñas dimensiones podrán anclarse directamente a las losas de piso o zapatas de concreto sobre el terreno. Las estructuras de soporte de módulos deben resistir, con los módulos instalados, las sobrecargas debidas al viento o cualquier efecto meteorológico adverso. Tanto la estructura como el sistema de fijación de módulos permitirán las dilataciones térmicas, sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos.	Suelo, paisaje
Montaje de equipo electromecánico	Comprende la colocación de los paneles; inversores de corriente; el cableado subterráneo y aéreo; charolas, los equipos de la subestación; tableros de protección, control y medición; equipos de instrumentación y control, transformador, sistema de tierras y sistema contra incendio. Para su instalación se utilizarán grúas y	Paisaje

Tabla V.3 Obras y/o actividades del Proyecto que pueden ocasionar impactos en el ambiente

Obra / Actividad	Descripción	Posible factor ambiental involucrado
	malacates de la capacidad requerida por cada maniobra y el peso de los elementos y equipo a colocar. También se utilizarán soldadoras para los trabajos de conexión de estructuras, pailería y soportes diversos.	
Instalación eléctrica del sistema fotovoltaico	Esta actividad comprende la instalación de conductores en baja tensión, pararrayos, conos de alivio, conductores de potencia y la instalación de equipos principales de la subestación elevadora consiste en la colocación de los interruptores, cuchillas y transformadores. En esta subestación el voltaje de la energía eléctrica se elevará de 34.5 kV a 400 kV. Posteriormente, la energía se enviará, mediante una Línea de Transmisión aérea en 400 kV, a donde se evacuará la energía producida al Sistema Eléctrico Nacional en una SE existente perteneciente a la red de CFE.	Hidrología, suelo, paisaje
Desmantelamiento y retiro de obras provisionales y restauración del terreno (áreas verdes)	Previamente a la etapa de operación del Proyecto, se retirarán algunas de las instalaciones provisionales (talleres, almacenes provisionales y la infraestructura sanitaria) y algunas otras obras serán reutilizadas con otros fines durante la etapa operativa del Proyecto; se retirará la maquinaria conforme sea desocupada de las actividades de construcción. El propósito es que la central fotovoltaica quede libre de maquinaria, residuos e infraestructura para comenzar pruebas de funcionamiento. Así mismo, al término de la construcción se habilitará una franja de 2 m de ancho a lo largo de la periferia del polígono del Proyecto en la cual serán plantados árboles de especies autóctonas, con el fin de formar una zona de amortiguamiento de vegetación natural.	Aire, suelo
Transporte de insumos, materiales y de personal	Se utilizarán camiones y/o furgonetas para proporcionar el transporte a los trabajadores, alojados en las proximidades y poblaciones cercanas. Para el caso de los materiales del Proyecto se empleará transporte de carga diverso (trailers, camiones, low boy, tolvas, pick up, etc.).	Aire
Generación de residuos	Para los residuos o material producto del desmonte y despalme, se habilitará una zona para almacenar dicho material, a fin de utilizarlo posteriormente en las labores de reforestación y restauración de suelo que se proponen en este estudio. Los residuos producto de las excavaciones que sean generados como resultado de la realización del Proyecto, y 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.	Suelo e hidrología
Generación de aguas residuales y sanitarias	Las aguas residuales serán provenientes de los servicios sanitarios portátiles, así como de aguas de servicios provenientes por la preparación de alimentos, principalmente. Estas instalaciones estarán disponibles de acuerdo con la cantidad de trabajadores durante la construcción del Proyecto y se instalarán sanitarios portátiles en diferentes frentes de trabajo, en razón de 1 por cada 12 trabajadores de obra. El contratista de los sanitarios portátiles será el encargado del mantenimiento regular y adecuada disposición, de acuerdo con las normativas ambientales. Las aguas provenientes por la preparación de los alimentos, así como de las	Suelo e hidrología

Tabla V.3 Obras y/o actividades del Proyecto que pueden ocasionar impactos en el ambiente

Obra / Actividad	Descripción	Posible factor ambiental involucrado
	labores de limpieza de las instalaciones de las oficinas serán contenidas y dispuestas de manera adecuada por medio de proveedor especializado.	
Contratación de personal	Para la construcción del Proyecto se requiere la contratación del mayor número de trabajadores. El personal requerido va desde ingenieros, electricistas, soldadores, maestro de obra, albañiles, ayudantes de construcción, conductores, operadores de equipos portátiles, livianos y pesados y ayudantes generales, etc.	Socioeconómico
Etapas de Operación y Mantenimiento		
Operación de la planta fotovoltaica	Además de la generación de energía eléctrica durante esta etapa del Proyecto, las actividades principales consisten en la vigilancia de manera permanente en las instalaciones, la integridad de la malla perimetral, el estado general de las instalaciones, las visitas oculares de supervisión mensual para la implementación del programa de mantenimiento (eléctrico y servicios), así como el monitoreo específico de la generación eléctrica, entre otras actividades.	Socioeconómico
Limpieza de módulos	La limpieza de los paneles fotovoltaicos consiste en lavar los módulos con agua, cuya periodicidad depende de la acumulación de polvo y suciedad sobre los paneles fotovoltaicos. Por el tipo de suelo del sitio del Proyecto se estima que se llevarán a cabo dos limpiezas por año. Por las condiciones climatológicas y de partículas en suspensión del emplazamiento se estima que se emplearán 0.3 litros de agua por panel. El agua que se usará para la limpieza será adquirida en una empresa que provea agua con determinada calidad físico-química, como pH entre 6 a 7.5 y conductividad eléctrica menor de 50 MicroS cm a 20°.	Suelo e hidrología
Mantenimiento de caminos interiores y sistema de drenaje	El mantenimiento de caminos interiores y sistema de drenaje está en función a la maleza que se genere dentro de los mismos y en el predio del Proyecto, sobre todo de aquella vegetación que pueda interferir con la captación de energía solar por los paneles fotovoltaicos; así como también con aquella vegetación que su sistema radicular pueda afectar con la infraestructura del cableado subterráneo. El mantenimiento consistirá en el retiro de esta vegetación.	Suelo y vegetación
Generación de residuos	Los residuos durante la etapa de operación y mantenimiento serán residuos sólidos urbanos generados por los trabajadores. Se estima que cada trabajador generará alrededor de 5 kg por día, principalmente en las oficinas y el comedor, los cuales se destinarán al relleno sanitario o reciclado. Para las labores de mantenimiento de la infraestructura de las instalaciones se generarán una pequeña cantidad de residuos peligrosos, como son botes con resto de pinturas, esmaltes, solventes, estopas y trapos impregnados, etc. Estos residuos serán manejados de acuerdo con la normativa ambiental vigente, tomando en consideración su reducido volumen y su escasa periodicidad.	Suelo
Generación de aguas residuales y	Las aguas residuales serán provenientes de los servicios sanitarios y de las labores de limpieza de las instalaciones de cuarto de control, casetas de vigilancia, y otras edificaciones, las cuales serán contenidas y	Suelo e hidrología

Tabla V.3 Obras y/o actividades del Proyecto que pueden ocasionar impactos en el ambiente

Obra / Actividad	Descripción	Posible factor ambiental involucrado
sanitarias	dispuestas en el drenaje de la localidad de Tamuín, o donde lo indique el Municipio.	
Contratación de personal	Una vez que el Proyecto esté conectado y en funcionamiento será supervisado de forma remota y sólo personal de vigilancia se encontrará en el sitio. Sólo será necesario realizar un mantenimiento programado (2-3 veces al año) o el mantenimiento <i>ad-hoc</i> en el caso de un fallo donde el sistema requiera de investigación.	Socioeconómico
Etapas de Abandono del Sitio ¹		
Desmantelamiento y retiro de equipos	Esta actividad comprende: desconexión de la red, el desmantelamiento de los paneles solares, desmantelamiento de las instalaciones eléctricas, el retiro de las estructuras de soporte y montaje.	Aire, Fauna, Paisaje, Socioeconómico
Demolición de edificaciones e infraestructura	Comprende la demolición y retiro de todas las bases de concreto y cimentaciones de las edificaciones construidas.	Aire y suelo
Restauración del sitio	Durante la limpieza y acondicionamiento del predio se dejará el terreno libre de escombros. Los desechos de las obras serán alojados en sitios específicos dentro del predio, para proceder mediante camiones a su envío a sitios autorizados para su disposición final. Para la rehabilitación del terreno, se realizarán actividades de labranza como el subsuelo, para reducir la compactación del suelo (en las áreas que fueron destinadas a edificaciones y caminos interiores) y promover las condiciones más favorables para el crecimiento del sistema radicular del cultivo o de la vegetación que se desee incorporar.	Suelo
Generación de residuos	Los residuos producto del desmantelamiento de equipos e infraestructuras se retirarán a bodegas de la empresa para su disposición final con los proveedores. Así mismo, los residuos producto de las demoliciones serán colectados y trasladados a los sitios que indique la autoridad municipal.	Suelo
Contratación de personal	Para la ejecución de las actividades de esta etapa del Proyecto se contratarán empresas especializadas.	Socioeconómico

¹ **Etapas de abandono del sitio.** La construcción del Proyecto está considerada para operar por un período de 25 años, aunque puede ser de forma indefinida, ya que se puede seguir utilizando la misma infraestructura para nuevas tecnologías fotovoltaicas en un futuro. No obstante, cuando la vida útil del Proyecto termine por cualquier circunstancia, se procederá al abandono del sitio realizando las actividades descritas, previa notificación a la autoridad ambiental (SEMARNAT).

Tabla V.4 Listado de factores y componentes ambientales que podrían ser afectados por las obras y actividades del Proyecto

Medio	Factor ambiental	Componente ambiental	Indicador ambiental a valorar
Abiótico	Aire	Calidad del aire	Emisiones a la atmósfera de gases de combustión de maquinaria, equipos y vehículos (NO _x y CO).
		Nivel de ruido	Niveles sonoros (dB) con respecto a la NOM-080-SEMARNAT-1994.
	Geomorfología	Relieve	Modificaciones de la pendiente del terreno, estabilidad.
	Hidrología	Calidad del agua	Calidad del agua con base en los criterios de la NOM-001-SEMARNAT-1996.
		Patrón de drenaje	Modificación de escurrimientos superficiales, cuerpos de agua, áreas de recarga, etc.
	Suelo	Características fisicoquímicas	Modificación de sus propiedades físicas: porosidad, densidad (compactación), humedad, etc.; contaminación del suelo por hidrocarburos.
		Infiltración	Modificación de coeficientes de infiltración, recarga del acuífero.
Estabilidad edáfica		Pérdida de suelo (erosión hídrica y eólica), reducción de materia orgánica y productividad.	
Biótico	Vegetación	Cobertura vegetal	Pérdida de vegetación por el desmonte y despalme.
		Especies en riesgo	Afectación de especies florísticas listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
	Fauna	Hábitat	Afectación de sitios de alimentación, anidación y refugio de las especies faunísticas identificadas.
		Abundancia y distribución	Cambios en la riqueza faunística en el área de influencia del Proyecto.
		Especies en riesgo	Afectación de especies faunísticas listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
Perceptual	Paisaje	Calidad visual del paisaje ²	Grado de excelencia del paisaje en función de la calidad de las vistas directas que desde él se divisan y del horizonte escénico que lo enmarca, es decir, es el conjunto de características visuales y emocionales que califican la belleza del paisaje (Cifuentes, 1979).
Socioeconómico		Economía local	Derrama económica por generación de empleos directos e indirectos.
		Actividades productivas	Modificación de actividades productivas por cambio de usos de suelo y servicios.
		Bienes y servicios	Demanda de bienes de consumos y de servicios durante la ejecución del Proyecto (hospedaje, alimentación, transporte, salud, etc.).

² De acuerdo con Solari y Cazorta (2009) la calidad visual del paisaje está definida por la valoración de los componentes ambientales del paisaje (la calidad intrínseca y la calidad visual), descritos en el Capítulo IV.

c) Modelo matricial para determinar las interacciones Proyecto-entorno

La tercera y última etapa de la identificación de los impactos reside en la identificación de las interacciones de las obras y actividades del Proyecto con los factores y componentes ambientales del sistema que pudieran ser afectados por la ejecución del Proyecto. Para lo cual se elabora una matriz de identificación de tipo Leopold modificada para reconocer los impactos ambientales directos.

Una vez definidas las obras y actividades asociadas al Proyecto susceptibles de producir impactos ambientales, así como los factores y componentes ambientales que pueden ser afectados por el desarrollo de las mismas, se identificaron las interacciones entre ambos listados, procediendo a integrar la matriz de identificación de impactos directos de tipo Leopold (Leopold *et al.*, 1971) modificada, la cual contiene en forma vertical (columnas) las obras y actividades a realizar en las diversas etapas del mismo, y en forma horizontal (renglones) los factores y componentes ambientales que pudieran ser impactados por la implantación del Proyecto.

Así, a través de esta matriz se establecen las interacciones posibles, las cuales representan los impactos sobre uno o varios factores ambientales que pueden ocasionar una determinada obra o actividad del Proyecto.

Para la identificación de las interacciones se efectúa una confrontación entre los factores ambientales y cada determinada obra o actividad del Proyecto (factores ambientales, *i*, vs actividades del Proyecto, *j*). La existencia de alguna interacción entre las actividades y obras del Proyecto con los factores y componentes ambientales, se señalaron sombreando la celda de intercepción. Dependiendo del tipo de impacto previsto, el sombreado se señala con rojo cuando se considera negativo, con azul si éste se prevé sea positivo y con amarillo si existe incertidumbre. En la tabla V.5 se muestra la matriz de identificación de impactos directos del Proyecto.

De acuerdo con esta matriz, se identificaron 84 interacciones de impacto ambiental, de las cuales 59 se consideran negativas, 24 positivas y una interacción que podrían ser positiva o negativa, dependiendo de la percepción o del punto de vista de la interacción o de su finalidad.

Según la tabla señalada, la etapa del Proyecto con un mayor número de interacciones fue la de preparación del sitio y construcción (54 interacciones de impacto), seguida por las etapas de operación y mantenimiento y de abandono del sitio; se identificaron 13 y 17 interacciones, respectivamente. Por otra parte, el medio abiótico es el que se verá más afectado, con 42 interacciones de impacto, seguido por el medio biótico, perceptual (paisaje) y socioeconómico, con 16, 11 y 15 interacciones, respectivamente. La evaluación posterior de las interacciones identificadas en la matriz permitirá revelar qué componentes y factores del medio serán afectados con mayor intensidad y cuáles obras y/o actividades del Proyecto serán las más críticas.

Tabla V.5 Matriz de interacciones e impacto ambiental

<p style="text-align: center;">PROYECTO TAMUÍN 1</p>			ETAPAS – OBRAS Y/O ACTIVIDADES DEL PROYECTO																											
			PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN												OPERACIÓN						ABANDONO									
			Rescate de flora y fauna	Desmonte y despalme	Nivelación y compactación	Construcción de caminos interiores, sistema de drenaje	Cercado perimetral	Instalación de obras provisionales y definitivas	Excavaciones y zarjeado	Cimentación de obras e inst. estructuras de soporte y SE	Montaje de equipo electromecánico	Instalación eléctrica del sistema fotovoltaico	Desmantelamiento de obras provisionales y restauración	Transporte de insumos, materiales y de personal	Generación de residuos	Generación de aguas residuales y sanitarias	Contratación de personal	Operación de la planta fotovoltaica	Limpieza de módulos	Mantenimiento de caminos interiores y sistema de drenaje	Generación de residuos	Generación de aguas residuales y sanitarias			Contratación de personal	Desmantelamiento de equipo e infraestructura	Demolición de edificaciones e infraestructura	Limpieza, acondicionamiento y rehabilitación del predio	Generación de residuos	Contratación de personal
MEDIO	FACTOR AMBIENTAL	COMPONENTE AMBIENTAL																												
Abiótico	Aire	Calidad del aire		1		2	3	4	5				6	7									53	54			9	42		
		Nivel de ruido		8	9	10		11	12	13			14	15									55	56	57				11	
	Geomorfología	Relieve			16																								1	
		Hidrología	Calidad del agua										17	18					47	48									4	
			Infiltración			19					20														15				3	
	Suelo	Patrón de drenaje			21		22																				2			
		Características fisicoquímicas		23	24								1	25	26				49	50				16	58		9			
Estabilidad edafológica				27	28																			59			3			
Biótico	Vegetación	Cobertura vegetal		29																			17			2				
		Especies listadas en NOM-059																								0				
	Fauna	Hábitat		30			31																	18			3			
		Abundancia y distribución		32			33		34	35	36		37					51	52					19			9			
		Especies listadas en NOM-059	2	38																							2			
Perceptual	Paisaje		39			40	41		42	43	44	3		45							20	21	22			11	11			
Socioeconómico	Paisaje	Empleo											4	5	6		9	10	11	12	13					23	9			
		Actividades productivas		46													1										2			
		Bienes y servicios										7			8						14					24	4			
		Σ (por obra y/o actividad)	1	10	6	2	5	3	2	3	3	2	4	4	4	3	2	1	2	2	3	3	3	2	2	3	9	1	2	84
		Σ (por etapa)	54												13						17									

V.1.3 Evaluación de los impactos ambientales

La evaluación de los impactos ambientales identificados por la ejecución del Proyecto se realizó de manera multidisciplinaria, siguiendo el proceso indicado a continuación:

- El establecimiento de los criterios de valoración y evaluación de los impactos ambientales, considerando la magnitud de los impactos identificados y la importancia de los factores ambientales afectados.
- La selección de los impactos ambientales para definir los índices cualitativos y/o cuantitativos con base en valores normados y límites máximos permisibles que permitan definir la dimensión de las alteraciones o modificaciones que provocará el desarrollo del Proyecto sobre los factores del SAR del Proyecto.
- La valoración de cada uno de los impactos ambientales identificados, a fin de determinar su significancia o relevancia.
- La elaboración de una matriz cribada de evaluación de impactos, donde se indican los impactos ambientales relevantes ocasionados por la ejecución del Proyecto considerando la aplicación de las medidas de mitigación.
- La caracterización y descripción de los impactos ambientales relevantes o significativos identificados en cada una de las etapas del Proyecto.
- La descripción y ponderación de los impactos ambientales directos, indirectos, acumulativos, sinérgicos y residuales identificados y evaluados, que se realiza con base en la descripción de las afectaciones que ocasionarán las obras o actividades sobre uno o varios factores del SAR analizado, la aplicación de los criterios de evaluación y valoración de los impactos, así como las medidas de mitigación que se consideran en el Proyecto o que pueden ser implementadas para reducir las afectaciones, las cuales se describen a detalle en el capítulo IV.
- La jerarquización de los impactos ambientales detectados, a partir de los criterios de evaluación y valoración de los impactos y su interacción con los factores del SAR analizado.

Para realizar la evaluación de los impactos ambientales que se provocarán con motivo de las diferentes obras y actividades del Proyecto se utilizó la metodología de Bojórquez-Tapia (1989) y Bojórquez-Tapia *et al.* (1998).

Después de identificar las interacciones ambientales relevantes para las diferentes etapas del Proyecto (tabla V.5), se procede a calificar su impacto, considerando para ello los índices básico y complementario propuestos por Bojórquez-Tapia (*op. cit.*). La evaluación consiste en calificar cada interacción mediante la aplicación de un conjunto de once criterios, como se señaló líneas arriba y se detalla a continuación:

a) Índice básico (MED_{ij}). Este índice se obtiene utilizando los 3 parámetros básicos (magnitud, extensión y duración), mediante la siguiente ecuación:

$$MED_{ij} = 1/27 (M_{ij} + E_{ij} + D_{ij})$$

En donde: M_{ij} = magnitud del impacto
 E_{ij} = extensión del impacto

D_{ij} = duración de la acción

El origen de la escala de valoración es 0.111, debido a que es el valor más bajo que se puede obtener para este índice, por lo que:

$$0.111 < MED < 1$$

b) Índice complementario (SAC_{ij}). Para el cálculo de este índice se utilizan tres de los parámetros complementarios (sinergia, acumulación y controversia) mediante la siguiente fórmula:

$$SAC_{ij} = 1/27 (S_{ij} + A_{ij} + C_{ij})$$

En donde: S_{ij} = sinergia del impacto
 A_{ij} = acumulación del impacto
 C_{ij} = controversia de la acción

En este índice el origen de la escala es de 0, debido a que es el valor más bajo posible de obtener, por lo que sus valores pueden ubicarse en el siguiente rango:

$$0 < SAC < 1$$

c) Índice de impacto (I). El índice de impacto está dado por la combinación de los índices básicos y complementarios.

Cuando existe alguno de los parámetros del índice complementario (sinergia, acumulación y controversia), el valor del índice básico se incrementa; el índice de impacto se calcula a través de la siguiente fórmula:

$$I_{ij} = MED_{ij}^{(1 - SAC_{ij})}$$

En donde: MED_{ij} = Índice Básico
 SAC_{ij} = Índice Complementario

Significancia de impacto (S). Una vez obtenidos los índices MED (básico), SAC (complementario) e I (impacto) se procede a calcular la significancia del impacto (S_{ij}), tomando en consideración la existencia y, en su caso, eficiencia esperada de las medidas de mitigación (T_{ij}), utilizando la siguiente fórmula:

$$S_{ij} = I_{ij} * (1 - 1/9 (T_{ij}))$$

En donde: I_{ij} = Índice de impacto
 T_{ij} = Existencia y eficiencia de las medidas de mitigación

Con el uso de la ecuación señalada se obtiene la significancia de cada impacto, cuyo rango de variación es 0 a 1. Un valor final de cero implica que el impacto puede ser mitigado totalmente.

Por el contrario, un valor de 1 corresponde al máximo valor, lo que denota un impacto muy alto, que generalmente no tiene medida de mitigación.

Los valores de la Significancia del Impacto (S_{ij}) que se obtienen se clasifican de acuerdo con la siguiente escala (Bojórquez *et al.*, 1998):

Bajo	(B)	0.000 a 0.249
Moderado	(M)	0.250 a 0.499
Alto	(A)	0.500 a 0.749
Muy Alto ³	(MA)	0.750 a 1.000

Es importante aclarar que el concepto de significancia se aplica siguiendo estrictamente el procedimiento metodológico señalado, a diferencia de la definición de significancia que se establece en el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiental (RLGEEPA) que literalmente dice lo siguiente (Artículo 3, fracción IX, del RLGEEPA):

Impacto ambiental significativo o relevante: Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.

Es decir, la significancia se utiliza para este caso como concepto metodológico, por lo que no necesariamente implica que los impactos que se generen por el presente Proyecto vayan a obstaculizar la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como vayan a obstaculizar la continuidad de los procesos naturales.

Para calificar la calidad de la evaluación realizada y apoyar la asignación de valores a los parámetros de los índices básico y complementario, se hace uso de los siguientes criterios calificadores: información, certeza, confianza y estándares. Es importante señalar que estos criterios calificadores no agregan un valor cuantitativo al impacto o interacción evaluada, pero proporcionan una base para soportar la predicción de los posibles impactos. Con excepción del criterio "certeza", el cual se califica como alta (A), media (M) o baja (B) su probabilidad, los demás criterios calificadores se consideran como presentes (S) o ausentes (N).

Algunas de las ventajas de esta metodología utilizada son las siguientes:

- No se duplican las actividades del Proyecto con respecto a los impactos;
- La información es organizada en un formato simple, no se elaboran matrices complejas;
- Los juicios sobre los impactos son rastreables;
- Es un procedimiento sistemático y objetivo, en el que todos los impactos se evalúan bajo los mismos criterios;
- Existe mayor certidumbre en los resultados y se facilita la racionalidad en la toma de decisiones.

³ Entendiéndose esta categoría como la más significativa o relevante, que, en su caso, podría provocar alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales, obstaculizando la continuidad de los procesos naturales de manera irremediable.

V.2. Caracterización de los impactos ambientales identificados

A continuación, se presenta el análisis y descripción de los impactos ambientales identificados por etapa y por componente ambiental.

V.2.1 Etapa preparación del sitio y construcción

Durante esta etapa, se presentarán la mayor cantidad de interacciones de impacto, siendo los factores suelo, vegetación, fauna, aire, paisaje y socioeconómico los más afectados, aunque la afectación de este último factor será de manera positiva debido a la generación de empleos directos e indirectos en la región. Sin duda, las actividades de acondicionamiento del sitio (desmonte y despalme) así como la nivelación y compactación son las acciones que ocasionarán el mayor impacto ambiental en esta etapa del Proyecto, como ocurre también en el inicio de cualquier obra y/o actividad.

Entre los componentes ambientales que se prevén serán afectados son la calidad del aire (por las emisiones de vehículos y maquinaria, además del levantamiento constante de polvo), la generación de ruido, las modificaciones de las propiedades fisicoquímicas del suelo (por el desmonte, nivelación y compactación del suelo), el riesgo de erosión por el movimiento de tierras, la pérdida de cobertura vegetal, así como de hábitats para la fauna con el consecuente desplazamiento de la misma hacia las zonas vecinas, menos perturbadas; aunado a lo anterior, se prevé un impacto sobre la calidad visual del paisaje, no obstante de que éste componente ambiental presente una calidad baja en el área del Proyecto, debido a las actividades antropogénicas que presenta el sitio y a la escasa circulación de población que percibiría dicho impacto.

V.2.1.1 Factor aire

Calidad del aire. De acuerdo con el estudio de Oliva-Menchaca (2013), mediante el cual define los principales sectores que emiten los precursores de los gases de efecto invernadero (GEI) en el estado de San Luis Potosí, se infieren los posibles elementos que se pudieran considerar como contaminantes en el SAR. En dicho estudio se identifica que en la región de Tamuín se consume el 86.9% de la energía generada a partir del coque de petróleo, el cual es utilizado por el complejo termoeléctrico de Tamuín, cuya generación de energía es para uso privado, así como para la industria del cemento (CEMEX). De lo anterior se desprende entonces que en el municipio de Tamuín más del 90% de las emisiones de CO₂ se originan por el uso de coque de petróleo.

En este sentido, la operación de la maquinaria (motoconformadoras, retroexcavadoras) así como la circulación de vehículos (tractores, camiones de volteo, pipas de agua y vehículos en general) para la preparación y adecuación del terreno, movimiento de materiales y de tierra, descarga y acarreo de equipo y materiales, así como para el transporte de personal, se prevé que contribuirán directamente al aumento de emisiones de óxidos de nitrógeno (NO_x) y monóxido de carbono (CO) y material particulado en el área del Proyecto y su área de

influencia, proveniente tanto por la combustión interna de los mismos como de las partículas finas del suelo, polvo.

Se estima que este impacto será negativo; no obstante, se considera sea de baja significancia, de extensión local y duración temporal; y en gran medida mitigable. A manera de ejemplo, algunos datos sobre las emisiones a la atmósfera por estas fuentes móviles se presentan en la tabla V.6.

Tabla V.6 Emisiones a la atmósfera por fuentes móviles

Equipo	Cantidad	Horas de trabajo	Emisiones a la atmósfera (g/milla)		Tipo de combustible
Vehículos	40	12 h/día	HC	0.41	Gasolina
			CO	7.0	
			NO _x	2.0	
Maquinaria y equipo	26	12 h/día	HC	0.41	Diesel
			CO	7.0	
			NO _x	2.0	

Fuente: Peavy *et al.* 1985. Environmental Engineering.

El uso de la maquinaria y equipo para la construcción de las obras provisionales, así como la circulación de vehículos para el transporte de los materiales y personal, la excavación y zanjeado, así como la construcción de edificios y obras civiles, serán las principales causales de generación de polvos y emisiones de gases de combustión, así como de incremento de los niveles sonoros localmente.

Nivel de ruido. Dentro del SAR no se reportan instalaciones industriales generadoras de ruido, dentro de dicho sistema se ubica únicamente la localidad Nuevo Aquismón y los caminos vecinales que comunican Tamuín con Emiliano Zapata, Nuevo Aquismón, Santa Martha, División del Norte, Los Generales, Lázaro Cárdenas Dos, entre otras localidades, los cuales son los potenciales precursores en la generación de ruido, cuyo tránsito de vehículos y motocicletas es muy escasa. Las instalaciones industriales más cercanas al SAR (Termoeléctrica Tamuín y Cemex Tamuín) se encuentran a unos 29 km, aproximadamente.

En este sentido, se prevé que la operación de la maquinaria y equipo para el desmonte, despalme, nivelación, excavación y compactación del terreno, así como por el movimiento de vehículos en general, contribuirá de manera temporal al aumento de los niveles de ruido localmente, disminuyendo el confort sonoro en el área del Proyecto y sus inmediaciones. De acuerdo con la OSHA (www.osha.gov), los niveles máximos de ruidos para algunos de los diferentes tipos de maquinaria y equipo que se utilizarían, a una distancia de 2 m y 10 m, se presentan en la tabla V.7.

La localidad más cercana al área del Proyecto es Nuevo Aquismón, la cual se encuentra a unos 1 800 m del límite oriente, y cuyos habitantes de la misma serían los receptores sensitivos más cercanos al ruido que se generará por las obras del Proyecto. Por lo anterior, el impacto de interacción será negativo, temporal, de baja significancia y muy puntual; este impacto se considera mitigable.

Tabla V.7 Niveles de ruido por maquinaria y equipo

Equipo	Nivel de ruido (dB) a 2 m	Nivel de ruido (dB) a 10 m	Equipo	Nivel de ruido (dB) a 2 m	Nivel de ruido (dB) a 10 m
Bulldozer	93-96	85.6	Compactadora	95.3	81.3
Retroexcavadora	84-93	79	Motoconformadora	75	70
Excavadora	89	81	Tractor	75	70
Laminadoras, rotomartillo	87-95	82-85	Camiones de carga	76	70
Rodillos compactadores	95	86	Pipas	76	70
Camionetas 40 km/h	65	55	Grúa	90-96	82-88

Fuente: OSHA (Occupational Safety and Health Administration)

V.2.1.2 Factor hidrología.

El SAR se ubica dentro de la Región Hidrológica Pánuco (RH-26); en la Cuenca Río Pánuco (A), y en la Subcuenca Río Tamesí (A)b (tabla V.8). En el SAR existe una red de corrientes de aguas, algunas perennes y otras son escurrimientos de tipo intermitente, las cuales se observan en la figura V.9; así como también se encuentran diversos aprovechamientos de agua o repesos, (aguajes) que son usados como bebederos para el ganado vacuno, esencialmente.

Tabla V.8 Cuencas y subcuenca del SAR

Región Hidrológica	Cuenca	Subcuenca	Clave	Superficie (ha)
Pánuco – RH-26	Río Pánuco – (A)	Río Tamesis – b	RH-26 (A)b	52 056.34

Calidad del agua. En esta etapa del Proyecto existen pocos riesgos potenciales de contaminación del agua por derrames accidentales de combustibles, grasas y aceites por el uso de la maquinaria y equipo, durante las actividades de despalme, nivelación, compactación y excavación; debido a los mantenimientos preventivos y correctivos de la misma, así como por la adecuada disposición de residuos que se generen por el mantenimiento de la maquinaria (materiales impregnados con combustibles, grasa o aceites, etc.), los cuales se llevarían a cabo fuera del área del Proyecto, en talleres establecidos en la localidad de Tamuín.

Así mismo, para la disposición temporal de estos residuos considerados como peligrosos, materiales impregnados con combustibles o aceites, residuos de pinturas, baterías de la maquinaria, etc., y con la finalidad de no contaminar los escurrimientos y cuerpos de agua superficiales (repesos), dentro del área del Proyecto se dispondrá de un almacén temporal de residuos peligrosos, que será construido de acuerdo con los criterios y lineamientos de los artículos 82 a 84 del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Por ello, estos impactos serán totalmente prevenibles y controlables. En el caso de que se presentara algún accidente, este impacto potencial sería negativo, de baja magnitud, puntual y de corto plazo o duración. Con medida de mitigación.

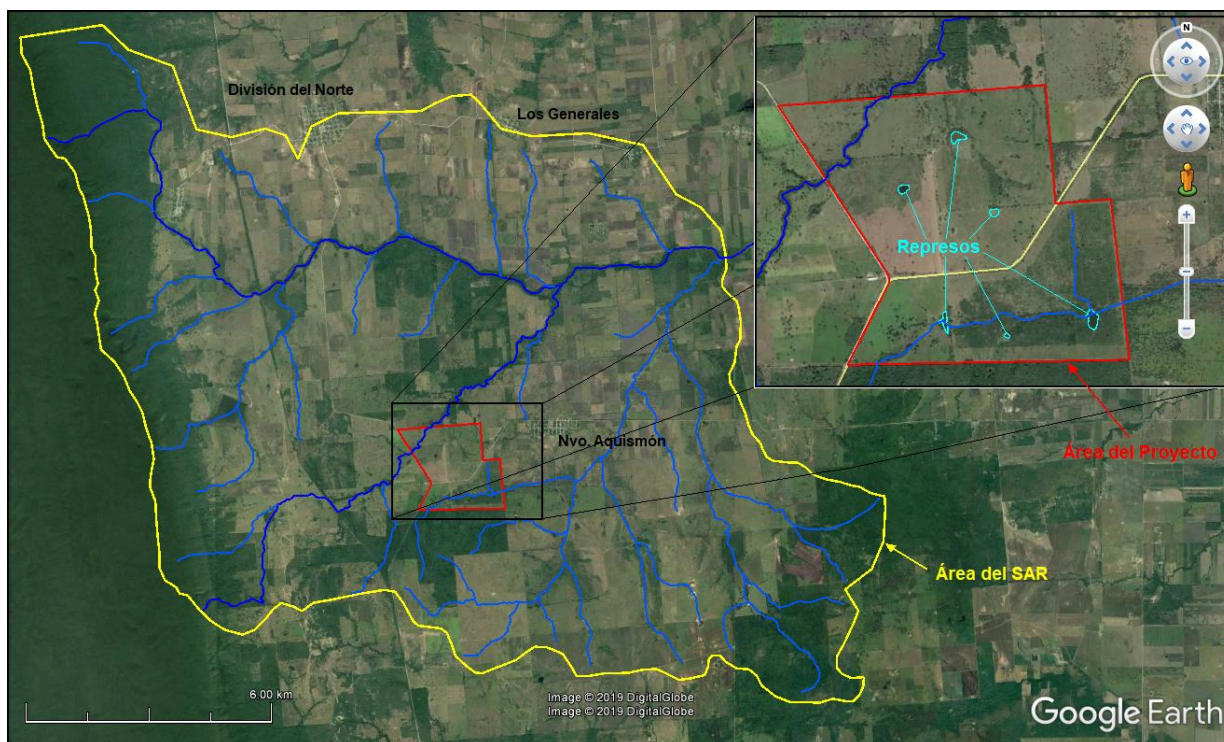


Figura V.9. Escurremientos de agua en el Sistema Ambiental Regional

Infiltración. Este proceso se ha visto alterado en el SAR a través del tiempo por la destrucción de la estructura del suelo con fines pecuarios, y que ha dado como resultado la compactación y la reducción en la capacidad de almacenamiento de humedad en el suelo.

Se prevé que las actividades de despalme, nivelación, compactación y la construcción de obras para instalar la infraestructura, equipos y áreas de maniobras en el sitio del Proyecto podrían incrementar en cierta medida esta problemática modificar los coeficientes de infiltración y patrones de escurrimiento, así como una reducción en la capacidad de almacenamiento de humedad en el suelo, con lo cual harán que los escurrimientos que llegaran a presentarse tengan una infiltración diferente en el sitio. No obstante de que algunos autores señalan que las grandes instalaciones fotovoltaicas pueden tener un impacto severo sobre los recursos hídricos en el área del Proyecto, ya que la instalación de los paneles disminuiría el área de captación e infiltración del agua en el suelo, con la consecuente reducción de la tasa de recarga de agua subterránea; otros autores, sin embargo, cuestionan esta situación, ya que el agua pluvial finalmente cae en el suelo y la que no pueda infiltrarse en el área que ocupen las instalaciones del Proyecto, podrá infiltrarse finalmente en superficies adyacentes al área del Proyecto, sin afectar la recarga del acuífero, tomando en cuenta las grandes dimensiones del mismo.

Desde el punto de vista geohidrológico, el SAR se ubica en el acuífero Tamuín (2419) el cual abarca un área de 5 080.5 km² y con base en lo señalado en el párrafo siguiente, éste no está considerado como sobreexplotado por la CONAGUA. En la figura V.10 se presenta el área que ocupa el acuífero Tamuín, que subyace en el SAR y área del Proyecto.



Figura V.10. Localización del área del Proyecto y acuífero Tamuín (2419)

De acuerdo con lo señalado en el Capítulo IV, la recarga total media anual de este acuífero es de 370.1 hectómetros cúbicos por año ($\text{hm}^3/\text{año}$); y la descarga natural comprometida para el acuífero Tamuín, se estimó que es de $290.2 \text{ hm}^3/\text{año}$. Así mismo, el volumen anual concesionado para el acuífero Tamuín, de acuerdo con los títulos de concesión inscritos en el Registro Público de Derechos de Agua (REPGA), al 31 de marzo de 2011, era de $6.227443 \text{ hm}^3/\text{año}$.

Con base en lo anterior, y aplicando la expresión para estimar la disponibilidad media anual de agua de un acuífero:

$$\begin{array}{ccccccc} \text{DISPONIBILIDAD MEDIA} & & \text{RECARGA} & & \text{DESCARGA} & & \text{VOLUMEN DE AGUA} \\ \text{ANUAL DE AGUA DEL} & = & \text{TOTAL} & - & \text{NATURAL} & - & \text{SUBTERRÁNEA} \\ \text{SUBSUELO EN UN} & & \text{MEDIA ANUAL} & & \text{COMPROMETIDA} & & \text{CONCESIONADO} \\ \text{ACUÍFERO} & & & & & & \end{array}$$

Se obtiene un resultado de $73.672557 \text{ hm}^3/\text{año}$, lo que indica que existe volumen disponible para nuevas concesiones en la unidad hidrogeológica denominada Tamuín. Con base en lo anterior, el impacto ambiental en cuestión posiblemente contribuiría a una disminución en la capacidad de infiltración del agua pluvial en el área del Proyecto; sin embargo, en el caso de que esta predicción ocurriera, el agua pluvial que no se infiltre en dicha área lo hará en las áreas adyacentes, tomando en cuenta que el relieve en el área de influencia del polígono del Proyecto presenta una topografía casi plana.

Cuerpos de agua y patrones de drenaje. Dentro del SAR se registran algunas corrientes de agua de tipo perenne (Arroyo Raya Ebanosa) e intermitente, así como algunos repesos o agujeros que son usados como abrevaderos para el ganado vacuno, como se puede observar en la figura V.9. Dentro del polígono del Proyecto, se presentan dos escurrimientos

principales, uno permanente, ubicado en la parte noroeste del área del Proyecto, y otro de tipo temporal, localizado en la zona sur.

Tomando en cuenta lo anterior, se realizó el arreglo y distribución de los paneles fotovoltaicos y demás infraestructura del Proyecto, procurando respetar y mantener estos dos cauces y algunos de aguajes presentes en el área del Proyecto. No obstante, el flujo natural de las aguas pluviales de todos aquellos escurrimientos temporales que alimentan estos dos cauces principales, así como algunos aguajes serán afectados con la nivelación y compactación del terreno para la construcción del Proyecto, así como por las edificaciones permanentes y provisionales del mismo (oficinas, talleres, comedores, estacionamiento, etc.), por lo que será necesario implementar un sistema de obras hidráulicas con la finalidad de encauzar adecuadamente las aguas pluviales y evitar problemas de inundación.

Así mismo, es importante señalar que el desmonte y despalme se hará exclusivamente en aquellas áreas en donde se pretenda desarrollar las obras y/o actividades del Proyecto, así como en la ubicación de las edificaciones o componentes del Proyecto. Así mismo, es relevante mencionar que la construcción y operación del Proyecto no interferirá con los aguajes 1, 2 y 3 localizados en el polígono 1, y con el aguaje 4 ubicado en el polígono 2, así como tampoco con los escurrimientos principales, tal y como se observa en la figura V.11.

La afectación ambiental que causaría la construcción de estas obras del Proyecto sobre el patrón de drenaje será un impacto negativo, de baja magnitud, puntual y temporal. Con medida de mitigación mediante un sistema de obras hidráulicas para aguas pluviales.

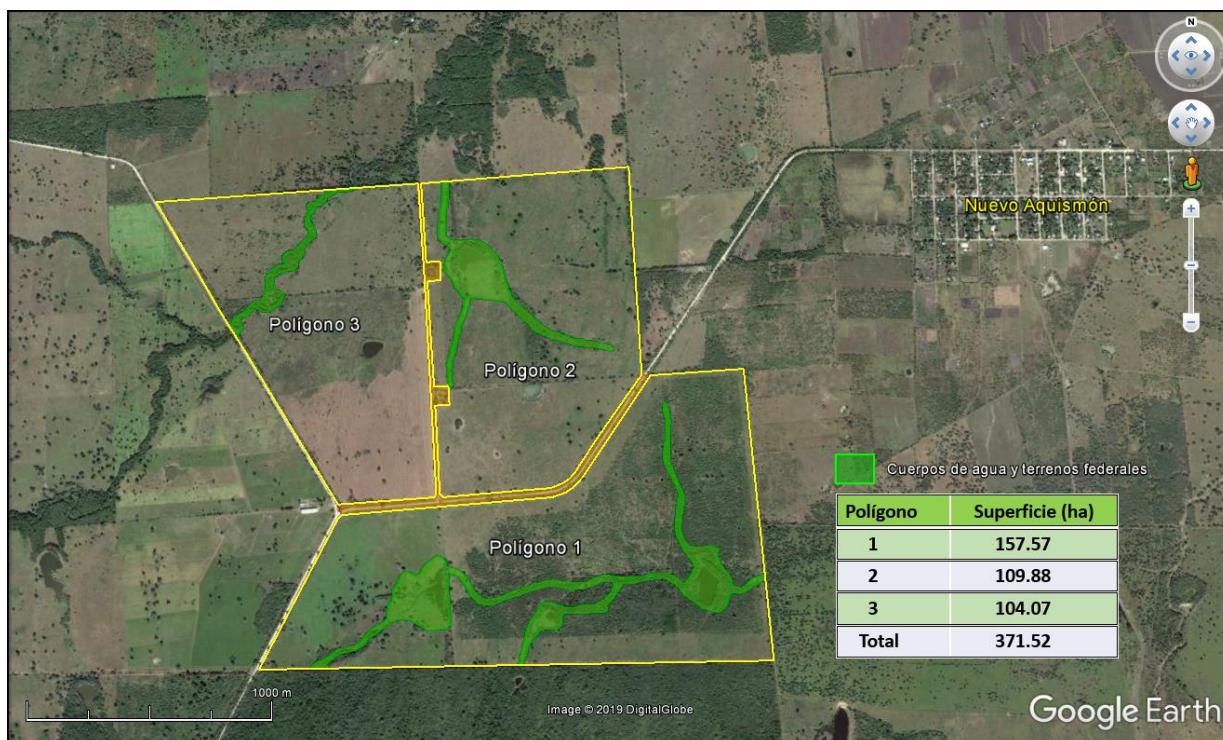


Figura V.11. Polígonos del Proyecto y ubicación de los escurrimientos y aguajes, áreas que no serán ocupadas por el mismo

V.2.1.3 Factor suelo

De acuerdo con lo señalado en el Capítulo IV, en el SAR del Proyecto se identifican tres procesos de degradación en los suelos, los cuales se señalan a continuación:

- 1) *Procesos de erosión eólica e hídrica*, estas dos son la causa primordial de la reducción de la capa edáfica en diversos ecosistemas. Particularmente para el SAR definido para el Proyecto, la erosión eólica se clasifica como ligera y en el mejor de los casos sin influencia de erosión; con respecto a la erosión hídrica, el detonante principal es por el escurrimiento pluvial, favorecida por la pérdida del estrato vegetativo para el desarrollo de pastizales; en el SAR ésta se clasifica como alta a ligera.
- 2) *Cambio de uso de suelo*, derivado de la exclusión de la vegetación natural para favorecer el desarrollo pecuario, con lo cual el suelo al quedar sin cobertura vegetal, el suelo queda vulnerable y susceptible a los procesos de degradación por erosión. De acuerdo con Loredó, *et al* (2006), la sobreutilización de la cubierta vegetal es generalizada en el estado, incluyendo el SAR, de tal manera que actualmente los relictos de vegetación se encuentran en estado secundario como consecuencia de las actividades pecuarias y agrícolas; En el SAR, el uso de suelo predominante es el pastizal cultivado o inducido, existiendo solo algunos relictos de selva baja caducifolia, principalmente en el entorno de los cuerpos de agua.
- 3) *Compactación del suelo*, asociada frecuentemente al pisoteo del ganado o al paso habitual de maquinaria pesada, lo que origina la destrucción de la estructura del suelo.

Tomando en cuenta lo anterior, durante la preparación del sitio y construcción de las diferentes obras del Proyecto, se deberá implementar un sistema de drenaje para atender estos procesos, particularmente en los referentes a la pérdida de suelo por la erosión hídrica y por el cambio de uso del suelo que ocurrirá con la implantación del Proyecto, a fin de evitar o atenuar estos procesos de degradación del suelo en el área del Proyecto. Estos impactos adversos se restringirán al área del predio (puntuales), serán de baja magnitud y permanente, al menos durante la vida útil del Proyecto. Con medida de mitigación.

Características fisicoquímicas del suelo. El terreno del predio en donde se desarrollará el Proyecto sufrirá modificaciones en su estructura y otras propiedades físicas del suelo (menor capacidad de infiltración y de permeabilidad, modificación de la estructura del suelo, densidad, porosidad y humedad, entre otras), por las labores de despalme, nivelación y compactación, así como por la utilización de maquinaria pesada, donde ésta opere; lo que causará una reducción en la capacidad de infiltración del agua y de posibilidades para desarrollo de vegetación. Estos impactos adversos se restringirán al predio (puntuales), serán de baja magnitud y permanente, al menos durante la vida útil del Proyecto. Sin medida de mitigación.

Sin embargo, que existe poco riesgo potencial de contaminación del suelo por derrames accidentales de combustibles, grasas y aceites provenientes del equipo y de la maquinaria utilizada durante esta etapa, es un aspecto que se deberá vigilar permanentemente durante esta etapa del Proyecto, así como de contar con un plan o programa de emergencia para su atención inmediata, en el caso de que se presente dicho impacto. Estos impactos adversos se restringirán al predio (puntuales), serán de baja magnitud y permanente, al menos durante la vida útil del Proyecto. Con medida de mitigación.

Estabilidad edafológica. Como se señaló anteriormente, uno de los problemas de degradación del suelo en el SAR y específicamente en el área del Proyecto es la pérdida del suelo por erosión hídrica, que en dicha área se clasifica como de alta a ligera, principalmente por las actividades de desmonte y preparación del terreno, en la cual es recurrente la quema del pasto para el control de malezas y para el desarrollo del renuevo de pasto, que es más palatable para el ganado que el pasto viejo, actividad que fue observada en algunas partes del área del Proyecto (figura V.12).

Esta práctica de control de maleza y desarrollo de renuevo de pasto, no obstante, tiene como consecuencia que el suelo quede desprovisto de su capa vegetal protectora (pasto, yerba, arbustos) y contribuya, de esta manera, a aumentar la erosión del suelo.



Figura V.12. Quema de pasto para desarrollo de renuevo

En este sentido, es importante señalar que, con el cambio de uso de suelo en el área del Proyecto, estas actividades pecuarias se eliminarían y dejaría de contribuir al proceso de erosión. No obstante, durante las actividades de desmonte, despalme, nivelación y compactación, este proceso de degradación podría incrementar si no se aplican medidas de prevención y mitigación que reduzcan o eviten este posible impacto ambiental identificado; partiendo de que este proceso se origina principalmente cuando hay movimientos de tierra y cuando el suelo queda desprovisto de vegetación.

Sin embargo, es conveniente mencionar que, en el caso de que este proceso de degradación del suelo se llegara a presentar, la erosión sería mínima; ya que la topografía del área del Proyecto es relativamente plana. Este impacto se considera negativo, de baja magnitud, puntual y temporal o de corta duración; con medida de mitigación.

V.2.1.4 Factor vegetación

La cubierta vegetal del SAR, de acuerdo con la clasificación de INEGI Serie VI (2017), se identifica casi en su totalidad como Pastizal Cultivado; no obstante, durante recorridos de

campo y muestreos en el SAR, se observaron algunos árboles dispersos, relictos de una selva baja caducifolia, así como manchones de este tipo de vegetación en los alrededores de los aguajes o cuerpos de agua.

La cobertura vegetal en el área del Proyecto es primordialmente de pastizal cultivado, comunidad dominada por gramíneas; estos pastizales son generalmente denominados potreros en zonas tropicales, con buenos coeficientes de agostadero. Entre las especies presentes se encuentran: *Digitaria decumbens* (Zacate pangola), *Pennisetum ciliaris* (Zacate buffel), *Panicum maximum* (Zacate guineo o privilegio), *Panicum purpurascens* (Zacate pará). Son pastos sembrados, que se ha introducido intencionalmente para su establecimiento, seleccionados por su productividad; sus poblaciones son densas y compiten con las especies nativas limitando su crecimiento; se distribuyen uniformemente en la totalidad del área con la presencia de algunos elementos primarios y secundarios arbóreos y arbustivos aislados de selva baja caducifolia como *Piscidia piscipula*, *Parmentiera aculeata*, *Prosopis laevigata*, *Ebenopsis ebano* y *Guazuma ulmifolia* (figuras V.2, V.3 y V.4); así mismo, en las márgenes del arroyo Raya Ebanosa, que realizan la función de vegetación de galería, se registraron *Acacia cornigera*, *Guazuma ulmifolia*, *Pithecellobium dulce*, *Acacia unijuga*, *Prosopis laevigata* y *Sabal mexicana* (figura V.5).

Las principales actividades del Proyecto que ocasionarán impacto en el área del Proyecto serán sobre el pastizal y los árboles aislados, principalmente por el desmonte y el despalme para el acondicionamiento del terreno, lo que conllevará a la remoción de la vegetación del sitio. La zona de uso pecuario (pastizal cultivado y manchones de vegetación secundaria) dentro del área del Proyecto ocupa una superficie aproximada de 90.6% (336.8 ha de las 371.5 ha del área del Proyecto); así mismo, alrededor de 9.4% (34.7 ha) corresponde a cuerpos de agua y terrenos con vegetación secundaria en la periferia de éstos que serán. Es importante señalar que en los escurrimientos principales y los aguajes, no se instalará infraestructura del Proyecto, debido a que corresponden a terrenos federales, estas áreas se puede observar en la figura V.11. Se prevé que el impacto sobre la vegetación, principalmente pastizal cultivado, será un impacto negativo, de significancia moderada, tomando en cuenta que la fauna existente en el área del Proyecto se encuentra primordialmente en los manchones de selva baja caducifolia, la cual sirve de refugio, protección, percheo y reproducción; el impacto será puntual y permanente; sin medida de mitigación.

Si bien en el SAR y área del Proyecto no se registraron especies florísticas listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, el desarrollo del Proyecto no tendrá ningún impacto al respecto. No obstante, es importante señalar que en el SAR se observaron algunas especies faunísticas en riesgo, las cuales habitan en estos tipos de comunidades vegetales y que podrían verse afectadas con su eliminación, lo cual es referido en párrafos posteriores.

V.2.1.5 Factor fauna

De acuerdo con los resultados del muestreo de fauna silvestre en el SAR, se registraron un total de 72 especies, de las cuales 50 especies corresponden al grupo de aves, 12 especies son de mamíferos, 3 de anfibios y 7 de reptiles.

En términos generales, en el SAR aún existen microhábitats, relictos de selva baja caducifolia y abundantes cuerpos de agua, que les proveen de alimento, refugio, recreación y anidación a la fauna; sin embargo, grandes extensiones del SAR han sufrido fuertes cambios para el establecimiento de pastizales para la ganadería extensiva y algunos terrenos agrícolas, lo que ha provocado el esparcimiento de algunas especies de fauna hacia las áreas que aún conservan la vegetación en estado aceptable, y algunas otras de las especies se han adaptado a las perturbaciones antropogénicas, generándoles incluso cambios en sus hábitos alimentarios, por ejemplo, se observó que los tlacuaches, coatís y algunos roedores toman desechos o residuos de alimento generados por el hombre como parte de su dieta.

Distribución y abundancia. Las actividades de desmonte y despalle de la vegetación en el área del Proyecto, así como el cambio de uso de suelo actual (fundamentalmente pecuario) tendrán un impacto negativo para la fauna silvestre, ya que representará la destrucción de su hábitat; que, aunado a esto, la presencia de los trabajadores, el movimiento de vehículos y de maquinaria, así como el ruido constante de los mismo, tendrá como consecuencia el alejamiento de la fauna hacia sitios distantes del Proyecto. De acuerdo con el inventario de fauna obtenido tanto en muestreos de campo como bibliográficamente para el área del Proyecto y el SAR, las especies encontradas son de amplia distribución en la región, además de que tienen gran capacidad de adaptación a diferentes hábitats modificados por la actividad humana, por lo que el impacto negativo será local, de baja magnitud y de corta duración o temporal; con medida de mitigación.

Especies en riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010). En el SAR se registraron ocho especies faunísticas que se encuentran listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010; siete de ellas se encuentran sujetas a protección especial y una está clasificada como especie amenazada (tabla V.9). Por lo anterior, como una medida preventiva, en el Capítulo VI se propone implementar un programa de ahuyentamiento y rescate para especies de fauna, no solamente para las que presentan algún estatus de protección, sino para todas aquellas que se observen dentro del área del Proyecto y que puedan verse afectadas por las diversas obras y actividades del mismo. Este impacto negativo es puntual, de baja magnitud y de corta duración o temporal; con medida de mitigación.

Tabla V.9 Especies faunísticas registradas en el SAR, con categoría de riesgo

Clase	Familia	Especie (nombre común)	Categoría de riesgo NOM-059-SEMARNAT-2010
Aves	Ciconiidae	<i>Mycteria americana</i> (cigüeña americana)	Protección especial
	Accipitridae	<i>Geranoaetus albicaudatus</i> (gavilán coliblanca)	Protección especial
	Psittacidae	<i>Forpus cyanopygius</i> (perico Catarina)	Protección especial (*)
	Cardinalidae	<i>Passerina ciris</i> (sietecolores)	Protección especial
Reptiles	Colubridae	<i>Pituophis melanoleucus</i> (alicante)	Amenazada
	Viperidae	<i>Crotalus durissus</i> (víbora de cascabel)	Protección especial
	Emydidae	<i>Trachemys elegans</i> (tortuga lagunera)	Protección especial
	Crocodylidae	<i>Crocodylus acutus</i> (lagarto o cocodrilo)	Protección especial

Nota: No se registraron especies de mamíferos y anfibios con categoría de riesgo

(*) Especie de distribución endémica

V.2.1.6 Factor paisaje

El paisaje es un indicador de todos los acontecimientos o procesos que han ocurrido durante la historia o están ocurriendo con respecto a procesos naturales y las actividades humanas. En ese sentido, el paisaje puede estudiarse como indicador ambiental o cultural, que al aproximarse a los componentes y procesos, dan una visión sistémica o ecológica de lo que ocurre en él (Muñoz-Pedrerros, 2004).

De acuerdo con la valoración y análisis del paisaje en el SAR realizado en el Capítulo IV, el área del Proyecto, así como el SAR presentan una calidad intrínseca, calidad visual y absorción visual baja, es decir, en la región se observa un alto grado de perturbación por las actividades de ganadería extensiva principalmente, lo que conlleva a una rotación de terrenos, lo cual implica que en una parte de los ranchos ganaderos existen terrenos con pastizales y otra superficie temporalmente no se deja "en descanso" por algunos años, por lo que en esos terrenos se establece una cubierta de vegetación secundaria a la cual localmente se le llama acahual o monte.

Este ciclo de aprovechamiento/descanso de los terrenos hace que a nivel regional la cubierta del suelo sufra constantes cambios; por lo que de un año a otro algunos terrenos dejan de usarse y otros se reincorporan a la actividad pecuaria por lo que son desmontados, es decir, se elimina la vegetación secundaria. En las figuras V.13 y V.14 se presentan algunas imágenes históricas (28-octubre-2011, 15-diciembre-2015 y 04-agosto-2017) del área del Proyecto en donde se observa este fenómeno de rotación de los terrenos, en donde se percibe el establecimiento paulatino de la vegetación secundaria en algunas áreas que se dejan "en descanso".

Tomando en cuenta que las cualidades paisajísticas en el área del Proyecto han sido en gran medida alteradas continuamente, el único aspecto que se considera como impacto visual relevante en esta etapa del Proyecto (preparación del sitio y construcción) será el ocasionado por el cambio de uso de suelo pecuario para la instalación de la central fotovoltaica; el desmonte y despalde en el área del Proyecto modificarán en gran medida la calidad visual del paisaje actual. Al cual, posteriormente se le añadirá la instalación de los componentes fotovoltaicos, principalmente de los paneles solares, así como el cercado perimetral y las obras provisionales y permanente, entre otras obras. Este impacto negativo es local, de alta magnitud y de duración permanente; con algunas medidas de mitigación.



Figura V.13. Imágenes históricas (2011 y 2015) del área del Proyecto



Figura V.14. Imagen histórica (2017) del área del Proyecto

V.2.1.7 Factor socioeconómico

Empleo. Para el desarrollo de esta etapa se contempla la contratación tanto de mano de obra especializada como no especializada, lo que podría generar un cambio demográfico temporal en las localidades cercanas al Proyecto, principalmente Tamuín, lo cual conlleva que los trabajadores se alojen en áreas cercanas al sitio, donde se vería reflejado en la economía local por la adquisición de bienes y servicios. La generación de empleos puede traer consigo un mejoramiento temporal de la calidad de vida de los trabajadores y familias asociadas, en primera por el salario que permite adquirir bienes y servicios y segundo prestaciones asociadas al salario.

Por otra parte, la instalación del Proyecto puede propiciar que se generen expectativas de empleo en la población local y regional por la mano de obra no calificada; sin embargo, es importante señalar que gran parte del personal requerido para esta etapa debe tener experiencia para la instalación de los paneles y demás componentes de dicho sistema, por lo que es importante no crear falsas expectativas en este aspecto en las localidades cercanas al Proyecto. No obstante, la construcción del Proyecto generará, además, empleos indirectos por la demanda de servicios. Este impacto se clasifica como positivo, de moderada magnitud, regional y de mediana duración.

Actividades productivas. La realización del Proyecto conllevará una disminución de superficie destinada a la actividad pecuaria, debido al cambio del uso actual del suelo para la instalación de infraestructura eléctrica. Sin embargo, debido a las grandes extensiones de áreas destinadas a la ganadería extensiva en la región, el impacto en este componente será poco

significativo. Este impacto se clasifica como negativo, de baja magnitud, puntual, sin medida de mitigación.

Bienes y servicios. Se estima que la economía local será ligeramente activada, debido a los requerimientos de bienes, servicios, insumos y productos. Esto, junto con la generación de nuevos empleos, puede ocasionar un mayor movimiento de circulante.

Con la construcción del Proyecto algunos de los materiales e insumos requeridos serán adquiridos en la región, de igual forma se incrementará el consumo de algunos productos como gasolina, aceites, agua, etc., así como diversos servicios como hospedaje, alimentación y transporte, así como la contratación de servicios para el manejo de residuos, de aguas residuales y sanitarias, entre otros, reflejándose en beneficios en la economía local y por lo tanto, la calidad de vida de los habitantes mejoraría, aunque de manera temporal, principalmente durante la etapa constructiva del Proyecto. Como consecuencia de esto, el impacto se clasifica como benéfico, de moderada magnitud, de extensión regional y de mediana duración.

V.2.2 Etapa de operación y mantenimiento

Dentro de las energías renovables, la energía fotovoltaica se considera como un sistema limpio, ausente de ruidos, inagotable, ecológico y de una alta tecnología en comparación con las centrales eléctricas convencionales. La generación de energía eléctrica directamente a partir de la luz solar no requiere ningún tipo de combustión, por lo que no se produce contaminación térmica ni emisiones de CO₂ que generen el efecto de invernadero; así mismo, no produce alteración de los acuíferos o de las aguas superficiales toda vez que en su proceso no requiere de sistemas de enfriamiento como en otros tipos de centrales; así como tampoco emiten ruido durante su operación. Por otra parte, la generación de residuos durante las actividades de mantenimiento, o en su caso, por la sustitución de paneles solares u otros componentes del sistema fotovoltaico, se realizarán con apego a la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y su Reglamento, así como también al Reglamento de Transporte de Materiales y Residuos Peligrosos y con las Normas Oficiales Mexicanas aplicables. En este sentido, durante esta etapa se identifican muy pocos impactos ambientales adversos. En la tabla V.10 se estima la generación de residuos para las diferentes etapas del Proyecto.

Tabla V.10 Generación de residuos estimados para el Proyecto

Residuo	Descripción	Cantidad	Unidad	Estado	CRETIB	Etapas
Sólidos Urbanos	Residuos de actividades cotidianas	750	t	Sólido	NA	PSyC; OyM
Manejo especial	Madera	10	t	Sólido	NA	PSyC
	Metales (escorias, colilla de soldadura, chatarra)	40	T	Sólido	NA	
	Escombro	120	M3	Sólido	NA	
	Colcha aislante	8	Tambor	Sólido	NA	
	Madera y tierra	400	M3	Sólido	NA	
	Lámparas fluorescentes	2	Kg	Sólido	NA	
Residuos Peligrosos	Grasas y aceites	800	Kg	Líquido	I	OyM
	Sólidos impregnados	1430	Kg	Sólido	T,I	
	Residuos misceláneos	200	Kg	Sólido y líquido	E,R,T,I	

Notas: 1) Las cantidades son un aproximado anual.

2) C – Corrosivo; R – Reactivo; E – Explosivo; T – Tóxico; I – Inflamable; B – Biológico infeccioso; NA – No aplica.

3) PSyC – Preparación del sitio y construcción; OyM – Operación y Mantenimiento.

V.2.2.1 Factor aire

Calidad del aire. La energía fotovoltaica contribuye en gran medida a la mitigación del cambio climático y del calentamiento global, toda vez que no presentan emisiones de gases de efecto de invernadero (GEI) y comparando los índices de emisión de kg de CO₂/MWh de las centrales eléctricas en México (tabla V.11), el desarrollo de este Proyecto evitaría emitir a la atmósfera alrededor de 363 154 t de CO₂ anualmente, con relación a las que emitiría una central convencional (petróleo), considerando que este Proyecto genere 484 012 MWh/año, tomando como referencia el índice de emisión de CO₂ promedio de 750.30 kg/MWh (tabla V.12). Dicho cálculo está basado en la información publicada por la Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte (CCA, 2005), referente a las emisiones atmosféricas de 81 centrales eléctricas de México, clasificadas en cuatro categorías (petróleo, gas natural, carbón y diesel).

Tabla V.11 Cuadro resumen de las emisiones de CO₂ promedio anual de las centrales eléctricas de México, por tipo de combustible primario

No. de centrales	Combustible primario	Generación de electricidad (MWh) ⁴	Emisiones de CO ₂ (toneladas) ⁴	Índice de emisiones de CO ₂ estimadas (kg/MWh)
29	Gas natural	28 640 920	9 859 208	559.03
3	Carbón	30 031 380	20 990 563	713.82
25	Petróleo	71 570 350	51 852 334	750.30
24	Diesel	456	527	1188.05
81		130 243 107	74 455 510	

Fuente: CCA, 2005 (modificada).

Tabla V.12 Estimación de las emisiones evitadas del Proyecto (CO₂/año), comparándose con los diferentes tipos de combustible primario

Combustible primario	Índice de emisiones de CO ₂ estimado (kg/MWh)	Generación de electricidad del Proyecto (MWh/año)	Emisiones estimadas de CO ₂ evitadas (toneladas)
Gas natural	559.03	484 012	270 577
Carbón	713.82		345 497
Petróleo	750.30		363 154
Diesel	1188.05		575 030

Si la generación de electricidad anual estimada el proyecto Tamuín I (484 012 MWh/año) se compara con la generación de electricidad anual utilizando los demás combustibles primarios, las emisiones de CO₂ evitadas por este Proyecto se señalan en la tabla anterior.

Tomando como referencia otro estudio, de acuerdo con Sanz (2011), cada kWh (kilovatio por hora) producido por centrales de España que aprovechan combustibles fósiles supone una emisión media a la atmósfera de 0.56 kg de CO₂ (la producción de un kWh en una central de carbón supone la emisión de 0.961 kg de CO₂; la de un kWh en centrales de petróleo o gas,

⁴ Los datos de generación de electricidad y los valores de las emisiones de CO₂, corresponden al año 2004 (CCA,2005).

0.828 kg de CO₂; y la de un kWh en una central de ciclo combinado de 0.372 kg de CO₂). Con base en los datos anteriores, y comparado nuevamente con una central convencional (con emisión promedio de 0.828 kg de CO₂/kWh), se estima que el Proyecto en cuestión dejaría de emitir a la atmósfera alrededor de 400 762 t de CO₂/año.

De acuerdo con estos referentes, el proyecto Tamuín 1 dejaría de emitir a la atmósfera entre 363 154 y 400 762 t de CO₂ al año.

V.2.2.2 Factor hidrología

Calidad del agua. Durante esta etapa del Proyecto existen pocos riesgos potenciales de contaminación de cuerpos de agua por derrames accidentales de combustibles, grasas y aceites provenientes del uso de maquinaria y equipos durante los mantenimientos preventivos y correctivos, así como por los residuos generados (materiales impregnados con combustibles, grasa o aceites, etc.). Para lo anterior, se tendrá implementado un programa de manejo de residuos que cumpla con lo establecido en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y su Reglamento. Como consecuencia de lo anterior, el impacto se clasifica como negativo, de baja magnitud, puntual y corta duración; con medida de mitigación.

Infiltración. Muchos autores consideran la energía fotovoltaica como una energía limpia, renovable, silenciosa y no contaminante; sin embargo, Turney y Fthenakis (2011) señalan que las instalaciones de fotovoltaicas de gran escala pueden tener un impacto severo sobre los recursos hídricos en el sitio de instalación, ya que pueden reducir la tasa de recarga de agua subterránea. En este sentido, se prevé que las actividades de despalle, nivelación y compactación, pueden causar una reducción en la capacidad de infiltración del agua al modificarse las propiedades físicas del suelo, así como por la instalación de toda la infraestructura fotovoltaica. Sin embargo, es importante señalar que independientemente de la construcción del Proyecto, este proceso se ha visto disminuido en el SAR a través del tiempo por las diversas actividades con fines pecuarios, como la quema de pasto para el control de malezas y generación de renuevo de pasto, creando con ello una capa hidrofóbica (que repele el agua y no permite la infiltración de agua al suelo) y una reducción en la capacidad de almacenamiento de humedad en el suelo, con lo cual aumenta la escorrentía, la erosión y el transporte de sedimentos y en consecuencia la recarga del acuífero; aunado a lo anterior la compactación del suelo por el pisoteo del ganado contribuye también a una disminución de la infiltración.

Un punto importante a considerar, es que el acuífero Tamuín, que subyace al área del Proyecto, no presenta problemas de sobreexplotación; de acuerdo con lo señalado en el Apartado IV.2.1.4. (Hidrología Superficial y Subterránea) del Capítulo IV de este documento, la recarga total media anual de este acuífero es de 370.1 hectómetros cúbicos por año (hm³/año); y la descarga natural comprometida para el acuífero Tamuín, es de 290.2 hm³/año; por otro lado, de acuerdo con los títulos de concesión inscritos en el Registro Público de Derechos de Agua se tiene un volumen anual concesionado para el acuífero Tamuín de 6.227443 hm³/año; con lo cual se obtiene un superávit de 73.672557 hm³/año, lo que indica que existe volumen disponible para nuevas concesiones en la unidad hidrogeológica denominada Tamuín.

Por lo anterior, el impacto ambiental en cuestión no es significativo, aunque posiblemente contribuya a una disminución en la capacidad de infiltración del agua pluvial únicamente en el área del Proyecto; sin embargo, en el caso de que esta predicción ocurriera, el agua pluvial que no se infiltre en dicha área, seguramente lo hará en las áreas adyacentes, tomando en cuenta que el relieve en el área de influencia del polígono del Proyecto presenta una topografía casi plana. En tal sentido, este impacto podría clasificarse como negativo, de baja magnitud, puntual y de larga duración, al menos durante la vida útil del Proyecto; sin medida de mitigación.

V.2.2.3 Factor suelo

Características fisicoquímicas del suelo. Durante esta etapa, existen potenciales riesgos de contaminación del suelo por derrames accidentales de combustibles, grasas y aceites provenientes de los mantenimientos preventivos, correctivos y mayores, así como por alguna inadecuada disposición de residuos considerados como peligrosos, tales como residuos de pinturas, solventes, materiales impregnados con combustibles, grasas o aceites, entre otros. No obstante, como se señaló anteriormente, para el manejo de los residuos peligrosos, así como los de tratamiento especial y sólidos urbanos, se contará con un programa de manejo de residuos, el cual se cumplirá cabalmente con lo establecido en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y su Reglamento, así como también con el Reglamento de Transporte de Materiales y Residuos Peligrosos, y las Normas Oficiales Mexicanas que le apliquen.

Por otra parte, se contará con el almacén temporal de residuos peligrosos para el manejo de los mismos. Este impacto potencial será negativo, de baja magnitud, puntual y de corto plazo. Con medida de mitigación.

V.2.2.4 Factor fauna

Distribución y abundancia. Se prevé que la construcción de la cerca perimetral, aunado a la presencia de los trabajadores durante los mantenimientos periódicos de los equipos y paneles fotovoltaicos y el movimiento de vehículos, la fauna silvestre se mantendrá alejada de la planta fotovoltaica durante la vida útil de la misma. No obstante, podría tener un efecto positivo para algunas especies, como aves, reptiles, roedores y otros mamíferos menores) como resguardo debajo los paneles fotovoltaicos por las condiciones de sombra que proveen, e incluso de posibles depredadores, que no puedan tener acceso al predio por la malla de la cerca perimetral. Este impacto se considera negativo, puntual, de baja magnitud y permanente durante la etapa operativa de este Proyecto; sin medida de mitigación.

V.2.2.5 Factor socioeconómico

Empleo. Durante esta etapa del Proyecto se requerirá personal de vigilancia de manera permanente en las instalaciones, personal de supervisión para la ejecución del programa de mantenimiento eléctrico y de servicios, así como personal para el mantenimiento de limpieza de los paneles fotovoltaicos, para el mantenimiento de caminos interiores, de obras de

drenaje y limpieza de malezas, principalmente. Este impacto se clasifica como positivo, de baja magnitud, local a regional y de larga duración, al menos, durante la vida útil del Proyecto, 25 años.

Actividades productivas. Con la construcción del Proyecto habrá un cambio de uso de suelo, de uso pecuario a infraestructura eléctrica, por consiguiente, durante la operación del Proyecto habría una afectación directa en las actividades productivas que actualmente ahí se desarrollan. No obstante, desde otro punto de vista, esta actividad podría tener efectos positivos, en virtud de que el cambio de actividad productiva en el sitio conllevará también una importante derrama económica por el empleo y una demanda de servicios importantes durante esta etapa del Proyecto, así como también generación de electricidad, que contribuirá a satisfacer la demanda de energía en la zona centro del país.

Bienes y servicios. En la etapa de operación del Proyecto, se estima que la economía local se mantenga activada, debido a los requerimientos de bienes de consumo y de servicios durante la vida útil del Proyecto. Los bienes y servicios son los productos más básicos de un sistema económico que se componen de elementos consumibles tangibles (bienes) y tareas que los individuos desempeñan (servicios); aunque éstos serán en menor cantidad si se compara con las actividades de la etapa previa. Este impacto se clasifica como positivo, de baja magnitud, de extensión local a regional y permanente.

V.2.3 Etapa de abandono del sitio

Es importante señalar que esta etapa de abandono del sitio no se realice al final de la vida útil del Proyecto, la cual se estima sea de 25 años; debido a que los componentes del Proyecto podrían ser reemplazados con nuevas tecnologías fotovoltaicas que surgieran al final de la vida útil, y con ello continuar utilizando la misma infraestructura ya instalada.

No obstante, se describen los posibles impactos ambientales que se generarían en el caso de que se decidiera abandonar el sitio, o se previniera que algún componente del Proyecto haya rebasado su vida útil y no existan posibilidades para su renovación; de ser este caso, se notificaría a la autoridad ambiental correspondiente en un plazo de tres meses previo al inicio del desmantelamiento y retiro de equipos y demolición de la infraestructura instalada, anexando a dicha notificación el programa de las actividades de esta etapa, así como de las actividades de limpieza y acondicionamiento del terreno para la restauración del sitio o usos alternativos.

V.2.3.1 Factor aire

Calidad del aire. De la misma manera que para la etapa de preparación del sitio y construcción, en esta etapa de abandono del sitio se utilizarían vehículos y maquinaria similares, tanto para el acarreo y retiro de materiales, la demolición de estructuras, la limpieza y acondicionamiento del terreno, así como el empleo de tractores, camiones de volteo, pipas de agua, motoconformadoras, cargadores, retroexcavadoras, grúas y vehículos para transporte de personal, entre otros, contribuirán directamente al aumento de la concentración de humos y polvo en el área del Proyecto. Este impacto será negativo, de magnitud baja, local y duración temporal, con medidas de mitigación.

Nivel de ruido. La operación de maquinaria para desmontar y retirar los equipos (módulos fotovoltaicos, inversores, subestación, entre otros) así como del sistema electromecánico y demolición de edificaciones y demás infraestructura, contribuirán al aumento de los niveles de ruido en el predio y sus inmediaciones; no obstante, este impacto adverso tendrá un efecto puntual y temporal, que por la distancia a la localidad más cercana, Nuevo Aquismón (alrededor de 1 km desde el límite más cercano del área del Proyecto), se prevé no la afectaría, por no rebasar los niveles de ruido establecidos en la NOM-080-SEMARNAT-1994; en todo caso, los receptores más sensibles a este impacto serán trabajadores que participen en el desmantelamiento de las obras, los cuales contarán con equipo de protección para el desarrollo de sus actividades. Por lo anterior, se considera un impacto negativo, de magnitud baja, puntual, temporal y mitigable.

V.2.3.2 Factor hidrología

Infiltración. Con el retiro de la infraestructura del Proyecto y la restauración o rehabilitación del sitio, se prevé que en el sitio se restablezcan las condiciones originales de infiltración y recarga del acuífero, al menos a las condiciones prevalecientes antes del establecimiento del Proyecto.

V.2.3.3 Factor suelo

Características fisicoquímicas del suelo. Para el acondicionamiento y rehabilitación del suelo en esta etapa de desmantelamiento y abandono, se deberán mejorar las propiedades físicas del mismo mediante algunas actividades de labranza como el subsuelo, con las cuales se reduciría la compactación ocasionada en aquellas áreas que fueron edificadas y las que fueron utilizadas como caminos interiores, y se recuperaría la mayor porosidad en las diferentes capas del suelo, logrando condiciones más favorables para el crecimiento del sistema radicular del cultivo o de la vegetación que se desee incorporar al sitio, así como también la infiltración del agua pluvial en el sitio. Este impacto será positivo, de baja magnitud, puntual y permanente.

V.2.3.4 Factor vegetación

Cobertura vegetal. Con la restauración y/o rehabilitación de suelo para reestablecer a sus condiciones originales, conlleva formar de manera natural nuevos hábitats con el desarrollo y crecimiento de la vegetación y formación de cobertura vegetal, con la consecuentemente la reincorporación de la fauna de la región. Este impacto es positivo, puntual, de baja magnitud y permanente.

V.2.3.5 Factor Fauna

Hábitat, distribución y abundancia. El retiro de la infraestructura de la planta, la ausencia de vehículos y trabajadores, así como la rehabilitación del sitio y el desarrollo y crecimiento de la vegetación se conformarían nuevos hábitats para la fauna, con lo cual se esperaría que se restablezcan paulatinamente a las condiciones ambientales iniciales con el consecuente retorno de la fauna al sitio; por lo que el impacto sería positivo, de baja magnitud, local y permanente.

V.2.3.6 Factor paisaje

Calidad visual del paisaje. El desmantelamiento y retiro de la infraestructura del Proyecto, así como la demolición de las estructuras civiles (edificaciones y cimentaciones) y electromecánicas para su posterior limpieza y restauración del terreno, son actividades que permitirían la reintegración del sitio nuevamente a las actividades pecuarias, o agrícolas en su caso, previéndose de que la calidad visual del paisaje se restablezca paulatinamente a la condición original, previo al establecimiento del Proyecto. Este impacto sería positivo, de magnitud moderada y local.

V.2.3.7 Factor socioeconómico

Empleo. Para esta etapa del Proyecto, se prevé la necesidad de la contratación temporal de personal, así como de algunas empresas para los servicios diversos que se requieran, tanto para la demolición de la infraestructura, el desmantelamiento de los equipos, el retiro de los escombros producto de la demolición, así como para la limpieza y restauración del sitio; dicha contratación de personal se realizaría en las localidades cercanas al área del Proyecto, generando temporalmente empleo en la región. Este impacto es positivo, de moderada a alta magnitud, local a regional y temporal.

Bienes y servicios. Como consecuencia del cierre y abandono de la central fotovoltaica, se prevé que la economía local sería interrumpida debido al cese de requerimientos de bienes, servicios, insumos y productos que durante la vida útil del Proyecto se desarrolló a nivel local y regional. No obstante, durante el período de esta etapa de abandono, este componente socioeconómico se vería temporalmente favorecido con los servicios e insumos que se requieran. Por lo anterior, este impacto se clasifica como positivo, de moderada magnitud, de extensión local a regional; de corta duración, sin medida de mitigación.

V.3 Indicadores de impacto y de cambio climático

La magnitud de los impactos sobre un factor ambiental puede manifestarse de diferentes maneras según la naturaleza, el estado y las características de cada factor y de la unidad de medida que se pretenda utilizar; un mecanismo adoptado para cuantificar la magnitud de un impacto es el empleo de indicadores de impacto.

De acuerdo con Estevan Bolea (1984), llamamos Indicador de Impacto Ambiental, al elemento o concepto asociado a un factor que proporciona la medida de la magnitud del impacto, al menos en su aspecto cualitativo y también, si es posible, el cuantitativo.

El indicador es una propiedad de una variable ambiental, que nos permite identificar un proceso o cambio en la variable misma y/o en el sistema (SEDUE, 1986). Un indicador ambiental proporciona información cuantificada acerca de un fenómeno, permitiendo explicar cómo cambian las cosas a lo largo del tiempo y/o el espacio, y ayudando, de esta forma, a la prevención y corrección de determinadas situaciones ambientales.

En lo que se refiere a los estudios de impacto ambiental, los indicadores son de gran utilidad, ya que cumplen con uno o más de los siguientes objetivos:

- Resumir los datos ambientales existentes.
- Comunicar información sobre la calidad del medio afectado.
- Evaluar la vulnerabilidad o susceptibilidad a la contaminación de una determinada categoría ambiental.
- Centrarse selectivamente en los factores ambientales claves.
- Servir como base para la expresión del impacto, al predecir las diferencias entre el valor del inicio con Proyecto y el valor del mismo índice sin Proyecto.

Además, 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 actividad.
- Relevancia. La información que aporta es significativa sobre la magnitud e importancia del impacto.
- Excluyente. No existe una superposición entre los distintos indicadores.
- Cuantificable. Ser medible, siempre que sea posible en términos cuantitativos.
- Fácil identificación. Definidos conceptualmente de modo claro y conciso.

En este sentido, la principal aplicación que tienen los indicadores de impacto se registra al comparar alternativas, con lo que permiten determinar para cada elemento del ecosistema, la magnitud de la alteración que recibe. Los indicadores también pueden ser útiles para estimar los impactos de un determinado Proyecto, puesto que permiten cuantificar y obtener una idea del orden de magnitud de las alteraciones. Sin embargo, debido que cada indicador de impacto ambiental tiene entre sus principales fundamentos a la calidad del ambiente en el cual se inserta el Proyecto, resulta obvio que, en la medida en que el ambiente se encuentra alterado en relación a sus características naturales, el uso de esta herramienta pierde su utilidad y su empleo se restringe a los factores más conspicuos. En este sentido, las características del predio donde se pretende instalar el Proyecto y de su área de influencia (definida en el apartado V.6 de este capítulo), corresponden a ambientes que van desde los totalmente alterados por las actividades pecuarias, hasta el medianamente conservados como son algunas áreas de pastizal natural, con una alteración radical de la integridad funcional de sus ecosistemas, lo que obliga a adoptar indicadores conforme a tales realidades.

Con base en lo anterior, y analizados los impactos potenciales que pueden generar los Proyectos fotovoltaicos en diversos ecosistemas y principalmente en un sitio que presenta una fuerte perturbación ambiental, como es el caso que nos ocupa, los impactos se caracterizan por incidir negativamente sobre los factores uso de suelo, vegetación, fauna y paisaje, principalmente. En tal sentido, los indicadores de impacto propuestos están referidos para determinar la magnitud de alteración sobre dichos factores. Es importante señalar que las características ambientales descritas para el sitio del Proyecto, así como la bondad relativa de este tipo de Proyectos sobre la mayoría de los factores ambientales, son la base del reducido número de impactos de cierta importancia que se identificaron en el proceso y, en consecuencia, del número de indicadores propuestos. Así mismo, se hace notar que el resultado más importante de este proceso es el que evidencia que, aplicando la definición del impacto ambiental significativo o relevante que ofrece la fracción IX del artículo 3 del

Reglamento de Evaluación de Impacto Ambiental de la LGEEPA⁵, en este Proyecto no se identifica ningún impacto ambiental de esa naturaleza.

⁵ **Artículo 3, Fracción IX.** Impacto ambiental significativo o relevante: Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.

V.3.1 Indicadores de impacto

Uso de suelo. Con la construcción del Proyecto habrá un cambio de uso de suelo en la superficie total del predio (371.5 ha), por consiguiente, con la instalación del Proyecto habrá una afectación directa en las actividades pecuarias que actualmente ahí se desarrollan como se puede ver en la tabla V.13. En contraparte, esta actividad tendrá efectos positivos, en virtud de que el cambio de actividad productiva en el sitio conllevará también una importante derrama económica por la demanda de empleo, así como por la demanda de bienes y servicios importantes que conllevaría durante la construcción y operación del Proyecto; al margen también de que la generación de electricidad contribuiría a satisfacer la demanda de energía en la zona noreste del país.

Tabla V.13 Reducción de la superficie pecuaria

Síntesis descriptiva:	La construcción de la central fotovoltaica implicará una reducción de 371.54 hectáreas de terrenos que actualmente se emplean para la actividad pecuaria (ganadería extensiva). No obstante, la generación de energía eléctrica a través de la utilización de energías renovables, es una alternativa de mediano plazo que contribuirá a disminuir la producción de gases de efecto invernadero que trae consigo la utilización de fuentes convencionales de energía para la producción de electricidad.
Etapas del Proyecto:	Preparación del sitio y construcción
Valoración del impacto:	El efecto se manifestará desde que comiencen las actividades de preparación del sitio y se harán irreversibles por sí solas, una vez construidos los componentes del Proyecto. Por lo anterior, se trata de un impacto relevante y residual.
Indicador:	<p><i>Superficie pecuaria destinada a otro uso</i></p> $I_{RSP} = \frac{SP_{AP}}{SP_{SAR}}$ <p>Donde: I_{RSP} = Valor de reducción de superficie pecuaria SA_{AP} = Superficie pecuaria destinada al área del Proyecto SA_{SAR} = Superficie pecuaria presente en el SAR</p>
Descripción:	El valor del impacto se determinó considerando la superficie pecuaria del Área del Proyecto (AP) que será afectada, en comparación con la superficie de pecuaria presente en el SAR. El indicador en cuestión tiene un carácter cuantitativo toda vez que es factible disponer de valores de referencia para integrar la expresión matemática.

Vegetación. Las comunidades vegetales originales presentes en el SAR, así como en el área del Proyecto se encuentran muy fragmentadas o eliminadas, debido principalmente a la actividad pecuaria que se desarrolla en la región, la cual se realiza mediante la rotación de terrenos; lo anterior implica que en unas áreas de los ranchos ganaderos existan terrenos con pastizales (que son áreas en las que se mantiene al ganado) y otras áreas las dejan temporalmente en descanso, por lo que en esos terrenos se establece una cubierta de vegetación secundaria a la cual localmente se le llama acahual o monte.

No obstante, en las áreas con escurrimientos de agua, así como en algunos agujeros se observan algunos elementos de vegetación nativa, como podrá observarse en las figuras V.12,

V.13 y V.14; en cuyas márgenes se desarrollan algunos elementos relictos de selva baja caducifolia, creando micro hábitats que proveen de alimento, refugio, recreación y anidación para la fauna.

Es importante señalar que estas áreas con cuerpos de agua y vegetación no será afectada por el Proyecto, en virtud de que no se contempla establecer ninguna infraestructura del Proyecto sobre esta superficie, como se especifica en la figura V.11. Sin embargo, dentro de las zonas de pastizal existen arboles aislados y vegetación interparcelaria que se verá afectada por el desarrollo del Proyecto, cuya pérdida de cobertura vegetal tendrá como consecuencia la pérdida de micro hábitats para la fauna silvestre (ver tabla V.14).

Tabla V.14 Pérdida de cobertura de vegetación

Síntesis descriptiva:	En los polígonos donde se construirá el Proyecto se trata de terrenos de uso pecuario, terrenos dedicados al pastoreo extensivo y semi-extensivo de ganado bovino. Sin embargo, en estos pastizales se encuentran algunas especies arbóreas aisladas, que son usadas como sombra para el ganado, y manchones de vegetación secundaria, constituidas principalmente por <i>Acacia cornigera</i> , <i>Guazuma ulmifolia</i> , <i>Pithecellobium dulce</i> , <i>Acacia unijuga</i> , <i>Prosopis laevigata</i> , <i>Havardia pallens</i> , <i>Karwinskia humboldtiana</i> y <i>Sabal mexicana</i> , entre otras; así como algunas plantas arbustivas. Por lo anterior, la cubierta vegetal del AP se encuentra notablemente perturbada por diversas y sucesivas alteraciones, que dificultan encontrar áreas conservadas o que presenten una funcionalidad ecológica integral.
Etapas del Proyecto:	Preparación del sitio y construcción
Valoración del impacto:	Las principales actividades del Proyecto que ocasionarán impacto sobre este tipo de vegetación serán el desmonte y despalme para el acondicionamiento del terreno en los predios del Proyecto, lo que conllevará a la remoción de la vegetación (pastizal) del sitio, incluyendo los arboles aislados que sirven de sombra para el ganado y aquellos manchones de vegetación secundaria de selva baja caducifolia que sirve de microhábitas para la fauna silvestre. Se prevé que el impacto sobre la cobertura vegetal sería un impacto negativo, de significancia alta, tomando en cuenta la escasez de este tipo de vegetación en el SAR; puntual y permanente. Sin medida de mitigación.
Indicador:	<p><i>Pérdida de cobertura de vegetación secundaria</i></p> $I_{PCVs} = \frac{CVs_{AP}}{CVs_{SAR}}$ <p>Donde: I_{PCVs} = Valor de pérdida de cobertura de vegetación secundaria CVs_{AP} = Superficie de cobertura de vegetación secundaria en AP CVs_{SAR} = Superficie cobertura de vegetación secundaria en el SAR</p>
Descripción:	El uso pecuario dentro del área del Proyecto ocupa una superficie aproximada de 90.6%, la superficie restante estimada (9.4%) corresponde a cuerpos de agua. (figura V.11)

Este impacto se presentará de manera directa afectando la cobertura vegetal del área del Proyecto, ya que la porción en la que se realizará el desbroce y limpieza dentro del sitio será utilizada para la construcción de los edificios y obras civiles del Proyecto, la instalación de obras provisionales (oficinas, comedor, talleres, estacionamiento), así como para la instalación de los paneles fotovoltaicos, los cuales, para su correcto funcionamiento, no pueden tener

objetos que proyecten sombra a su alrededor; motivo por el cual no existirá cobertura vegetal en la superficie que ocupen los paneles fotovoltaicos.

Fauna. La afectación a la fauna podría considerarse en función de su hábitat. Por un lado, la fauna terrestre se verá afectada, principalmente, durante la etapa de preparación del sitio (desmante y despalme) en donde se instalará el Proyecto, ya que tendrá que migrar hacia zonas seguras durante el tiempo que duren tales trabajos constructivos. Se prevé que el Proyecto se instale en una superficie de 336.8 ha de las 371.5 ha que comprende el área total del predio, básicamente ocupada para uso pecuario; sin embargo, alrededor de 34.72 ha dentro del área del Proyecto, que corresponden a cuerpos de agua y manchones de vegetación secundaria de selva baja caducifolia, que por su fisonomía aparentan vegetación de galería (ver figuras V.5 y V.11) no se afectarán, y que servirán en gran medida para refugio de la fauna silvestre del lugar.

Las afectaciones a la fauna terrestre pueden, por lo tanto, atenderse mediante acciones de ahuyentamiento, rescate y reubicación disminuyendo prácticamente en su totalidad los impactos que ésta pudiera recibir, incluyendo la afectación sobre las aves por la pérdida de hábitats (vegetación secundaria de selva baja, así como de árboles y manchones de vegetación aislados, principalmente) como se indica en la tabla V.15. Una vez concluidas las obras y retirada la maquinaria, es factible que la fauna terrestre tenga la posibilidad de regresar a los sitios de origen o desplazarse en busca de otras áreas de uso pecuario o agrícola donde encuentren alimento y sustrato para continuar con su ciclo vital.

Tabla V.15 Afectación temporal en la distribución de la fauna en el Área del Proyecto

Síntesis descriptiva:	El desmante y despalme de la vegetación en el polígono del Proyecto, así como el cambio de uso de suelo pecuario tendrá un impacto negativo para la fauna, ya que representará la destrucción de su hábitat; que, aunado a esto, la presencia de los trabajadores, el movimiento de vehículos y maquinaria, así como el ruido constante de los mismo, tendrá como consecuencia el alejamiento de la fauna hacia sitios distantes del Proyecto.
Etapas del Proyecto:	Preparación del sitio y construcción
Valoración del impacto:	El efecto será evidente en cuanto se inicien con las actividades de preparación y construcción, toda vez que al detectar la presencia de personas y maquinaria laborando en el área las especies de fauna se desplazaran a sitios seguros. El impacto será negativo, local, de baja magnitud y de corta duración o temporal; con medida de mitigación. Se prevé que una vez que concluyan las actividades de preparación y construcción del Proyecto, algunas especies podrán regresar a sitio.
Indicador:	Número de especies presentes en el área del Proyecto (AP) entre el número de especies potencialmente presentes en el SAR. $I_{DF} = \frac{Sp_{APa}}{Sp_{APd}}$ Donde: I_{DF} = Valor de desplazamiento de la fauna Sp_{APa} = No. de especies en el área del Proyecto antes de su construcción Sp_{APd} = No. de especies en el área del Proyecto durante su operación.
Descripción:	La magnitud del impacto será determinada por la relación del número de especies que se localizan en el sitio del Proyecto y que son susceptible de desplazamiento, comparado con el número de especies potenciales que se reportaron en el SAR

Con relación en lo anterior, una forma de medir la probable afectación es conociendo en número de especies presente en el sitio del Proyecto y el número de especies potenciales en el SAR, ya que la fauna posiblemente desplazada es la que se presenta en el sitio del Proyecto.

Paisaje. Considerando que las cualidades estético-paisajísticas en el entorno del predio del Proyecto en gran medida ya han sido alteradas por el desarrollo de las actividades pecuarias, establecimiento de ranchos y sus caminos de acceso, no es factible establecer algún indicador que permita determinar cambios o tendencias en el paisaje, tomando en cuenta que el objetivo de un indicador ambiental es establecer parámetros que proporcionan información sobre el estado actual del sistema, así como patrones o tendencias en el ambiente con el desarrollo de este Proyecto.

En este sentido, el único aspecto que se considera es el cambio de uso de suelo de una actividad pecuaria existente a la instalación de infraestructura para generación de energía; éste es un criterio cuantificable como indicador de impacto, el cual sería acumulativo desde el punto de vista del paisaje, en función de que se sumaría a otros impactos que han dado como consecuencia que la condición paisajística del sitio del Proyecto sea baja.

El impacto sobre el paisaje adquiere un carácter residual, en tanto implicará la transformación visual de un área que durante muchos años ha sido vista como pastizales para la ganadería extensiva y semi-extensiva, fragmentándola con la presencia de paneles solares y edificaciones en el área del Proyecto. Por otra parte, la presencia de la línea de transmisión (Proyecto asociado con el cual se evacuará la energía eléctrica que se genere, motivo de otro estudio ambiental), formará parte de ese impacto también.

Tabla V.16 Alteración de la calidad del paisaje en el área del Proyecto

Síntesis descriptiva:	Para evaluar la calidad del paisaje se consideraron dos aspectos, la calidad intrínseca (características propias de los objetos o recursos existentes), y la calidad visual (la percepción de los seres humanos con respecto a dichos objetos o recursos). El análisis de dichas variables en el AP mostró un sitio poco heterogéneo. Al instalar en Proyecto, dependiendo de la percepción visual la heterogeneidad podría incrementar, al alterar la gama básica de contrastes y las tonalidades que predominan en el área de establecimiento. Este impacto es importante debido a que será persistente durante toda la operación del Proyecto. Este será un impacto residual, ya que mientras se encuentre en operación el Proyecto no habrá medidas que puedan contrarrestar la alteración al fondo escénico.
Etapas del Proyecto:	Preparación del sitio y construcción, operación y mantenimiento
Valoración del impacto:	Este impacto es poco mitigable, cuya atenuación podría ser la reforestación en los costados del tramo carretero y otros puntos específicos que impidan la visualización del Proyecto, por ejemplo. Éste es un criterio cuantificable como indicador de impacto, el cual, además de ser un impacto residual, sería también acumulativo, en función de que se suma a otros impactos que han dado como consecuencia que la condición paisajística del sitio del Proyecto sea baja.

Tabla V.16 Cont. Alteración de la calidad del paisaje en el área del Proyecto

Indicador:	<p>Por lo general, este es un impacto es de percepción. Sin embargo, a fin de contar con un valor cuantitativo se podría utilizar el siguiente indicador:</p> $I_{CP} = \frac{St_{AP}}{St_{SAR}}$ <p>Donde: I_{CP} = Valor de la calidad del paisaje St_{AP} = Superficie total del área del Proyecto St_{SAR} = Superficie total del Sistema Ambiental Regional</p>
Descripción:	<p>La magnitud del impacto será determinada por el valor resultante, donde la aproximación al 1 indicará una mayor alteración en el paisaje con respecto a su estado inicial, y su aproximación a cero indicará una nula o poca alteración del mismo.</p>

Considerando que el área del Proyecto se encuentra cubierto de parcelas para uso pecuario, los colores predominantes son de color verdoso en diferentes tonalidades (durante la época de lluvia) a coloraciones café amarillento en su época de estiaje. La gama de colores presentes en el sitio incrementará con la inserción de los elementos que conforman el Proyecto, incrementando de manera perceptual el contraste en el área de establecimiento del Proyecto. Se considera que la afectación originada por el Proyecto es baja, debido a que la vegetación principal es de pastizal con manchones aislados de vegetación secundaria de selva baja caducifolia y algunos cuerpos de agua, de escasa complejidad topográfica, ya que los terrenos del área del Proyecto presentan un relieve casi plano a poso ondulado; los cuales son factores fundamentales para evaluar la alteración visual del paisaje. En resumen, el paisaje donde se situará el Proyecto ya se encuentra altamente perturbado por actividades antropogénicas (ganadería extensiva, agricultura, caminos, ranchos ganaderos y asentamientos humanos, entre otras).

Con el desmantelamiento y retiro de la infraestructura del Proyecto, así como la demolición de las estructuras civiles (edificaciones y cimentaciones) para su posterior limpieza y restauración del terreno para reintegrar el sitio nuevamente a las actividades pecuarias o agrícolas, se prevé que se restablezca paulatinamente la calidad visual del paisaje.

Con respecto a indicadores de cambio climático, es conveniente señalar que no se consideró ninguno, en virtud de que este tipo de Proyectos no generan GEI (gases de efecto de invernadero: vapor de agua, dióxido de carbono, metano, óxido de nitrógeno y ozono). No obstante, es importante resaltar que este tipo de Proyectos contribuyen en gran medida a la mitigación del cambio climático y del calentamiento global, toda vez que no presentan emisiones de GEI y comparando los índices de emisión de kg de CO₂/MWh de las centrales eléctricas convencionales.

V.3.2 Valoración de los impactos

El siguiente paso en la aplicación de la metodología para la evaluación de los impactos ambientales, es la valoración de los impactos identificados y descritos anteriormente para determinar su grado o nivel de significancia.

Esta etapa del proceso metodológico se abordó en tres fases: la primera consiste en establecer los criterios para la valoración de los impactos identificados; la segunda instancia radica en valorar cada interacción o impacto ambiental identificado, a fin de evaluar la significancia del impacto con base en los criterios antes señalados y en la escala de evaluación utilizada; la tercera fase consiste en elaborar una matriz de significancia de todas las interacciones, en la cual se exponen los valores obtenidos en la fase anterior, señalando en cada celda dichos valores en diferentes colores o sombreados la simbología correspondiente a fin de distinguir las acciones positivas y negativas, así como el grado de significancia de las mismas.

V.3.3 Criterios de valoración de los impactos

La evaluación consiste en calificar cada interacción mediante la aplicación de un conjunto de once criterios catalogados como básicos, complementarios y calificadores (Bojórquez Tapia, 1989; Duinker y Beanlands, 1986), los cuales son referidos en la tabla V.17.

Tabla V.17 Clasificación y definición de los criterios utilizados para evaluar la Significancia de Impactos

Criterios	Definición
Básicos	
Magnitud (M)	Intensidad de la afectación
Extensión (E)	Área de afectación con respecto a la disponible en la zona de estudio
Duración (D)	Tiempo del efecto
Complementarios	
Sinergia (S)	Interacciones de orden mayor entre impactos
Acumulación (A)	Presencia de efectos aditivos de los impactos
Controversia (C)	Oposición de los actores sociales al Proyecto por el impacto
Mitigación (T)	Existencia y eficiencia de medidas de mitigación
Calificadores	
Información (In)	Cantidad y calidad de los datos que soportan la predicción del impacto
Certeza (Cz)	Probabilidad de ocurrencia de la predicción del impacto
Confianza (Cf)	Incertidumbre con respecto a la predicción del impacto
Estándares (Es)	Regulaciones ambientales (leyes, reglamentos, normas, etc.)

Así mismo, estos criterios se evalúan bajo una escala ordinal propuesta por el método utilizado, dependiendo del efecto que una actividad tiene sobre el componente ambiental. Como se señaló anteriormente, con excepción de la certeza, los criterios calificadores de regulaciones ambientales, confianza y cantidad y calidad de información que soportan la predicción, se evaluaron únicamente como presentes o ausentes.

Los criterios y escalas utilizados para asignarle el valor a cada a interacción identificada para los componentes del medio abiótico y biótico se definen en la tabla V.18; en la tabla V.19 se definen los criterios para el componente calidad del paisaje; y en la tabla V.20 los correspondientes para los componentes del medio socioeconómico.

Tabla V.18 Criterios y escala de valoración utilizada para los componentes de los medios abiótico y biótico

CRITERIOS BÁSICOS					
Criterio	Escala				
	1 – 3	4 – 6	7 – 9		
Magnitud (M)	Baja , cuando la afectación cubre menos del 10% de los recursos existentes en el sistema ambiental regional (SAR); o cuando los valores de afectación representan menos de la mitad del valor del límite máximo permisible por la normativa o criterio ambiental	Media , cuando la afectación cubre del 10% al 50% de los recursos existentes en el SAR; o cuando los valores de afectación representan de la mitad del valor límite al límite máximo permisible por la normativa ambiental.	Alta , cuando la afectación es mayor del 50% de los recursos existentes en el SAR, pudiendo provocar alteraciones en el ecosistema y sus recursos naturales; o ésta rebasa los límites máximos permisibles, establecidos por la normativa ambiental		
Extensión (E)	Puntual , afectación directa en el sitio donde se ejecuta la acción, no rebasa los límites del predio.	Local , si el efecto ocurre a una distancia entre los límites del predio y una distancia de 1 km del predio del Proyecto.	Regional , si el efecto se manifiesta a una distancia mayor a 1 km, con respecto a los límites del predio.		
Duración (D)	Corta , cuando la actividad o el impacto duran menos de 1 año.	Mediana , la actividad o impacto dura de 1 a 3 años.	Larga , la actividad o el impacto dura más de 3 años.		
CRITERIOS COMPLEMENTARIOS					
Criterio	Escala				
	0 – 3	4 – 6	7 – 9		
Sinergia (S)	Nula a mínima , cuando una acción sobre el componente, no produce una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente	Moderada , cuando una acción actuando sobre el componente produce una acción poco relevante con respecto a las incidencias individuales contempladas aisladamente	Alta , cuando una acción actuando sobre el componente produce una incidencia ambiental relevante con respecto a la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente		
Acumulación (A)	Nula a mínima , cuando la acción no produce efectos acumulativos o éstos son de poca magnitud (<10%) con respecto a los existentes en el SAR.	Moderada , cuando la acción produce efectos acumulativos, pero éstos aportan del 10 al 60% con respecto a la magnitud de los existentes en el SAR.	Alta , cuando la acción produce efectos acumulativos y éstos son superiores al 60% con respecto a la magnitud de los existentes en el SAR o incluso los rebasan.		
Controversia (C)	Nula a mínima , no hay controversia o ésta ha sido manifestada de manera informal o en algunas reuniones.	Moderada , existe controversia, las partes interesadas han recurrido a instancias locales para manifestar su inconformidad	Alta , existe mucha controversia con el Proyecto, las partes interesadas han recurrido a instancias legales y medios de información		
Mitigación (T)	Nula a baja , no hay medida de mitigación aplicable, o ésta mitiga hasta un 30% del impacto ambiental identificado.	Media , existe(n) medida(s) de mitigación, ésta(s) reduce(n) del 30 al 60% del impacto ambiental identificado.	Alta a muy alta , las medidas de mitigación aplicadas reducen entre el 60 y 100% el impacto ambiental identificado.		
CRITERIOS CALIFICADORES					
Información*	Se refiere a la cantidad y calidad de datos que soportan la predicción.		S	N	
Certeza**	Se refiere a la probabilidad de ocurrencia de impacto ambiental.		A	M	B
Confianza	Se refiere a la certidumbre con respecto a la predicción del impacto.		S	N	
Estándares	Se refiere a una norma o criterio ambiental existente para la acción		S	N	

* **S** – Presente (si existe); **N** – Ausente (no existe); ** **A** – Alta; **M** – Media; **B** – Baja

Tabla V.19 Criterios y escala de valoración utilizada para la calidad del paisaje

CRITERIOS BÁSICOS				
Criterio	Escala			
	1 – 3	4 – 6	7 – 9	
Magnitud (M)	Mínimo , cuando la afectación se ubica sobre un paisaje de calidad visual baja.	Moderado , cuando la afectación se ubica sobre un paisaje de calidad visual media.	Alta , cuando la afectación se ubica sobre un paisaje de calidad visual alta.	
Extensión (E)	Puntual , cuando la afectación de la calidad del paisaje se percibe hasta una distancia de 200 m del Proyecto.	Local , cuando la afectación de la calidad del paisaje se percibe hasta una distancia máxima de 1000 m de los límites del Proyecto.	Regional , cuando la afectación de la calidad del paisaje se percibe a una distancia mayor de 1000 m de los límites del Proyecto.	
Duración (D)	Corta , cuando la calidad del paisaje presenta una alta capacidad de absorber el efecto.	Mediana , cuando la calidad del paisaje presenta una capacidad moderada de absorber el efecto.	Larga , cuando la calidad del paisaje presenta una baja capacidad de absorber el efecto.	
CRITERIOS COMPLEMENTARIOS				
Criterio	Escala			
	0 – 3	4 – 6	7 – 9	
Sinergia (S)	Nula a mínima , cuando una acción sobre el componente, no produce una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente	Moderada , cuando una acción actuando sobre el componente produce una acción poco relevante con respecto a las incidencias individuales contempladas aisladamente	Alta , cuando una acción actuando sobre el componente produce una incidencia ambiental relevante con respecto a la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente	
Acumulación (A)	Nula a mínima , cuando el efecto no incrementa los impactos ocasionados por otros Proyectos o actividades; o éstos son de poca magnitud (menor al 30%) con respecto a los existentes.	Moderada , cuando el efecto incrementa los impactos ocasionados por otros Proyectos u actividades, pero éstos aportan entre el 30 y 60% con respecto a la magnitud de los existentes.	Alta , cuando el efecto incrementa los impactos ocasionados por otros Proyectos u actividades; son mayores al 60% con respecto a la magnitud de los existentes.	
Controversia (C)	Nula a mínima , no hay oposición o ésta ha sido manifestada de manera informal o en algunas reuniones.	Moderada , existe oposición social, las partes interesadas han recurrido a instancias locales para manifestar su inconformidad.	Alta , existe mucha oposición, las partes interesadas han recurrido a instancias legales y medios de información.	
Mitigación (T)	Nula a baja , no hay medida de mitigación aplicable, o ésta mitiga hasta un 30% del impacto ambiental identificado.	Media , existe(n) medida(s) de mitigación, ésta(s) reduce(n) del 30 al 60% del impacto ambiental identificado.	Alta a muy alta , las medidas de mitigación aplicadas reducen entre el 60 y 100% el impacto ambiental identificado.	
CRITERIOS CALIFICADORES				
Información*	Se refiere a la cantidad y calidad de datos que soportan la predicción.	S	N	
Certeza**	Se refiere a la probabilidad de ocurrencia de impacto ambiental.	A	M	B
Confianza	Se refiere a la certidumbre con respecto a la predicción del impacto.	S	N	
Estándares	Se refiere a una norma o criterio ambiental existente para la acción	S	N	

* **S** – Presente (si existe); **N** – Ausente (no existe); ** **A** – Alta; **M** – Media; **B** – Baja

Tabla V.20 Criterios y escala de valoración utilizada para los componentes del medio socioeconómico

CRITERIOS BÁSICOS				
Criterio	Escala			
	1 – 3	4 – 6	7 – 9	
Magnitud (M)	Mínima , cuando las condiciones del componente se mejoran en un 30% o menos.	Moderada , cuando las condiciones del componente se mejoran entre 30 y 60%.	Alta , cuando las condiciones del componente se mejoran en más del 60%.	
Extensión (E)	Puntual , cuando las condiciones del componente se reflejan sólo en las localidades por las que se ejecuta el Proyecto.	Local , cuando las condiciones del componente se reflejan en las localidades y municipios en los que se ejecuta el Proyecto.	Regional , cuando las condiciones del componente se reflejan en otras localidades y municipios diferentes a aquellas en las que se ejecuta el Proyecto.	
Duración (D)	Corta , la mejora del componente se manifiesta sólo durante la actividad del Proyecto evaluada.	Mediana , la mejora del componente dura hasta terminar las actividades de construcción del Proyecto y entrada en operación del mismo.	Larga , la mejora del componente persiste después de la entrada en operación del Proyecto o es permanente.	
CRITERIOS COMPLEMENTARIOS				
Criterio	Escala			
	0 – 3	4 – 6	7 – 9	
Sinergia (S)	Nula a mínima , cuando una acción sobre el componente, no produce una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.	Moderada , cuando una acción actuando sobre un factor produce una acción poco relevante con respecto a las incidencias individuales contempladas aisladamente.	Alta , cuando una acción actuando sobre un factor produce una incidencia ambiental relevante con respecto a la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.	
Acumulación (A)	Nula a mínima , cuando el efecto no incrementa los impactos ocasionados por otros Proyectos u otras actividades del propio; o éstos son de poca magnitud (menor al 30%) con respecto a los existentes	Moderada , cuando el efecto incrementa los impactos ocasionados por otros Proyectos u otras actividades del propio, pero éstos aportan entre del 30 y 60% con respecto a la magnitud de los existentes.	Alta , cuando el efecto incrementa los impactos ocasionados por otros Proyectos u otras actividades del propio y éstos son mayores al 60% con respecto a la magnitud de los existentes o incluso los rebasan.	
Controversia (C)	Nula a mínima , no hay oposición o ésta ha sido manifestada de manera informal o en algunas reuniones.	Moderada , existe oposición social, las partes interesadas han recurrido a instancias locales para manifestar su inconformidad.	Alta , existe mucha oposición, las partes interesadas han recurrido a instancias legales y medios de información.	
CRITERIOS CALIFICADORES				
Información*	Se refiere a la cantidad y calidad de datos que soportan la predicción.	S	N	
Certeza**	Se refiere a la probabilidad de ocurrencia de impacto ambiental.	A	M	B
Confianza	Se refiere a la certidumbre con respecto a la predicción del impacto.	S	N	
Estándares	Se refiere a una norma o criterio ambiental existente para la acción	S	N	

* **S** – Presente (si existe); **N** – Ausente (no existe); ** **A** – Alta; **M** – Media; **B** – Baja

Nota: generalmente las interacciones de los componentes del medio socioeconómico son de carácter positivo, por lo tanto, no se proponen criterios ni escalas para su mitigación.

Para realizar la evaluación de las interacciones identificadas y obtener la significancia parcial y final de cada impacto se aplicaron las ecuaciones referidas anteriormente, las cuales se resumen en la tabla V.21.

Tabla V.21 Ecuaciones aplicadas para la valoración y Significancia de los impactos

Índices obtenidos	Fórmula aplicada	
Criterios básicos	$MED_{ij} = \frac{1}{27} (M_{ij} + E_{ij} + D_{ij})$	
Criterios complementarios	$SAC_{ij} = \frac{1}{27} (S_{ij} + A_{ij} + C_{ij})$	
Significancia parcial	$I_{ij} = (MED_{ij})^{(1-SAC_{ij})}$	
Significancia final, considerando las medidas de mitigación	$S_{ij} = I_{ij} * \left[1 - \frac{1}{9} (T_{ij}) \right]$	
Donde:		
M_{ij} = Magnitud;	E_{ij} = Extensión espacial;	D_{ij} = Duración
S_{ij} = Efectos sinérgicos;	A_{ij} = Efectos acumulativos;	C_{ij} = Controversia;
I_{ij} = Importancia o significancia parcial del impacto; S_{ij} = Significancia final del impacto; y T_{ij} = Medida de mitigación.		

V.3.4 Valoración y significancia de los impactos

Después de identificar las interacciones de impacto entre las actividades y componentes ambientales para las diferentes etapas del Proyecto, se procedió a valorar y evaluar la significancia del impacto con base en los criterios antes señalados y la escala de evaluación utilizada.

En las tablas V.22 y V.23 se presenta la valoración realizada a cada una de las interacciones identificadas, separadas éstas por etapa del Proyecto. Como se puede observar, la etapa de construcción del Proyecto es donde se concentra la mayor cantidad de impactos, seguida por la etapa de preparación del sitio.

Tabla V.22 Valoración y significancia de las interacciones identificadas (Etapa: Preparación del sitio y construcción)

IMPACTO AMBIENTAL (INTERACCIÓN _{ij})			CRITERIOS BÁSICOS				CRITERIOS COMPLEMENTARIOS				CRITERIOS CALIFICADORES				ÍNDICE BÁSICO	ÍNDICE COMPLEMENTARIO	IMPACTO SIN MITIGACIÓN	SIGNIFICANCIA	Clase de S _{ij}	Carácter
No.	Componente ambiental	Obras y/o actividad del Proyecto	M	E	D	S	A	C	T	In	Cz	Cf	Es	MED _{ij}	SAC _{ij}	I _{ij}	S _{ij}			
1	Calidad del aire	Desmonte y despalde	1	4	4	0	3	0	5	S	A	S	N	0.333	0.111	0.377	0.167	B	(-)	
2		Construcción de caminos interiores, sistema de drenaje	3	3	3	0	1	0	3	N	M	S	N	0.333	0.037	0.347	0.231	B	(-)	
3		Cercado perimetral	1	4	4	0	1	0	3	N	B	N	N	0.333	0.037	0.347	0.231	B	(-)	
4		Instalación de obras provisionales y definitivas	2	4	3	0	1	0	2	N	A	S	N	0.333	0.037	0.347	0.270	M	(-)	
5		Excavaciones y zanjeado	3	4	4	0	1	0	3	N	M	S	N	0.407	0.037	0.421	0.281	M	(-)	
6		Desmantelamiento de obras provisionales y restauración	3	3	2	0	1	0	2	N	A	S	N	0.296	0.037	0.310	0.241	B	(-)	
7		Transporte de insumos, materiales y de personal	5	8	6	0	2	0	3	S	A	S	S	0.704	0.074	0.722	0.482	M	(-)	
8	Nivel de ruido	Desmonte y despalde	1	2	4	0	2	0	1	S	A	S	S	0.259	0.074	0.287	0.255	M	(-)	
9		Nivelación y compactación	1	3	3	0	2	0	1	S	A	S	S	0.259	0.074	0.287	0.255	M	(-)	
10		Construcción de caminos interiores, sistema de drenaje	2	3	3	0	1	0	2	N	B	S	N	0.296	0.037	0.310	0.241	B	(-)	
11		Instalación de obras provisionales y definitivas	3	3	4	0	1	0	1	N	A	S	N	0.370	0.037	0.384	0.342	M	(-)	
12		Excavaciones y zanjeado	3	3	4	0	1	0	2	N	M	S	N	0.370	0.037	0.384	0.299	M	(-)	
13		Cimentación de obras e instalación de estructuras de soporte	2	3	4	0	1	0	1	N	A	S	N	0.333	0.037	0.347	0.309	M	(-)	
14		Desmantelamiento de obras provisionales y restauración	3	3	2	0	1	0	1	N	A	S	N	0.296	0.037	0.310	0.276	M	(-)	
15	Transporte de insumos, materiales y de personal	5	8	6	0	2	0	3	S	A	S	S	0.704	0.074	0.722	0.482	M	(-)		
16	Relieve	Nivelación y compactación	1	3	3	0	1	0	1	N	A	S	N	0.259	0.037	0.273	0.242	B	(-)	
17	Calidad del agua	Generación de residuos	3	3	5	0	2	0	6	N	B	S	N	0.407	0.074	0.435	0.145	B	(-)	
18		Generación de aguas residuales y sanitarias	3	3	5	0	1	0	6	N	B	S	N	0.407	0.037	0.421	0.140	B	(-)	
19	Infiltración	Nivelación y compactación	2	2	3	0	2	0	0	N	M	S	N	0.259	0.074	0.287	0.287	M	(-)	
20		Montaje de equipo electromecánico	3	3	5	0	1	0	3	N	B	N	N	0.407	0.037	0.421	0.281	M	(-)	
21	Patrón de drenaje	Nivelación y compactación	2	3	3	0	1	0	6	N	B	S	N	0.296	0.037	0.310	0.103	B	(-)	
22		Cercado perimetral	1	4	4	0	0	0	6	N	B	N	N	0.333	0.000	0.333	0.111	B	(-)	
23	Características fisicoquímicas del suelo	Desmonte y despalde	2	3	4	0	3	0	3	N	A	S	N	0.333	0.111	0.377	0.251	M	(-)	
24		Nivelación y compactación	2	2	3	0	2	0	0	N	A	S	N	0.259	0.074	0.287	0.287	M	(-)	
25		Desmantelamiento de obras provisionales y restauración	3	3	2	0	1	0	0	N	B	N	N	0.296	0.037	0.310	0.310	M	(+)	
26		Generación de residuos	3	3	5	0	2	0	6	N	B	S	N	0.407	0.074	0.435	0.145	B	(-)	
27		Generación de aguas residuales y sanitarias	3	3	5	0	1	0	6	N	B	S	N	0.407	0.037	0.421	0.140	B	(-)	
28	Estabilidad edafológica	Desmonte y despalde	2	3	4	0	1	0	0	N	A	N	N	0.333	0.037	0.347	0.347	M	(-)	
29		Nivelación y compactación	2	3	5	0	1	0	5	N	A	N	N	0.370	0.037	0.384	0.171	B	(-)	
30	Cobertura vegetal	Desmonte y despalde	5	3	4	0	5	0	0	N	A	S	N	0.444	0.185	0.516	0.516	A	(-)	
31	Hábitat	Desmonte y despalde	3	3	4	0	3	0	0	N	A	S	N	0.370	0.111	0.414	0.414	M	(-)	
32		Cercado perimetral	3	4	4	0	1	0	1	N	B	N	N	0.407	0.037	0.421	0.374	M	(-)	
33	Abundancia y distribución	Desmonte y despalde	3	3	4	0	3	0	0	N	A	S	N	0.370	0.111	0.414	0.414	M	(-)	
34		Cercado perimetral	3	5	4	0	1	0	0	N	B	N	N	0.444	0.037	0.458	0.458	M	(-)	
35		Cimentación de obras e instalación de estructuras de soporte	2	2	4	0	1	0	2	N	B	N	N	0.296	0.037	0.310	0.241	B	(-)	
36		Montaje de equipo electromecánico	2	3	5	0	2	0	2	N	B	S	N	0.370	0.074	0.399	0.310	M	(-)	
37		Instalación eléctrica del sistema fotovoltaico	2	2	4	0	1	0	2	N	B	N	N	0.296	0.037	0.310	0.241	B	(-)	
38		Transporte de insumos, materiales y de personal	5	8	5	0	2	0	5	N	M	S	N	0.667	0.074	0.687	0.305	M	(-)	
39		Especies listada en la NOM-059	Rescate de flora y fauna	2	2	2	0	0	0	0	N	B	S	S	0.222	0.000	0.222	0.222	B	(+)
40	Desmonte y despalde		3	3	4	0	3	0	5	N	B	S	N	0.370	0.111	0.414	0.184	B	(-)	

Tabla V.22 Valoración y significancia de las interacciones identificadas (Etapa: Preparación del sitio y construcción)

IMPACTO AMBIENTAL (INTERACCIÓN ij)			CRITERIOS BÁSICOS				CRITERIOS COMPLEMENTARIOS				CRITERIOS CALIFICADORES				ÍNDICE BÁSICO	ÍNDICE COMPLEMENTARIO	IMPACTO SIN MITIGACIÓN	SIGNIFICANCIA	Clase de S_{ij}	Carácter
No.	Componente ambiental	Obras y/o actividad del Proyecto	M	E	D	S	A	C	T	In	Cz	Cf	Es	MED $_{ij}$	SAC $_{ij}$	I $_{ij}$	S $_{ij}$			
41	Calidad visual del paisaje	Desmonte y despalme	4	5	4	0	3	0	0	N	A	S	N	0.481	0.111	0.522	0.522	A	(-)	
42		Cercado perimetral	3	5	4	0	1	0	3	N	M	S	N	0.444	0.037	0.458	0.305	M	(-)	
43		Instalación de obras provisionales y definitivas	3	4	4	0	3	0	2	N	M	S	N	0.407	0.111	0.450	0.350	M	(-)	
44		Cimentación de obras e instalación de estructuras de soporte	3	4	4	0	3	0	2	N	B	S	N	0.407	0.111	0.450	0.350	M	(-)	
45		Montaje de equipo electromecánico	4	7	5	0	5	0	0	N	A	S	N	0.593	0.185	0.653	0.653	A	(-)	
46		Instalación eléctrica del sistema fotovoltaico	2	4	4	0	1	0	1	N	B	N	N	0.370	0.037	0.384	0.342	M	(-)	
47		Desmantelamiento de obras provisionales y restauración	3	4	2	0	1	0	0	N	A	S	N	0.333	0.037	0.347	0.347	M	(+)	
48		Generación de residuos	2	3	5	0	2	0	6	N	B	N	N	0.370	0.074	0.399	0.133	B	(-)	
49	Empleo	Generación de residuos	3	3	5	0	3	0	0	S	A	S	N	0.407	0.111	0.450	0.450	M	(+)	
50		Generación de aguas residuales y sanitarias	3	3	5	0	3	0	0	S	A	S	N	0.407	0.111	0.450	0.450	M	(+)	
51		Contratación de personal	5	8	5	0	0	0	0	S	A	S	N	0.667	0.000	0.667	0.667	A	(+)	
52	Actividades productivas	Desmonte y despalme	3	3	4	0	3	0	0	N	A	S	N	0.370	0.111	0.414	0.414	M	(-)	
53	Bienes y servicios	Transporte de insumos, materiales y de personal	4	8	5	0	1	0	0	N	A	S	N	0.630	0.037	0.641	0.641	A	(+)	
54		Contratación de personal	4	8	5	0	0	0	0	S	A	S	N	0.630	0.000	0.630	0.630	A	(+)	

Criterios básicos:	M = Magnitud, E = Extensión, D = Duración	
Criterios complementarios:	S = Sinergia, A = Acumulación, C = Controversia, T = Medidas de mitigación	
Criterios calificadores:	In = Información, Cz = Certeza, Cf = Confianza, Es = Estándares	
Carácter del impacto:	(+) = Positivo, (-) = Negativo	

Las clases de significancia de los impactos son las siguientes:

Bajo	(B)		(0.111 a 0.249)
Moderado	(M)		(0.250 a 0.499)
Alto	(A)		(0.500 a 0.749)
Muy alto	(MA)		(0.750 a 1.000)

i = factor ambiental, j = acción del Proyecto

- S** = Si existe (información, confianza, estándares)
- N** = No existe (información, confianza, estándares)
- A** = Alta; **M** = Media; **B** = Baja (para calificar el criterio Certeza)

Tabla V.23 Valoración y significancia de las interacciones identificadas (Etapas: Operación y mantenimiento y Abandono del sitio)

IMPACTO AMBIENTAL (INTERACCIÓN ij)			CRITERIOS BÁSICOS			CRITERIOS COMPLEMENTARIOS				CRITERIOS CALIFICADORES				ÍNDICE BÁSICO	ÍNDICE COMPLEMENTARIO	IMPACTO SIN MITIGACIÓN	SIGNIFICANCIA	Clase de S_{ij}	Carácter
No.	Componente ambiental	Obras y/o actividad del Proyecto	M	E	D	S	A	C	T	In	Cz	Cf	Es	MED $_{ij}$	SAC $_{ij}$	I $_{ij}$	S $_{ij}$		
Operación y mantenimiento																			
1	Calidad del agua	Generación de residuos	1	3	8	0	1	0	6	N	B	S	S	0.444	0.037	0.458	0.153	B	(-)
2		Generación de aguas residuales y sanitarias	1	2	8	0	1	0	6	N	B	S	S	0.407	0.037	0.421	0.140	B	(-)
3	Características fisicoquímicas del suelo	Generación de residuos	1	3	8	0	1	0	6	N	B	S	S	0.444	0.037	0.458	0.153	B	(-)
4		Generación de aguas residuales y sanitarias	1	2	8	0	1	0	6	N	B	S	S	0.407	0.037	0.421	0.140	B	(-)
5	Abundancia y distribución	Limpieza de módulos fotovoltaicos	1	3	8	0	0	0	2	N	M	S	N	0.444	0.000	0.444	0.346	M	(-)
6		Mantenimiento de caminos interiores y sistema de drenaje	1	3	8	0	0	0	2	N	M	S	N	0.444	0.000	0.444	0.346	M	(-)
7	Empleo	Limpieza de módulos fotovoltaicos	1	5	7	0	0	0	0	N	M	S	N	0.481	0.000	0.481	0.481	M	(+)
8		Mantenimiento de caminos interiores y sistema de drenaje	1	5	7	0	0	0	0	N	M	S	N	0.481	0.000	0.481	0.481	M	(+)
9		Generación de residuos	1	5	7	0	1	0	0	N	A	S	S	0.481	0.037	0.495	0.495	M	(+)
10		Generación de aguas residuales y sanitarias	1	5	7	0	1	0	0	N	A	S	S	0.481	0.037	0.495	0.495	M	(+)
11		Contratación de personal	2	5	7	0	0	0	0	N	A	S	N	0.519	0.000	0.519	0.519	A	(+)
12	Actividades productivas	Operación de la planta fotovoltaica	2	3	9	0	0	0	0	N	A	S	N	0.519	0.000	0.519	0.519	A	(+/-)
13	Bienes y servicios	Contratación de personal	2	2	7	0	0	0	0	N	A	S	N	0.407	0.000	0.407	0.407	M	(+)
Abandono del sitio																			
14	Calidad del aire	Demolición de edificaciones e infraestructura	2	3	3	0	0	0	0	N	M	S	N	0.296	0.000	0.296	0.296	M	(-)
15		Limpieza, acondicionamiento y rehabilitación del predio	2	3	3	0	0	0	0	N	A	S	N	0.296	0.000	0.296	0.296	M	(-)
16	Nivel de ruido	Desmantelamiento de equipo e infraestructura	3	3	3	0	0	0	2	N	M	S	N	0.333	0.000	0.333	0.259	M	(-)
17		Demolición de edificaciones e infraestructura	3	3	3	0	0	0	0	N	A	S	N	0.333	0.000	0.333	0.333	M	(-)
18		Limpieza, acondicionamiento y rehabilitación del predio	2	3	3	0	0	0	1	N	A	S	N	0.296	0.000	0.296	0.263	M	(-)
19	Infiltración	Limpieza, acondicionamiento y rehabilitación del predio	2	3	3	0	0	0	0	N	B	S	N	0.296	0.000	0.296	0.296	M	(+)
20	Características fisicoquímicas del suelo	Limpieza, acondicionamiento y rehabilitación del predio	3	3	3	0	0	0	0	N	A	S	S	0.333	0.000	0.333	0.333	M	(+)
21		Generación de residuos	2	3	2	0	0	0	3	N	A	S	S	0.259	0.000	0.259	0.173	B	(-)
22	Estabilidad edafológica	Limpieza, acondicionamiento y rehabilitación del predio	1	3	3	0	0	0	3	N	B	S	N	0.259	0.000	0.259	0.173	B	(-)
23	Cobertura vegetal	Limpieza, acondicionamiento y rehabilitación del predio	2	3	3	0	0	0	0	N	M	S	N	0.296	0.000	0.296	0.296	M	(+)
24	Hábitat	Limpieza, acondicionamiento y rehabilitación del predio	2	3	2	0	0	0	0	N	M	S	N	0.259	0.000	0.259	0.259	M	(+)
25	Abundancia y distribución (fauna)	Limpieza, acondicionamiento y rehabilitación del predio	2	3	3	0	0	0	0	N	A	S	N	0.296	0.000	0.296	0.296	M	(+)
26	Calidad visual del paisaje	Desmantelamiento de equipo e infraestructura	3	3	3	0	0	0	0	N	A	S	N	0.333	0.000	0.333	0.333	M	(+)
27		Demolición de edificaciones e infraestructura	2	3	3	0	0	0	0	N	A	S	N	0.296	0.000	0.296	0.296	M	(+)
28		Limpieza, acondicionamiento y rehabilitación del predio	3	3	3	0	0	0	0	N	A	S	N	0.333	0.000	0.333	0.333	M	(+)
29	Empleo	Contratación de personal	3	8	3	0	0	0	0	N	A	S	N	0.519	0.000	0.519	0.519	A	(+)
30	Bienes y servicios	Contratación de personal	3	7	3	0	0	0	0	N	A	S	N	0.481	0.000	0.481	0.481	M	(+)

Criterios básicos: M = Magnitud, E = Extensión, D = Duración

Criterios complementarios: S = Sinergia, A = Acumulación, C = Controversia, T = Medidas de mitigación

Criterios calificadores: In = Información, Cz = Certeza, Cf = Confianza, Es = Estándares

Carácter del impacto: (+) = Positivo, (-) = Negativo, (+/-) = Positivo o negativo

Las clases de significancia de los impactos son las siguientes:

Bajo	(B)		(0.111 a 0.249)
Moderado	(M)		(0.250 a 0.499)
Alto	(A)		(0.500 a 0.749)
Muy alto	(MA)		(0.750 a 1.000)

i = factor ambiental, j = acción del Proyecto

S = Si existe (información, confianza, estándares)

N = No existe (información, confianza, estándares)

A = Alta; M = Media; B = Baja (para calificar el criterio Certeza)

Con base en la valoración obtenida para cada interacción identificada en las tablas V.22 y V.23, en la tabla V.24 se presenta un cuadro resumen en donde se establecen el número de interacciones obtenidas por categoría de significancia (B, M, A y MA), así como el puntaje total obtenido en cada una de las etapas del Proyecto.

Tabla V.24 Resumen de la valoración y significancia de las Interacciones por etapa

Tipo de interacción	B	M	A	MA	No. total de interacciones	Puntaje	%	
PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN								
Negativa	17	26	4	0	47	54	13.537	
Positiva	1	4	2	0	7		3.716	
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO								
Negativa	4	2	0	0	6	13	1.277	
Positiva / Negativa	0	0	1	0	1		0.519	
Positiva	0	5	1	0	6		2.878	
ABANDONO DEL SITIO								
Negativa	2	5	0	0	7	17	1.794	
Positiva	0	9	1	0	10		3.444	
Total de interacciones	24	51	9	0	84			
Puntaje total de interacciones negativas:							16.603	61.14
Puntaje total de interacciones negativas/positivas:							0.519	1.91
Puntaje total de interacciones							10.038	36.95
Puntaje total							27.165	100.00

En la tabla anterior se puede observar que el mayor número de impactos (interacciones) en el ambiente se presentan en la etapa de preparación del sitio y construcción, la cual suma un total de 54 impactos, de los cuales 47 son de carácter negativo y 7 de interacciones positivas. Lo anterior es consecuencia de que, en esta etapa las actividades de acondicionamiento del sitio (desmante y despalme) así como la nivelación y compactación, y la instalación de toda la infraestructura del Proyecto (cimentaciones, edificaciones, montaje de equipo electromecánico, entre otras, son las acciones que ocasionarán el mayor impacto ambiental del Proyecto, como ocurre en el inicio de cualquier obra y/o actividad.

Por otra parte, en la etapa de operación y mantenimiento sólo se identificaron 13 interacciones, de las cuales la mitad de ellas se valoraron como adversas y la otra mitad como benéficas, resultando una de ellas tanto benéfica como adversa, dependiendo desde el punto de vista que se vea; es decir, en la interacción *Actividades productivas vs Operación de la planta fotovoltaica*, por un lado se valora el impacto ambiental sobre la productividad económica de la actividad pecuaria en el área del Proyecto, pero por el otro aspecto, se evalúa el aspecto económico por la generación de energía eléctrica que aportaría la central fotovoltaica, al margen de la derrama económica que implica la construcción y operación del Proyecto en la región

Como se observa en la tabla V.24, sumando el total de los valores de las interacciones negativas y positivas del Proyecto, se obtuvo que alrededor del 61.14% corresponden a

impactos adversos al ambiente y cerca del 37% a interacciones positivas, principalmente dados por la generación de empleo y requerimientos de bienes y servicios.

Las actividades principales que ocasionarán impactos negativos con el desarrollo de este Proyecto se encuentran: el desmonte y despalme (3.484), la instalación del cercado perimetral (1.479), la nivelación y compactación del mismo (1.345), transporte de insumos, materiales y personal (1.268), montaje del equipo electromecánico (1.244), así como de la instalación de las obras provisionales (0.962), todas ellas en la etapa de preparación del sitio y construcción. Para la etapa operativa, el balance de los impactos es más favorable para las interacciones positivas, toda vez que la mayoría de los impactos adversos ocurrieron en las dos etapas previas.

Con respecto a la etapa de operación y mantenimiento, el número de interacciones se reduce notablemente a solo 13, con un balance igual entre el número de impactos negativos y positivos; no obstante, el puntaje de significancia obtenido es mayor en las interacciones positivas (2.878) con respecto a las negativas (1.278). De igual manera, para la etapa de abandono del sitio los impactos adversos son pocos (7 de las 17 interacciones) y de baja a moderada significancia (Tabla 25).

Tabla V.25 Puntuación de las interacciones por clase de significancia y etapas del Proyecto

ETAPA	Bajo		Moderado		Alto			Muy Alto		Totales		
	0 - 0.249		0.250 - 0.499		0.500 - 0.749			0.750 - 1.000				
	(-)	(+)	(-)	(+)	(-)	(-/+)	(+)	(-)	(+)	(-)	(-/+)	(+)
Preparación sitio y const.	3.107	0.222	8.739	1.557	1.691	-	1.938	-	-	13.537	-	3.717
Operación y mtto.	0.586	-	0.692	2.359	-	0.519	0.519	-	-	1.278	0.519	2.878
Abandono del sitio	0.346	-	1.447	2.923	-	-	0.519	-	-	1.793	-	3.442
Total:	4.280	0.444	11.565	6.839	1.691	1.038	2.976	-	-	27.164		
	27.164											

V.3.5 Matriz de significancia de impactos ambientales

Una vez realizada la valoración de cada una de las interacciones de impacto, señaladas en las tablas V.24 y V.25, se elaboró una matriz de significancia de dichas interacciones, en la cual se capturaron los valores obtenidos. En la tabla V.26 se exponen todos los valores de los impactos ambientales identificados; el grado de significancia de cada impacto o interacción se señala en cada celda con un color (sombreado verde si la significancia es baja, sombreado amarillo si la significancia es moderada, sombreado naranja si ésta es alta, y sombreado rojo si es muy alta). Así mismo, para distinguir las interacciones positivas de las negativas, las primeras se destacan con numeración en color azul y las negativas con números en color rojo; la numeración en color negro indica que esta interacción podría interpretarse como negativa o positiva, dependiendo de la percepción o del punto de vista de la interacción o de su finalidad.

Tabla V.26 Matriz de significancia de los impactos ambientales

<p style="text-align: center;">PROYECTO TAMUÍN 1</p>			ETAPAS – OBRAS Y/O ACTIVIDADES DEL PROYECTO																											
			PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN													OPERACIÓN					ABANDONO									
			Rescate de flora y fauna	Desmonte y despalme	Nivelación y compactación	Construcción de caminos interiores, sistema de drenaje	Cercado perimetral	Instalación de obras provisionales y definitivas	Excavaciones y zanjeado	Cimentación de obras e inst. estructuras de soporte y SE	Montaje de equipo electromecánico	Instalación eléctrica del sistema fotovoltaico	Desmantelamiento de obras provisionales y restauración	Transporte de insumos, materiales y de personal	Generación de residuos	Generación de aguas residuales y sanitarias	Contratación de personal	Operación de la planta fotovoltaica	Limpieza de módulos	Mantenimiento de caminos interiores y sistema de drenaje	Generación de residuos	Generación de aguas residuales y sanitarias			Contratación de personal	Desmantelamiento de equipo e infraestructura	Demolición de edificaciones e infraestructura	Limpieza, acondicionamiento y rehabilitación del predio	Generación de residuos	Contratación de personal
MEDIO	FACTOR AMBIENTAL	COMPONENTE AMBIENTAL																												
Abiótico	Aire	Calidad del aire		0.167		0.231	0.231	0.270	0.281				0.241	0.481									0.296	0.296			2.494	10.329		
		Nivel de ruido		0.255	0.255	0.241		0.342	0.299	0.309				0.276	0.482									0.259	0.333	0.263				3.314
	Geomorfología	Relieve			0.242																									0.242
		Hidrología	Calidad del agua											0.145	0.140					0.153	0.140									0.578
	Infiltración				0.287					0.281														0.296						0.864
	Patrón de drenaje				0.103		0.111																							0.214
	Suelo	Características fisicoquímicas		0.251	0.287								0.310	0.145	0.140				0.153	0.140				0.333	0.173					1.932
		Estabilidad edafológica		0.347	0.171																			0.173						0.691
Biótico	Vegetación	Cobertura vegetal		0.516																			0.296					0.812		
		Especies listadas en NOM-059																											0.000	
	Fauna	Hábitat		0.414			0.374																	0.259					1.047	
		Abundancia y distribución		0.414		0.458			0.241	0.310	0.241		0.305					0.346	0.346					0.296					2.957	
		Especies listadas en NOM-059	0.222	0.184																									0.406	
Perceptual	Paisaje	Calidad visual del paisaje		0.522		0.305	0.350		0.350	0.653	0.342	0.347	0.133									0.333	0.296	0.333				3.964	3.964	
Socioeconómico		Empleo											0.450	0.450	0.667		0.481	0.481	0.495	0.495	0.519					0.519		4.557		
		Actividades productivas		0.414													0.519												0.933	
		Bienes y servicios										0.641			0.630							0.407					0.481		2.159	
Σ (por obra y/o actividad)			0.222	3.484	1.345	0.472	1.479	0.962	0.58	0.9	1.244	0.583	1.174	1.909	0.873	0.73	1.297	0.519	0.827	0.827	0.801	0.775	0.926	0.592	0.925	2.545	0.173	1.000	27.164	
Σ (por etapa)			17.254													4.675					5.235									

Nota: 0.000 Impacto negativo 0.000 Impacto positivo 0.000 Impacto negativo o positivo

Como se puede observar, en ninguna de las etapas del Proyecto se identificaron impactos ambientales adversos con grado de significancia muy alta (MA); por lo que ninguna de las actividades del Proyecto pone en riesgo o provocaría alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, ni obstaculizaría la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.

V.4 Impactos residuales

De acuerdo con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT, 2002), los impactos ambientales residuales se definen como aquellos impactos que persisten en el ambiente después de aplicar las medidas de mitigación. Los impactos que podrían persistir, serían aquellos impactos que carecen de medidas correctivas, los que sólo se mitigan de manera parcial o los que no alcanzan el umbral suficiente para poder aplicar alguna medida de compensación. Los impactos residuales, presentan sus efectos sobre el ambiente, dependiendo de las acciones que le dan origen. Por su parte, Estevan (1999) define a los impactos residuales, como aquellos que, pese a la aplicación de otras alternativas y medidas correctivas, no pueden ser eliminados en su totalidad debido a limitaciones de tecnología, costos excesivos, o a incompatibilidad con los objetivos del Proyecto o limitaciones biológicas.

Entre los impactos residuales que se identificaron para este Proyecto, al menos durante la vida útil del Proyecto, la cual se tiene programada para 25 años, son los siguientes:

1. Cambio de uso de suelo. Lo que implica directamente una reducción de la superficie pecuaria en el SAR. El cambio de uso de suelo dedicado a la ganadería para la construcción del proyecto Tamuín 1, así como de sus obras provisionales y asociadas, es inevitablemente un impacto residual a considerar; independientemente de que se implementen medidas de mitigación, como la reforestación, dicho impacto prevalecerá durante la vida útil del Proyecto, el cual podría ser más de los 25 años que se establecieron como vida útil del Proyecto.
2. Afectaciones al suelo por las cimentaciones de la infraestructura del Proyecto. Son las afectaciones al suelo donde se instalarán diversos componentes del Proyecto, como son las áreas que ocuparán las bases de las estructuras de soporte para los paneles fotovoltaicos, así como las superficies que ocupen las edificaciones del Proyecto, como oficinas, subestación eléctrica, casetas de vigilancia, entre otras.
3. Pérdida de cobertura vegetal. Principalmente de los árboles aislados que sirven de sombreadero para el ganado y la vegetación secundaria de selva baja caducifolia e interparcelaria, con la consecuencia pérdida de hábitats para la fauna silvestre. De la misma manera que en los dos impactos residuales anteriores, este impacto residual permanecerá en el área del Proyecto durante la vida útil del mismo, toda vez que no es conveniente el desarrollo de vegetación arbórea dentro del área del Proyecto que interfiera con la operación del mismo; no obstante, podrá mitigarse y/o compensarse con el programa de reforestación que se implemente y ejecute. El impacto del desmonte de la vegetación arbórea que actualmente limita las parcelas sería residual.
4. Afectación temporal en los patrones de distribución de la fauna en el área del Proyecto. Entre los efectos que suelen producirse por el cambio de uso de suelo podemos hacer énfasis a la afectación a individuos de especies de fauna silvestre; estos impactos se dan

a causa de la pérdida de cobertura vegetal por las acciones de desmonte y despalme, ya que, al haber una pérdida de hábitats, las especies que utilizaban esta zona como refugio, alimentación, percheo o área de reproducción, etc. Además de lo anterior, el ingreso o presencia de personas en el sitio, así como el movimiento y ruido de vehículos y maquinaria provocarán que las especies de fauna presentes en el sitio se desplacen hacia áreas menos perturbadas o mejor conservadas y en donde no se lleven a cabo las obras y actividades del Proyecto. No obstante que algunas especies podrán regresar al sitio una vez que concluyan las actividades de preparación y construcción del Proyecto, difícilmente se tendrá la riqueza y diversidad faunística en el área del Proyecto durante su etapa operativa, dado que las condiciones ambientales del sitio serán muy distintas a las actuales.

5. Modificaciones en las propiedades físicas del suelo. Principalmente por compactación y disminución en la capacidad de infiltración, durante la preparación del sitio y por las cimentaciones de la infraestructura del Proyecto. Se prevé este impacto como residual, debido a que no hay una medida de mitigación que evite la modificación de los coeficientes de infiltración, así como la reducción de la capacidad de almacenamiento de humedad en el suelo, con lo cual se prevé exista una infiltración diferente en el sitio del Proyecto y una ligera disminución en la recarga al acuífero; sin embargo, si una vez que concluya la vida útil del Proyecto son realizadas las actividades de restauración del sitio no se consideraría entonces como impacto residual, ya que éste puede alcanzar en un corto plazo, sus características de origen.
6. Modificaciones en la calidad visual del paisaje. Por la alteración del fondo escénico del área de establecimiento del Proyecto. Otro impacto que se identificó como residual, no obstante, la subjetividad del mismo, es el impacto que tendrá el Proyecto sobre la calidad del paisaje. Tomando en cuenta que el paisaje es la parte perceptible de los ecosistemas, resultado de un sin número de relaciones entre los elementos bióticos, abióticos y socioeconómicos, este concepto resulta ser un indicador importante que refleja todos los acontecimientos o procesos que han ocurrido y están ocurriendo en una región determinada. No obstante que la valoración y análisis del paisaje, realizada en el capítulo IV, resultó ser baja a media, es importante implementar un programa de reforestación en la periferia del área del Proyecto con especies nativas o comunes de la región, a sabiendas que esta medida de mitigación sólo aminora en un bajo porcentaje el impacto visual que generarán las instalaciones del Proyecto, durante la fase constructiva como operativa.

Es conveniente señalar que la duración de estos impactos residuales identificados podría ser mucho mayor, en función de que al término del plazo de vida útil se decida sustituir o reemplazar los componentes del Proyecto con nuevas tecnologías fotovoltaicas, y con ello continuar utilizando la misma infraestructura ya instalada. Para esto, se realizarán los trámites pertinentes ante la SEMARNAT.

Cabe mencionar que cada impacto residual, presenta efectos sobre los elementos del ambiente, dependiendo en gran medida de las acciones que le dan origen. El proceso de selección de los impactos residuales ha considerado las interacciones adversas que, al aplicar una medida de mitigación, su impacto residual recae en la categoría de significativo o medianamente significativo, descartando aquellas interacciones en las cuales el impacto residual se convierte en irrelevante.

V.5. Impactos acumulativos

Un impacto ambiental acumulativo es el aquél que resulta de la suma de los impactos de acciones particulares, ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente. Tomando en cuenta que el análisis de los impactos ambientales debe basarse en la determinación de las desviaciones de "línea base o cero", los posibles cambios identificados en el ambiente que pueden tener un efecto aditivo o acumulativo en aquellos que actualmente se están generando o que ocurrieron como resultado de otras actividades humanas en la región, son los siguientes.

1. Generación de residuos (peligrosos, de manejo especial y sólidos urbanos). Toda central fotovoltaica, independientemente de la tecnología implementada, debe considerar el manejo y almacenamiento de todos los residuos que se generen, tanto sólidos urbanos y de manejo especial, como también la generación de residuos peligrosos asociados, tales como aceites y grasas, materiales impregnados con aceites y grasas, solventes usados, baterías y pinturas, entre otros. En las tres etapas del Proyecto se generarán diversos tipos de residuos, los cuales deberán ser manejados conforme lo establece la normativa ambiental vigente; no obstante, su generación se acumulará a los residuos que actualmente se generan en la región.
2. Impacto visual en la calidad del paisaje del área del Proyecto. Si bien la calidad paisajística del predio donde se construirá el proyecto Tamuín 1 se determinó de baja a media, el establecimiento de toda la infraestructura de la central se sumará a la existente (localidades, carreteras, caminos, vías férreas y líneas eléctricas, entre otra) para cambiar un paisaje de pastizales a uno paisaje con infraestructura eléctrica.
3. Generación temporal de ruido durante la fase constructiva del Proyecto. Este aspecto ambiental se presentará principalmente durante la primera etapa del Proyecto (preparación del sitio y construcción), debido a la intensidad de obras a ejecutar y a los diferentes frentes de trabajo, en el cual el uso de maquinaria y equipo tendrá un uso casi continuo durante la preparación del sitio y en menor grado en la fase constructiva. Por lo anterior, aunque sea de manera puntual o local, esta actividad tendrá un efecto acumulativo; independientemente de las medidas preventivas y/o correctivas que se implementen.

V.6. Delimitación del área de influencia

Desde el punto de vista ambiental el área de influencia del Proyecto es en esencia la misma superficie que el área del Proyecto, tomando en cuenta las siguientes consideraciones:

1. Emisiones a la atmósfera. Durante la fase operativa del Proyecto no se genera emisiones; sólo en la etapa constructiva del Proyecto se generan emisiones de humos y polvos que se producen por el uso y movimiento de la maquinaria y vehículos, cuyo impacto ambiental es puntual, básicamente sobre la misma área del Proyecto.
2. Aguas residuales. Para este tipo de Proyectos, tanto en las etapas de preparación del sitio y construcción, como de operación no se generan aguas residuales.

3. Ruido. Con respecto a las emisiones de ruido, éstas se producen únicamente en la etapa de preparación del sitio y construcción de manera muy local, por el uso y movimiento de maquinaria y vehículos. En la etapa de operación no se generan emisiones de ruido.
4. Requerimientos de agua. Para la operación del Proyecto, no se requiere de volúmenes de agua para su proceso, por tal motivo, no interferirá con el acuífero Tamuín. El consumo de agua que se requiere es muy bajo, sólo se utiliza para la limpieza de los paneles solares.
5. Uso de suelo. El impacto ambiental producido por la construcción del Proyecto sobre el uso de suelo será puntual; es decir, no se extiende más allá de los límites de los polígonos del Proyecto.
6. Impacto visual. Para este tipo de Proyectos el impacto visual suele ser uno de los impactos más relevantes, dependiendo de la ubicación del Proyecto y de su topografía. Para el caso específico de este Proyecto, éste se localiza en un sitio relativamente plano y alejado de grandes localidades y vías de comunicación importantes (carreteras, autopistas, vías férreas). Los polígonos del Proyecto están ubicados a un costado de caminos de terracería, los cuales comunican con pequeños poblados de la región (Nuevo Aquismón, División del Norte y Generales), cuya población de estas localidades que no rebasan los 1500 habitantes, además de ser poco transitadas.
7. Fauna. Si bien el impacto sobre la fauna ocurrirá durante la etapa de preparación del sitio y construcción, este impacto adverso sólo se circunscribe en el área del Proyecto y probablemente en las áreas adyacentes de manera temporal; que al término de esta etapa gran parte de la fauna retornará a las mismas.

Por lo anterior, desde la perspectiva ambiental, el área de influencia del Proyecto está básicamente circunscrita al área del Proyecto.

V.7 Conclusiones

Los Proyectos fotovoltaicos son quizás los más benignos de todos los tipos de Proyectos de energía renovable desde el punto de vista ambiental. Los impactos asociados con este tipo de Proyectos son específicos a cada sitio, pero en general están relacionados con la extensa superficie que por lo regular ocupan y que implican un cambio de uso de suelo; y por otra parte, con el impacto visual de toda su infraestructura en el paisaje, principalmente; sin dejar de considerar la generación de residuos que conlleva la construcción de un Proyecto de estas características, que por lo general se limitan a residuos sólidos urbanos y de manejo especial, y en menor proporción a residuos peligrosos (grasas y aceites, principalmente), así como la disposición adecuada de los paneles solares al término de su vida útil y la disposición de las baterías en sustitución, cuando un Proyecto no está interconectado con la red.

El sitio del Proyecto, así como el sistema ambiental regional presentan un alto grado de perturbación por las actividades pecuarias, producto de la rotación de terrenos para la actividad ganadera (ganado vacuno); lo cual implica que en una parte de los ranchos ganaderos existen terrenos con pastizales (áreas en las que se tiene al ganado), mientras que otras superficies temporalmente no se usan, dejándolas "en descanso", por lo que en estos terrenos se establece una cubierta de vegetación secundaria a la cual localmente se le llama acahual o monte.

Con base en la evaluación y el análisis de los impactos identificados en los apartados anteriores, la mayoría de los impactos adversos al ambiente se presentarán durante la etapa de preparación del sitio y construcción, alrededor del 78.33% (47 de las 60 interacciones adversas identificadas para el Proyecto), corresponden a esta etapa (ver tabla V.20); pero, casi la totalidad de estas interacciones tuvieron una significancia de baja a moderada.

El impacto ambiental ejercido sobre los factores bióticos y abióticos se ha estimado como no relevante, aplicando actividades que podrán amortiguar cualquier impacto negativo. El enfoque del Proyecto concibe mantener la integridad de los ecosistemas presentes en el medio natural, preservando las condiciones que permitan la movilidad y la viabilidad de las especies. El sitio donde se pretende realizar este Proyecto no se encuentra dentro de algún área natural protegida, tanto de carácter federal como estatal. Con relación a la flora y fauna del sitio se prevén programas de protección, que implican programas de rescate o ahuyentamiento para la fauna, y en su caso, la reubicación de especies florísticas. Estos programas comprenderán tanto especies listadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, como aquellas especies que representen interés o importancia biológica.

Desde la perspectiva de los benéficos del Proyecto, se tienen las siguientes consideraciones:

Los Proyectos fotovoltaicos tienen grandes ventajas medioambientales y sociales, toda vez que la energía solar es inagotable (no hay límite de suministro), es segura (sin riesgos ni dependencias geopolíticas), sin contaminación (no tiene emisiones de gases a la atmósfera, no emiten ruido, ni liberación de energía calorífica), así como tampoco tienen descargas de aguas residuales; por otro lado, no requieren de abastecimiento de agua para su proceso y la generación de residuos durante su operación es muy baja con relación a otros Proyectos de generación de energía.

Por otra parte, la generación de energía eléctrica fotovoltaica evita la emisión de CO₂, ya que no se utilizan combustibles fósiles, por lo que este tipo de Proyectos son considerados como una tecnología de generación de energía limpia y amigable con el ambiente. En este sentido, estos Proyectos contribuyen en gran medida a la mitigación del cambio climático y del calentamiento global, toda vez que no presentan emisiones de gases de efecto de invernadero (GEI) y comparando los índices de emisión de kg de CO₂/MWh de las centrales eléctricas en México, el desarrollo de este Proyecto evitaría emitir a la atmósfera alrededor de 363 154 toneladas de CO₂ anualmente que produciría una central termoeléctrica convencional que generara anualmente 484 012 MWh, cifra de producción anual estimada para este Proyecto.

En conclusión, la implementación del proyecto Tamuín 1 es factible, tomando en cuenta que se ha diseñado para cumplir con los lineamientos en materia ambiental y que sus procedimientos constructivos y operativos están planteados con un enfoque preventivo y de mitigación, que hacen factible aseverar que el Proyecto no pondrá en riesgo la estructura y función de los ecosistemas descritos en el SAR, así como tampoco generará desequilibrios ecológicos, daños a la salud pública o afectaciones a los ecosistemas; toda vez que la mayoría de los impactos adversos identificados con significancia media y alta son prevenibles o mitigables aplicando las medidas propuestas.

VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR)

En este capítulo se describen las medidas de prevención, mitigación y compensación que se relacionan directamente con los impactos ambientales identificados, evaluados y descritos en el capítulo V del presente estudio, y que se aplicarían en las diferentes etapas del proyecto Tamuín I.

Tomando en consideración que toda actividad humana tiene el riesgo de presentar un impacto, el cual puede ser negativo o positivo en mayor o menor grado, el propósito del presente capítulo es señalar las medidas necesarias para prevenir, mitigar, controlar, corregir y/o compensar todos aquellos impactos ambientales que serían generados por las actividades de este Proyecto.

Una medida de mitigación se considera como el conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar o mitigar el impacto ambiental adverso y, en su caso, restablecer o resarcir las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causará con la realización de un Proyecto en cualquiera de sus etapas.

Con la finalidad de precisar las acciones de prevención y mitigación propuestas, es conveniente definir y clasificar las medidas de acuerdo con el objetivo y el alcance que se persigue con su aplicación; en este sentido se han clasificado de la siguiente manera:

- **Medidas de prevención:** son aquellas encaminadas a impedir que un impacto ambiental se presente. Entre ellas se encuentran las actividades de mantenimiento, planes y programas de emergencia y algunas otras medidas encaminadas al mismo fin. Se consideran las más importantes porque tienen como finalidad anticiparse a las posibles modificaciones que pudieran registrarse en la realización del Proyecto. En éstas se incluyen las consideraciones ambientales aplicadas en el diseño del Proyecto, así como en su construcción y operación, a fin de evitar posibles impactos, con la premisa de que siempre es mejor no producir impactos que remediarlos.
- **Medidas de mitigación:** es el conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar los impactos y restablecer las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un Proyecto en cualquiera de sus etapas.
- **Medidas de compensación:** conjunto de acciones para contrarrestar el daño causado por un impacto al ecosistema. Por lo general, los impactos ambientales que requieren compensación son en su gran mayoría irreversibles o residuales. Algunas de las actividades que se incluyen en este tipo de medidas son la repoblación vegetal, la inversión en obras de beneficio al ambiente y a la sociedad, la reforestación en sitios seleccionados por la autoridad, e incluso pago o indemnizaciones.

De acuerdo con lo establecido en el capítulo V de este documento, los impactos ambientales residuales que se identificaron para este Proyecto, al menos durante la vida útil del mismo, son los siguientes:

- a) El cambio de uso de suelo pecuario por la construcción del proyecto Tamuín 1, así como de sus obras provisionales y asociadas, lo que implica directamente una reducción de la superficie pecuaria en el SAR;
- b) Las alteraciones en las propiedades físicas del suelo (compactación, infiltración) por las cimentaciones de la infraestructura del Proyecto;
- c) La pérdida de cobertura vegetal, principalmente de la vegetación secundaria de selva baja caducifolia y árboles aislados que sirven de sombreado, así como de vegetación interparcelaria, con la consecuentemente pérdida de hábitats para la fauna silvestre;
- d) Afectación temporal en los patrones de distribución de la fauna; y
- e) El impacto visual en la calidad del paisaje por la alteración del fondo escénico del área de establecimiento del Proyecto.

Por otra parte, para la construcción y operación de este Proyecto se identificaron los siguientes impactos acumulativos:

- a) La generación de residuos, con la potencial afectación al suelo y agua;
- b) La generación temporal de ruido, durante la fase constructiva del Proyecto; y
- c) El impacto visual en la calidad paisajística del predio donde se construirá la central fotovoltaica; y
- d) El cambio de uso de suelo pecuario por la construcción del Proyecto.

Con base en lo anterior, en este capítulo se proponen las medidas o estrategias a realizar por para prevenir, mitigar, restaurar y/o compensar los impactos ambientales que serán generados por la realización del Proyecto, sin que las medidas propuestas sean limitativas solo a este tipo de impactos (residuales o acumulativos).

VI.1 Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental

En este apartado se describen las diferentes medidas de mitigación de los impactos ambientales identificados para el Proyecto. Las medidas propuestas no son únicamente para mitigar impactos ambientales adversos más significativos del Proyecto, sino que son aplicable también a impactos valorados como de baja o moderada significancia, pero que aún pueden ser minimizados y que mejorarían el desempeño ambiental del Proyecto.

A continuación, se describen las medidas de mitigación propuestas, tomando en cuenta el o los componentes ambientales que serían afectados, indicando la obra o actividad que ocasionaría el impacto, el tipo de medida, así como la descripción y duración de la misma, además de otros aspectos relevantes a considerar para su implementación. En las tablas VI.1 a VI.5 se presenta la descripción del impacto ambiental y las medidas de mitigación por componente detectado por el desarrollo del Proyecto.

Tabla VI.1 Calidad del aire

Componente ambiental:	Calidad del aire
Impacto al que va dirigida la medida de mitigación:	Emisiones a la atmósfera de gases de combustión de vehículos de gasolina y diésel, generación de partículas suspendidas (polvos).
Actividades generadoras del impacto:	Desmante y despalme; nivelación y compactación; instalación de obras provisionales y definitivas; excavación y zanjeado; construcción de obras civiles; transporte de insumos, materiales y personal; y desmantelamiento de obras provisionales; entre otras actividades.
Tipos de medidas:	De prevención y mitigación.
Descripción del impacto:	La calidad del aire se verá afectada temporalmente por la emisión de gases de combustión por el uso de maquinaria y movimiento de vehículos; así como por las partículas de polvo generadas por el movimiento de tierras, el uso de maquinaria y vehículos empleados en la preparación del sitio y construcción.
<p>Descripción de la medida: Para prevenir y mitigar estos efectos se tienen contempladas las siguientes acciones:</p> <p>1) Para las <u>emisiones de gases de combustión</u> Para atenuar la afectación a la calidad del aire por la emisión de gases contaminantes provenientes del escape de maquinaria y equipos empleados se establecerán las siguientes medidas:</p> <p>a) La maquinaria, equipo y vehículos empleados por el contratista deberán cumplir con un programa de mantenimiento periódico, de acuerdo con las recomendaciones del fabricante, el cual deberá ser registrado en una bitácora;</p> <p>b) Los vehículos automotores y camiones pesados deberán apegarse a los límites máximos permisibles de emisión establecidos en los programas federales, estatales y/o municipales, y en su caso, de verificación vehicular;</p> <p>c) El vehículo o maquinaria que ostensiblemente emita gases de combustión, será retirado del sitio del Proyecto y se enviará a mantenimiento aún y cuando no le corresponda su fecha programada de mantenimiento.</p> <p>d) Las emisiones deberán estar por debajo de los límites establecidos en las siguientes normas oficiales mexicanas aplicables:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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-045-SEMARNAT-2006. Protección ambiental. Vehículos en circulación que usan diésel como combustible. Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición. <p>e) En el Programa de Vigilancia Ambiental, descrito en el apartado VI.3, se describe el Programa de mantenimiento de vehículos, equipo y maquinaria que se propone para prevenir y mitigar este impacto ambiental.</p> <p>2) Para la <u>dispersión de polvos fugitivos</u></p> <p>f) Para evitar la dispersión de polvos fugitivos, se deberán cubrir con lonas las cajas de los camiones que transporten material terrígeno o pétreo hacia el sitio de obra o lo saquen del mismo;</p> <p>g) Se deberán humectar periódicamente los caminos mediante pipas cisternas, de tal forma que se evite en lo posible el levantamiento de polvo por el tránsito de vehículos y maquinaria;</p> <p>h) Los montículos de tierra que se formen durante las excavaciones en el predio, deberán ser humedecidos o cubiertos con lonas para evitar que los vientos produzcan el levantamiento de polvos y partículas;</p> <p>i) Dentro del área del Proyecto, todos los vehículos automotores deberán circular a baja velocidad (20 km/h máximo).</p>	

Duración de la actividad:	Durante la etapa de preparación del sitio y construcción (24 meses).
----------------------------------	--

Tabla VI.2 Ruido

Componente ambiental:	Ruido
Impacto al que va dirigida la medida de mitigación:	Incremento en el nivel sonoro de fondo que puede rebasar los límites máximos permisibles de la normativa aplicable
Actividades generadoras del impacto:	Desmante y despalme; nivelación y compactación; instalación de obras provisionales y definitivas; excavación y zanjeado; cimentación e instalación de las estructuras de soporte; transporte de insumos, materiales y personal; desmantelamiento de obras provisionales, entre otras actividades.
Tipos de medidas:	Prevención y mitigación.
Descripción del impacto:	El uso de la maquinaria, equipos y vehículos para el desarrollo de las actividades señaladas anteriormente incrementarán temporalmente de forma continua los niveles sonoros a nivel local.
<p>Descripción de la medida:</p> <p>a) Se deberán realizar mediciones periódicas de los niveles de ruido durante la etapa de preparación del sitio y construcción, en el perímetro del predio del Proyecto, para verificar el cumplimiento de los niveles de ruido establecidos en la NOM-080-SEMARNAT-1994, 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.</p> <p>b) Para lo anterior, durante la etapa de preparación del sitio y construcción del Proyecto se realizarán revisiones periódicas para verificar que el ruido de la maquinaria y los vehículos automotores esté por debajo de los valores establecidos en dicha Norma Oficial Mexicana.</p> <p>c) La maquinaria, equipo y vehículos automotores que se empleen en el Proyecto en esta etapa, deberán cumplir con el Programa de mantenimiento de vehículos, equipo y maquinaria (descrito en el apartado siguiente) y de verificación, de acuerdo con las especificaciones del fabricante de vehículo y la normatividad establecida, para evitar el consumo excesivo de combustible y emisiones a la atmósfera.</p> <p>d) Todos los vehículos automotores deberán circular con el escape cerrado y a baja velocidad (20 km/h máximo) dentro de los polígonos del área del Proyecto.</p> <p>e) Apagar los motores de combustión interna cuando los equipos o vehículos no estén en uso; asimismo, apagar los motores de camiones u otros vehículos cuando los tiempos de espera para cargar o descargar materiales sea mayor a 5 minutos.</p> <p>f) En el ámbito laboral, se deberán acatar las disposiciones marcadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-011-STPS-2001, que establece las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genera ruido. De ser el caso, se proveerá de protectores auditivos al personal que esté potencialmente expuesto a niveles de ruido por encima del valor normado.</p> <p>Las medidas mencionadas están enfocadas a prevenir y mitigar los efectos adversos ocasionados por la emisión de ruido, así como los daños potenciales al personal expuesto al ruido en la etapa de preparación del sitio y construcción del Proyecto, realizando mediciones periódicamente para verificar que los niveles estén por debajo de los valores normados.</p>	
Duración de la actividad:	Durante la etapa de preparación del sitio y construcción (24 meses).

Tabla VI.3 Características fisicoquímicas del suelo

Componente ambiental:	Características fisicoquímicas del suelo
Impacto al que va dirigida la medida de mitigación:	Contaminación del suelo por la generación de residuos, por derrames accidentales de hidrocarburos, solventes u otros tipos de residuos; modificaciones de las propiedades físicas del suelo por el despalme, nivelación y compactación, que disminuyan la capacidad de filtración del terreno.
Actividades generadoras del impacto:	Desmante y despalme; nivelación y compactación; generación de residuos (peligrosos, de manejo especial y sólidos urbanos) y de aguas residuales y sanitarias; entre otras actividades.
Tipos de medidas:	Prevención y mitigación.
Descripción del impacto:	Producto del movimiento de tierras por el despalme, nivelación y compactación, habrá modificación del suelo con respecto a sus propiedades físicas, que influirán directamente en la capacidad de infiltración y retención de humedad del suelo. La generación de residuos y aguas residuales durante esta etapa podría afectar las características fisicoquímicas del suelo si no se tiene un adecuado manejo de los mismos.
Descripción de la medida:	<p>a) Con la finalidad de evitar la contaminación de suelo por fugas y derrames accidentales de grasas, aceites y lubricantes de los vehículos y maquinaria durante la etapa de preparación del sitio y construcción de las obras, las actividades de cambios de aceite de la maquinaria y equipo se deberán ejecutar en sitios con cubierta asfáltica, considerando el uso de recipientes para colectar las grasas o aceites gastados, además de cubrir las superficies provisionalmente con algún material (lona) impermeable, o en su defecto, realizar los mantenimientos en áreas fuera del predio del Proyecto, en talleres establecidos.</p> <p>b) Durante la etapa de preparación del sitio y construcción del Proyecto se contará con un área específica para almacenar residuos de manejo especial (no peligrosos) como:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Residuos de materiales de construcción, dentro de los que se incluyen cascajo y escombros generados por el proceso de edificación. Estos se desmenuzarán y se transportarán y depositarán en un sitio próximo al sitio de Proyecto, cumpliendo con los requerimientos ambientales vigentes, previa autorización de las autoridades municipales, considerando un plan de manejo conforme la Norma Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011¹. • Materiales metálicos, tales como pedacería de alambre, varilla, alambre recocido, etc. Estos materiales serán almacenados temporalmente por el constructor para su reciclaje. <p>c) Se contará con un almacén temporal de residuos peligrosos dentro del predio del Proyecto, que deberá cumplir con lo indicado en el artículo 82 del Reglamento de la LGPGIR. Este almacén alojará temporalmente residuos como los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estopas impregnadas con grasa y soluciones limpiadoras generadas durante el mantenimiento de equipo pesado y vehículos automotores, que se almacenarán temporalmente en recipientes y sitios específicos para su disposición controlada o incineración por empresas autorizadas.

¹ NOM-161-SEMARNAT-2011, que establece los criterios para clasificar a los residuos de manejo especial y determinar cuáles están sujetos a plan de manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo.

- Baterías automotrices generadas durante la etapa de mantenimiento de equipo pesado y vehículos automotores, que serán almacenadas en recipientes y sitios específicos para su reciclaje a través de los distribuidores de los mismos.

Tabla VI.3 Cont. Características fisicoquímicas del suelo

Descripción de la medida:

- Aceites lubricantes gastados producto del mantenimiento de equipo pesado y vehículos automotores, que se reciclarán a través de una empresa especializada.
- d) El manejo y almacenamiento de los residuos peligrosos en la etapa de preparación del sitio y construcción se deberá realizar conforme lo estipulado en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), su Reglamento, así como en las siguientes normas oficiales mexicanas:
- NOM-052-SEMARNAT-2005. Que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un 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 NOM-052-SEMARNAT-2005.
- e) Las áreas donde se manejen aceites deben estar impermeabilizadas y contar con trincheras y fosas colectoras de derrames a fin de evitar la contaminación del suelo.
- f) En el caso de que hubiese derrames accidentales de hidrocarburos u otras sustancias al suelo, se establecerán las acciones necesarias de remediación para dar cumplimiento con lo establecido en las siguientes normas oficiales mexicanas:
- NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, que establece los límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación.
- g) Por otra parte, en el caso de las aguas residuales que se generarán en la etapa de preparación del sitio y construcción del Proyecto, todas las instalaciones provisionales (oficinas, talleres, comedores, casetas de vigilancia, etc.) tendrán servicios sanitarios adecuadamente acondicionados. En los frentes de obra se instalarán sanitarios portátiles (1 por cada 12 trabajadores), con servicio de limpieza cada 24 horas. Para el manejo y disposición de los residuos sanitarios que se generen se contratará a una empresa autorizada para este servicio.

En general, las medidas mencionadas están enfocadas a prevenir y mitigar la contaminación del suelo en la etapa de preparación del sitio y construcción del Proyecto. La preparación y asignación de sitios específicos para la realización de las actividades de mantenimiento de la maquinaria y equipo, así como para el almacenamiento temporal de residuos peligrosos, sólidos urbanos y de manejo especial, está considerada como parte de las actividades que deberá realizar el encargado de la ejecución del Proyecto.

Una parte del **Programa de restauración de suelos** (descrito en el apartado siguiente) será aplicable en el caso de derrames accidentales de grasas, aceites o sustancias químicas al suelo, aplicando los procesos de remediación que permitan que los contaminantes estén por debajo de los límites máximos permisibles de contaminantes establecidos en la norma oficial mexicana ante mencionada, antes del término de la etapa de preparación del sitio y construcción.

Se espera que con la aplicación de estas medidas se evite la contaminación del suelo; en su caso, se corrija inmediatamente conforme a las normas oficiales mexicanas referidas. No se requiere mantenimiento adicional para la implementación de esta medida de mitigación.

Duración de la actividad:	Durante la etapa de preparación del sitio y construcción (24 meses).
----------------------------------	--

Tabla VI.4 Hábitat / distribución y abundancia de la fauna

Componentes ambientales:	Hábitat / distribución y abundancia de la fauna
Impacto al que va dirigida la medida de mitigación:	Pérdida de cobertura vegetal y de hábitats para la fauna por las actividades de desmonte y despalme, así como por diversas obras y actividades a desarrollar, así como la presencia de trabajadores.
Actividades generadoras del impacto:	Desmonte y despalme; cercado perimetral, cimentación e instalación de estructuras de soporte y de componentes fotovoltaicos; así como la construcción de obras civiles de la etapa de preparación del sitio y construcción provocará desplazamiento de fauna a sitios menos perturbados.
Tipos de medidas:	Prevención, mitigación y compensación.
Descripción del impacto:	El desmonte y despalme del predio del Proyecto conllevará a la pérdida de cobertura vegetal y de hábitats para la fauna silvestre local; por lo que se considera necesaria la aplicación de medidas de prevención, mitigación y compensación que tendrían a su vez, un impacto favorable, tanto en el aspecto paisajístico como generación y conservación de hábitats para la fauna silvestre.
Descripción de la medida:	<p>a) El desmonte y despalme se llevará exclusivamente en aquellas áreas en donde se pretenda ubicar los componentes del Proyecto, ya sea de manera permanente o temporal, o bien desarrollar las obras y/o actividades de construcción.</p> <p>b) Lo anterior, permitirá dejar parte de los individuos arbóreos en el predio como áreas verdes del Proyecto.</p> <p>c) Con relación al material resultante de la remoción de la vegetación (la cual se triturará) y el despalme, éstos se colocarán en lugares adyacentes para su posterior utilización en la restauración de las áreas afectadas durante la preparación del sitio y construcción (p.e. en el área destinada para la instalación de las obras provisionales).</p> <p>d) Por otra parte, en el Programa de reforestación propuesto en el Apartado VI.2, se propone la plantación de una barrera de árboles de la región en el perímetro de los tres polígonos que integran el área del Proyecto, en una franja de 2 m, respetando aquellos individuos arbóreos y arbustivos (vegetación interparcelaria) que se encuentren sobre la misma, con dos finalidades: por un lado, atenuar el impacto en la calidad del paisaje por la construcción de la central; y, por otra parte, crear hábitats para promover el retorno de la fauna de la región que fue desplazada durante la construcción de este Proyecto.</p> <p>e) La circulación de los vehículos automotores y de la maquinaria en general será a velocidades moderadas y sólo por los caminos establecidos.</p> <p>f) Para el caso de la fauna silvestre, el Proyecto no generará impactos relevantes en las especies de fauna silvestre registradas en el SAR; no obstante, se considera necesario aplicar algunas medidas de prevención y mitigación a fin de evitar daños potenciales a la fauna en el predio del Proyecto.</p> <p>g) Como medida de mitigación, se ha considerado llevar a cabo un Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre, con el propósito de minimizar el impacto ambiental que ocasionarán de las actividades del Proyecto, principalmente por el desmonte y despalme, sobre las especies de reptiles, anfibios, mamíferos y aves que actualmente se desarrollan en el área del Proyecto, y de proteger y conservar las especies de fauna incluidas en alguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como aquellas especies que por su lento desplazamiento permanezcan en el sitio aún después de las actividades de ahuyentamiento.</p>

Tabla VI.4 Hábitat / distribución y abundancia de la fauna

<p>h) Asimismo, se implementará un Programa de difusión y capacitación ambiental, dirigido a todo el personal en donde principalmente se enfocará a la concientización ambiental sobre la protección de la fauna y flora silvestre, la prevención de la contaminación de suelos con residuos sólidos e hidrocarburos, el orden y limpieza de las áreas de trabajo, y al manejo adecuado de los residuos, entre otros aspectos.</p> <p>i) Difundir en el personal que labora en la preparación del sitio y construcción del Proyecto, la necesidad de cuidar y proteger los ejemplares de anfibios, reptiles y mamíferos que se llegasen a encontrar en el predio, así como de nidos de aves que se encuentren, con la finalidad de que se haga conciencia de la importancia de la conservación de las especies.</p> <p>Las medidas propuestas están enfocadas a prevenir daños a la fauna silvestre presente en el área de Proyecto. Por la naturaleza de las medidas, no se requiere el desarrollo de obras o actividades especiales para su aplicación y se espera que atenúen en cierta medida la afectación al medio biótico</p>	
<p>Duración de la actividad:</p>	<p>Durante la etapa de preparación del sitio y construcción (24 meses).</p>

Tabla VI.5 Calidad del paisaje

Componente ambiental:	Calidad del paisaje
Impacto al que va dirigida la medida de mitigación:	La construcción del proyecto Tamuín 1 ocasionará un impacto visual con en una gran extensión del SAR definido para este Proyecto, por la instalación de una gran cantidad de paneles fotovoltaicos y demás infraestructura del Proyecto.
Actividades generadoras del impacto:	El desmonte y despalme, así como la construcción del cercado perimetral, la instalación de paneles fotovoltaicos, instalación de obras provisionales, edificaciones y obras civiles del Proyecto, entre otras obras del Proyecto.
Tipo de medida:	Mitigación y compensación
Descripción del impacto:	La calidad del paisaje en el entorno del predio de este Proyecto fue tipificada en el Capítulo IV como baja; no obstante, con la construcción del Proyecto este paisaje pecuario se verá afectado por la intrusión de elementos ajenos al mismo.
Descripción de la medida:	<p>a) Se elaborará e implementará un programa de reforestación con especies de la región en una franja de 2 metros en el perímetro del predio del Proyecto, con la finalidad de crear barreras de amortiguamiento del impacto visual; para ello:</p> <p>b) Se implementarán obras de mantenimiento y actividades fertilización, fumigación para el control de plagas, podas, cajeteo, riegos de auxilio, etc., necesarias para el establecimiento de la reforestación, a fin de asegurar el 80% de sobrevivencia, durante tres años considerando que se puede replantar con nuevos ejemplares si no se llegara a la meta. Se establecerán los mecanismos de control que permitan la evaluación y seguimiento de los trabajos de reforestación, por un mínimo de tres años.</p> <p>c) Preferentemente, se incorporará en el programa especies arbóreas comunes de la región, adaptadas a las condiciones ambientales del sitio, con poco requerimiento de agua, a fin de evitar darle mantenimiento constante en períodos de sequía.</p> <p>d) La capa de suelo orgánico removido durante las actividades de desmonte y despalme, se reutilizará en las destinadas para la reforestación.</p> <p>e) En general durante las actividades de preparación del sitio y construcción se procurará no desmontar áreas innecesarias para el desarrollo de las obras del Proyecto.</p> <p>Las medidas mencionadas están enfocadas a mitigar los efectos adversos ocasionados en el paisaje por la construcción del Proyecto; asimismo, tiene como objetivo compensar la pérdida de cobertura vegetal que existe. Entre las especies que se distribuyen en el área del Proyecto se encuentran son: <i>Piscidia piscipula</i>, <i>Parmentiera aculeata</i>, <i>Prosopis laevigata</i>, <i>Ebenopsis ebano</i>, <i>Tabebuia rosea</i>, <i>Zanthoxylum fagara</i>, <i>Bursera simaruba</i> y <i>Randia obcordata</i>. Asimismo, en los márgenes de algunos arroyos intermitentes y aguajes se distribuyen individuos de especies secundarias, entre otras, <i>Acacia cornígera</i>, <i>Guazuma ulmifolia</i>, <i>Pithecellobium dulce</i>, <i>Acacia unijuga</i> y <i>Sabal mexicana</i>, que semejan una vegetación de galería. Este tipo de vegetación agrupa a un conjunto algo heterogéneo de bosques cuyo común denominador es su altura reducida, de 5 a 12 m; de igual forma hay algunas plantas arbustivas consideradas como especies indicadoras de disturbio, y que sirven de hábitat para la fauna de la región; así como para conformar una barrera verde que mitigue el impacto visual del Proyecto.</p> <p>Se espera que con la aplicación de estas medidas propuestas se reduzca el impacto visual y se compense la pérdida de cobertura vegetal y el retorno de la fauna en las zonas destinadas para ello con la creación de nuevos hábitats.</p>
Duración de la actividad:	Durante la vida útil del Proyecto (operación y mantenimiento).

VI.2 Programa de vigilancia ambiental

El Programa de vigilancia ambiental (PVA) se aplicará durante todas las etapas del Proyecto y se constituye como una herramienta de planeación para establecer las directrices y procedimientos que deben ser adoptados por el promovente y contratistas como una forma de prevenir, mitigar y compensar los impactos ambientales que se generarán sobre los componentes ambientales por la realización de las obras y actividades que comprende el Proyecto.

Por lo anterior, el programa propuesto es presentado como una síntesis de las actividades que generarán impactos sobre los componentes ambientales; las respuestas o acciones a implementar (medidas de mitigación, prevención o compensación) con sus respectivos indicadores de seguimiento, que servirán para determinar si las acciones han sido y son las adecuadas; así como la periodicidad de seguimiento .

Objetivo. Este programa de vigilancia ambiental tiene como objetivo fundamental establecer un sistema que garantice el cumplimiento de las acciones y medidas de mitigación incluidas en el presente documento y facilitar la supervisión y evaluación de las mismas.

Con base en lo anterior, tiene los siguientes objetivos específicos:

- Mantener la conservación del entorno ambiental en las distintas etapas del Proyecto en la mejor manera posible;
- Verificar la ejecución y eficacia de las medidas de prevención, mitigación o compensación que se implementen para contrarrestar los impactos adversos causados por las actividades del Proyecto sobre los factores y componentes ambientales, según fueron identificados y evaluados en el capítulo V.
- Detectar oportunamente los impactos no previstos para implementar las medidas adicionales, así como alteraciones no previstas anteriormente.
- Verificar el cumplimiento de la normativa ambiental que le aplica, así como el cumplimiento de los términos y condicionantes que se establezcan en la resolución ambiental que se emita para este Proyecto.
- El Programa de Vigilancia Ambiental se ejecutará previo a las etapas del Proyecto y durante el desarrollo de las mismas; está constituido por los programas que se listan a continuación:
 1. Programa de rescate y reubicación de flora
 2. Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre
 3. Programa de mantenimiento de vehículos, equipo y maquinaria
 4. Programa de manejo de residuos
 5. Programa de reforestación
 6. Programa de restauración del suelo y restitución de la vegetación
 7. Programa de difusión y capacitación ambiental

VI.2.1. Programa de rescate y reubicación de flora

Tal y como se indicó en el capítulo anterior, la etapa más crítica para la vegetación será la de etapa de preparación del sitio, debido a las actividades de desmonte y despalme. Para evitar al máximo la afectación a la vegetación, deberán realizarse previamente al inicio de todas las actividades, acciones de reubicación y/o rescate de individuos de flora, en lo posible.

La comunidad vegetal predominante en el área del Proyecto son los pastizales, dominada por gramíneas o especies graminoides que se forma con el desmonte de cualquier tipo de vegetación y la siembra de diferentes especies de pastos. Las especies comunes, observadas en el área del Proyecto son: *Digitaria decumbens* (zacate pangola), *Pennisetum ciliaris* (zacate buffel), *Panicum maximum* (zacate guineo o privilegio) y *Panicum purpurascens* (zacate pará), entre otras. En esta comunidad cultivada se observan algunos elementos arbóreos y arbustivos aislados de vegetación secundaria de selva baja caducifolia, como son, *Piscidia piscipula* (chijol), *Parmentiera aculeata* (chote), *Prosopis laevigata* (mezquite), *Ebenopsis ebano*, *Tabebuia rosea* (rosa morada), *Zanthoxylum fagara* (pochotillo), *Bursera simaruba* (chaca) y *Randia obcordata* (crucillo), así como algunos manchones de este tipo de vegetación que no constituyen vegetación forestal. Asimismo, en los márgenes de algunos arroyos intermitentes y aguajes se distribuyen individuos de especies secundarias, entre otras, *Acacia cornígera* (carnizuelo), *Guazuma ulmifolia* (aquiche), *Pithecellobium dulce* (guamúchil), *Acacia unijuga* (gavia) y *Sabal mexicana* (palma de micharos), que semejan una vegetación de galería.

Es importante señalar que durante los trabajos de campo realizados dentro de los polígonos del Proyecto no se registró ninguna especie florística listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010; lo anterior obedece principalmente a que el área ha sido utilizada para actividades de ganadería extensiva desde varios años, lo que conlleva a una rotación permanente de terrenos, lo cual implica que en una parte de los ranchos ganaderos existen terrenos con pastizales y otra superficie temporalmente no se deja "en descanso" por algunos años, por lo que en esos terrenos se establece una cubierta de vegetación secundaria a la cual localmente se le llama acahual o monte.

Respecto a la importancia ecológica de las especies presentes en el predio, así como de los tamaños de los individuos, de su abundancia y de las normas de protección establecidas para tal fin, se definieron los criterios para elegir a los individuos susceptibles a rescate:

- Individuos con poca presencia en el predio, es decir, con baja abundancia relativa.
- Individuos jóvenes y plántulas de fácil manejo y resguardo; e
- Individuos cuya especie se encuentre listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (en su caso).

Objetivo. Proteger, conservar, rescatar y reubicar la flora silvestre afectada por el desmonte y despalme en el área del Proyecto; de tal manera que se reduzcan al máximo este impacto ambiental adverso, principalmente durante las etapas de preparación del sitio y construcción del Proyecto.

Alcance. Este programa se ejecutará únicamente en los polígonos del área del Proyecto. Las medidas de protección que contempla este programa estarán enfocadas a extraer y trasplantar en la franja perimetral del Proyecto establecida para el programa de reforestación, o en un área que defina la autoridad ambiental, en caso de ser necesario, todos aquellos ejemplares susceptibles a rescate que se encuentren en las distintas áreas de intervención del Proyecto.

Acciones

- a) El programa de rescate deberá ser coordinado por personal especializado y deberá contar con la autorización y permisos actualizados correspondientes al manejo forestal según la autoridad competente.
- b) Técnicas de extracción de las plantas susceptibles a ser rescatadas. Para la extracción de ejemplares grandes se recomienda utilizar la técnica denominada Extracción con cepellón, la

cual consiste en extraer los ejemplares con la mayor cantidad posible de suelo adherido a su sistema radical. Con ayuda de herramientas adecuadas primero se debe aflojar la tierra alrededor del cepellón. Como regla orientativa se recomienda que por cada centímetro de diámetro medido en la base del tronco se le deba dar 10 cm de diámetro al cepellón. Esto permitirá extraer raíces completas manteniendo las micorrizas asociadas que contribuyen a la mejor asimilación de los nutrientes y agua del suelo. Una vez realizada la extracción, las raíces se deben proteger con distintos materiales tales como malla gallinero, bolsas de plástico, o sacos de yute abrazando al cepellón.

- c) Conforme se vayan extrayendo los individuos, estos deberán ir colocándose en carretillas ubicadas bajo sombra; previendo que no sean cubiertos con bolsas de plástico, ya que esto ocasionaría la deshidratación de los ejemplares. Una vez en la carretilla, las plantas serán transportadas lo más pronto posible a los viveros para su recuperación y posterior reubicación.
- d) Para los individuos más pequeños se recomienda la técnica de "extracción completa con raíz desnuda". Mediante este método se extraerá al ejemplar completo, evitando causar daño a las plantas. Este método se utilizará en ejemplares de tallas menores o hasta un máximo de 2.5 m de altura (dependiendo de su longevidad y grado de ramificación) y para especies que resisten la exposición a la intemperie de sus raíces desnudas como los cactus y agaves.
- e) Previo al rescate de la vegetación, será necesario ubicar un sitio adecuado para la construcción de un vivero temporal, cuya ubicación se propone en el área del patio de maniobras del Proyecto, el cual servirá para resguardar a las plantas rescatadas que así lo requieran en un lugar donde puedan recuperarse del trasplante y mantenerse en buenas condiciones hasta el momento de colocarse en su lugar definitivo.
- f) El vivero temporal, se dispondrá en el área del patio de maniobras en un sitio adecuado (en un área de 250 m², aproximadamente). Deberá contar con un área para mantener las herramientas y los insumos, así como un tinaco o estanque con capacidad suficiente de almacenamiento de agua, que será llenado con agua por medio de pipas.
- g) El vivero estará cubierto con mallasombra y descubierta en los costados, tendrá una caseta de 16 m² para el resguardo de herramientas, insumos (fertilizantes, enraizador) y materiales (picos, palas, bolsas, manguera, etc.) así como un tinaco o estanque con capacidad para almacenamiento de agua (6 m³), además de un área de maniobras.
- h) Las plantas rescatadas se mantendrán en el vivero hasta que culmine su periodo de adaptación, momento en el cual podrá ser trasplantada a zonas aledañas conservadas o, resguardarse para mantenerse en el vivero hasta la finalización de la fase de construcción del Proyecto, momento en el cual se podrán trasplantar a la zona perimetral que será utilizada para reforestación.
- i) Sitios de reubicación. Los sitios en donde serán reubicadas las plantas rescatadas serán preferentemente en el área perimetral de los tres polígonos que comprende el área del Proyecto; asimismo, se podrán reubicar en algunas áreas que fueron destinadas para la instalación de las obras provisionales del Proyecto o en las áreas ajardinadas diseñadas para el mismo. Una vez definido el espacio de trasplante definitivo de cualquier ejemplar, éste será georreferenciado para su informe a la autoridad correspondiente, si fuera necesario.
- j) Período de trasplante. La época más recomendable para realizar la plantación definitiva es durante el inicio de la época de lluvias. El diseño del trasplante y densidad de los individuos va a depender del tamaño de las plantas en estado adulto, la humedad y fertilidad del suelo, la temporada de crecimiento de las especies y las condiciones climáticas del sitio. Para

especies arbóreas en este tipo de vegetación, el trasplante se recomienda hacer a una distancia de mínimo tres metros entre plantas.

- k) La plantación comienza con la excavación de una cepa que se recomienda sea al menos el doble del diámetro del cepellón y un 50% más de profundo. La planta deberá removerse del envase al momento de efectuar la plantación. Para evitar sofocar a las raíces, no hay que enterrar muy profundo el cepellón, por lo que se deberá dejar el cuello radicular de 5 a 10 cm arriba del piso. Se deberá hacer un cajete o borde para retención de agua de una profundidad de 10 a 15 cm para la acumulación de agua.
- l) Mantenimiento y monitoreo post-trasplante. Para evitar el estrés del trasplante, si el trasplante no se realizó en la época de lluvias, es recomendable aplicar riego continuo después de la plantación durante los primeros 6 meses. Éste deberá ser durante la noche y penetrar al menos los primeros 30 cm de profundidad del suelo. Evitar riego con pipas y chorros a presión. La aplicación de nutrientes solubles en el agua que contengan nitrógeno, fósforo y potasio aumenta considerablemente la tasa de sobrevivencia de las plantas. Se deben aplicar dosis constantes durante las épocas de crecimiento, generalmente en la primavera y el verano, y nunca antes de 3 días después de la plantación.
- m) Es recomendable realizar deshierbe constante alrededor de los individuos trasplantados hasta que se garantice su establecimiento, ya que las malezas pueden interferir en su establecimiento y limitar su desarrollo. Se debe permitir el crecimiento de la vegetación nativa (malezas) en zonas donde no haya individuos trasplantados, pues favorece la recuperación y protección del suelo, así como la infiltración de la lluvia.

Indicadores de seguimiento y control. La evaluación y monitoreo de los individuos rescatados se realizarán tanto para los ejemplares ubicados en viveros temporales como para los trasplantados de manera inmediata a las zonas de conservación. Cada área de trasplante, en caso de ser necesario, deberán ser protegidas con cercas o mallas durante el tiempo de establecimiento de las plantas.

Para la realización del monitoreo, se llevará una bitácora en la que se registrarán los siguientes parámetros: número identificador del sitio y planta trasplantada; ubicación georreferenciadas, número de individuos rescatados y/o trasplantados por especie; tasa de sobrevivencia; tasa de mortalidad; tasa de crecimiento de los individuos, fechas de registro.

Período de ejecución. Este programa deberá ejecutarse antes del inicio de las actividades de preparación del sitio y construcción y durante las mismas.

Costo estimado del programa. Para la ejecución de este programa se conformará una cuadrilla de cinco personas (un coordinador del programa, dos técnicos y dos peones) e incluye sus salarios durante un período de 12 meses, el uso de dos vehículos, combustible, herramientas y materiales, así como la construcción del vivero temporal con todos sus insumos. El costo estimado para implementar este programa es de \$ 1 150 000 pesos M.N.

VI.2.2. Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre

Los planes de rescate son una buena alternativa para el manejo de la fauna en situaciones de afectación. Sin embargo, dadas las características del sitio en primer término se proponen acciones alternativas a modo de inducir la migración espontánea de los individuos de especies

afectados hacia áreas vecinas que no serán alteradas. Con la finalidad de reducir el estrés de captura y la mortandad de animales se procederá a su reubicación lo más pronto posible después de realizado el rescate. Las acciones propuestas en este apartado deberán realizarse antes de la preparación del terreno, así como durante todas las etapas de construcción del mismo.

Objetivos

- Minimizar el impacto ambiental que ocasionarán de las actividades del Proyecto, principalmente por el desmonte y despalme, sobre las especies de reptiles, anfibios, mamíferos y aves que actualmente se desarrollan en el área del Proyecto.
- Proteger y conservar las especies de fauna incluidas en alguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como aquellas especies que por su lento desplazamiento permanezcan en el sitio aún después de las actividades de ahuyentamiento.
- Realizar las medidas y técnicas necesarias para llevar a cabo el ahuyentamiento, rescate y reubicación de la fauna presente en el área del Proyecto.
- Establecer los indicadores que permitan conocer la efectividad del programa

Alcance. Este programa se enfocará principalmente a todas aquellas especies que se encuentren incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como de aquellas especies que por su limitada capacidad de desplazamiento puedan ser afectadas durante el desarrollo del Proyecto.

Acciones. Este programa se deberá llevar a cabo antes del inicio de las obras y/o simultáneamente con las actividades de desmonte. Las brigadas de rescate de fauna deberán trabajar junto con el personal de trabajo de construcción. El Programa contempla las siguientes acciones:

- a) Delimitación del área. Para garantizar que no existirá perturbación a los grupos de fauna durante el desarrollo del Proyecto, es importante que dentro de los trabajos preliminares y como actividad número uno se delimite físicamente el polígono sujeto a afectación, colocando señalamientos que prohíban estrictamente el deterioro de una superficie mayor, tanto de parte de los trabajadores de la obra como del personal encargado de la operación del relleno.
- b) Acciones de ahuyentamiento
 - El ahuyentamiento es una medida muy satisfactoria en comparación con un procedimiento de captura, registro y liberación posterior de ejemplares, el cual somete a los individuos a un elevado nivel de estrés.
 - Se realizará mediante sonidos (sirenas, palos, etc.) minutos antes del ingreso de la maquinaria a las zonas de despalme, ayudará a que los individuos de especies de rápido desplazamiento se puedan refugiar en zonas aledañas conservadas.
 - Asimismo, se les pedirá a los operadores de la maquinaria y equipos que los enciendan por un lapso de 5 a 10 min, con lo cual se generará ruido y vibraciones lo que propiciará que la fauna se desplace a áreas que consideren más seguras
 - Las especies que sean de lento desplazamiento, que se encuentren en etapa reproductiva (nidos) o se hallen listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, y sean encontradas en el predio durante la preparación del terreno, estarán sujetas a las actividades de rescate que se detallan a continuación
- c) Búsqueda y ubicación de individuos sujetos a rescate
 - Previo al inicio de cualquier actividad se realizarán recorridos para ubicar a los individuos de especies de fauna que permanezcan en el sitio aún después de las actividades de ahuyentamiento.

- Durante esta actividad se anotarán las características del entorno del hábitat de los individuos localizados, tales como refugios, perchas, madrigueras, número de individuos, crías, huevos, ubicación georreferenciada del sitio, asociación vegetal, tipo de suelo, etc., el mayor número de elementos físicos y ecológicos que nos permitan una mejor toma de decisiones para su reubicación si el caso fuera necesario, quedando todo bien documentado en su bitácora de campo.
- d) Captura de individuos
- Una vez identificados los ejemplares que serán rescatados, se procederá a su captura para su posterior liberación en sitios seguros. Para los anfibios y reptiles se procederá a la captura manual directa y en el caso de especies peligrosas (serpientes) se realizará a través de pinzas o ganchos herpetológicos. En el caso de las aves y mamíferos voladores, se emplearán redes de niebla para su captura e identificación.
 - Se usarán trampas Sherman para la captura de mamíferos pequeños no voladores, como marsupiales pequeños, ratones y ratas, mientras que, para mamíferos de talla mediana y grande, en caso de existir, se emplearán trampas Tomahawk.

Reptiles y anfibios

La colecta de los ejemplares se realizará directamente con la mano o con ayuda del gancho y/o pinzas herpetológico. En otros casos se registrará la presencia de las especies por métodos indirectos, tales como cadáveres, huesos, mudas, etc. Tanto para anfibios y reptiles se procederá la captura de la siguiente manera:

- La captura se realizará manualmente cuando sean pocos ejemplares de tamaño pequeño; en caso de que se encuentren muchos individuos será por medio de una red de cuchara con la finalidad de manipularlos con mayor facilidad y cuidado.
- Para la extracción y manipulación de ejemplares de tamaño grande se utilizará la manipulación directa con pinzas y ganchos herpetológicos.
- Una vez capturado el individuo se realizará la determinación taxonómica con ayuda de guías y claves de campo.
- Se colocará a los individuos capturados en bolsas de manta, para posteriormente ser liberados en algún sitio que no ponga en riesgo su supervivencia.
- Se tomarán los datos y evidencias de los rescates realizados en una bitácora con ayuda de material y/o equipo como hojas de registro, cámara fotográfica y GPS.

Aves

Se estima que las aves que habitan en la zona dentro del Proyecto serán las menos afectadas, ya que tienden a huir ante la presencia de ruidos y actividad humana. La captura de aves sólo se considerará si existe la presencia de nidos activos. Dicha actividad se realiza con ayuda de redes de niebla y manipulación directa.

- De encontrarse nidos, éstos se rescatarán y se ubicarán en lugares estratégicos con hábitats similares. En caso de que se encuentren ocupados con huevos y/o polluelos, se capturarán para reubicarlos en un sitio aledaño fuera del área de obras.
- Los nidos que se encuentren en estratos altos, medios y al ras de suelo dentro del predio del Proyecto, y que deban ser reubicados, se buscará en la medida de lo posible que sean colocados en la misma posición y altura en la que se encontraban.

- Cuando los nidos contengan polluelos, cuando sea posible, se capturará a los progenitores junto con el nido, con la finalidad de que al remover el nido y colocarlo en otro sitio no sea abandonado por los padres.
- En el caso de polluelos con plumas que estén próximos a volar, se colocarán en jaulas y se les proporcionarán los cuidados necesarios para que sobrevivan, liberándolos a la brevedad cuando sean independientes.
- En todos los casos se registrarán los datos en una libreta de campo, se tomarán fotografías de evidencia y se efectuará su determinación taxonómica con ayuda de guías de campo.

Mamíferos

El registro de mamíferos dentro del área de Proyecto se enfocará principalmente a mamíferos pequeños como roedores. La captura se realizará por medio de trampas Sherman que serán colocadas cerca de madrigueras y fuentes de agua.

- Se inspeccionarán sitios potenciales de madrigueras para verificar que no se encuentren individuos en su interior. En caso contrario se procederá al rescate y el cierre de la madriguera para evitar que los ejemplares regresen y puedan ser afectados por las obras.
- Al encontrarse individuos o madrigueras durante la limpieza del terreno o durante el desmonte y despalme, se procederá al rescate de los organismos, teniendo cuidado durante la manipulación de las diferentes especies, empleando guantes de cuero para evitar lastimarlo o que pueda morder, especialmente con mamíferos pequeños.

e) Liberación de individuos rescatados

- Los individuos se reubicarán en las áreas con vegetación adyacentes al conjunto predial motivo de estudio o en lugares resguardados por vegetación para evitar que sean depredados.

Indicadores de seguimiento y control. Para el seguimiento y control del rescate y reubicación de la fauna, se utilizarán dos indicadores:

- a) Un indicador de realización, el cual cuantifica el número de rescates de fauna completados con respecto a los grupos faunísticos y a las distintas etapas de la obra (número de ejemplares rescatados por especie; proporción de ejemplares capturados en relación al total de ejemplares observados o densidades estimadas por especie).
- b) Un indicador de seguimiento, que evalúa la eficiencia de las técnicas utilizadas para el rescate, en cuanto a la supervivencia de los individuos a las acciones de manejo y manipulación de los animales (número de ejemplares muertos como consecuencia de la captura y/o estrés en las condiciones de cautiverio temporal).

Para evaluar el cumplimiento de los objetivos del Plan de Rescate se usará el siguiente indicador de supervivencia:

$$\text{Índice de supervivencia} = MI/Mr$$

Donde: MI = Tamaño de la población liberada
 Mr = Tamaño de la población rescatada

Período de ejecución. Los tiempos de ejecución de las actividades de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna se realizarán antes del inicio de las actividades de preparación del sitio y construcción y durante las mismas.

Costo estimado del programa. Para la ejecución de este programa se conformará una cuadrilla de cinco personas (un coordinador del programa, dos técnicos y dos peones) e incluye el salario de los mismos durante un período de 12 meses, durante la etapa de preparación del sitio; así como el uso de dos vehículos, combustible, herramientas y materiales, elaboración de informes y seguimiento. El costo estimado para la ejecución de este programa es de \$ 1 000 000 pesos M.N.

VI.2.3 Programa de mantenimiento de vehículos, equipo y maquinaria

Objetivos

- Implementar las acciones necesarias para reducir la contaminación del aire por la emisión de gases contaminantes debido al mal funcionamiento de los vehículos, equipos y maquinaria, así como la generación de ruido.
- Efectuar las medidas necesarias para evitar la contaminación del suelo o agua por fugas o derrames accidentales.

Alcance. El presente programa aplicará a todos los vehículos y maquinaria tanto de la empresa contratista como de los subcontratistas que vayan a ser utilizados en las obras y actividades del Proyecto, y tendrá como alcance mantener la maquinaria y equipos en óptimas condiciones para su funcionamiento.

Acciones. El Programa incluye las siguientes acciones:

- a) Revisión de documentos de maquinaria y equipos. Antes del ingreso de la maquinaria al área del Proyecto, se realizará la revisión de ésta, así como la copia del manual de operación y copia de la verificación y/o registro pre operacional avalado por un ingeniero mecánico que determine las condiciones actuales de la maquinaria.
- b) Con la finalidad de mantener y apegarse a los límites máximos permisibles de emisión de gases de los vehículos automotores establecidos en los programas federales, estatales y/o municipales, así como a la verificación vehicular, vehículos automotores, camiones pesados y maquinaria, se solicitará a la empresa contratista un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de todo su parque vehicular que intervendrá en la construcción del Proyecto. Se deberá cumplir con las siguientes normas.
 - 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-045-SEMARNAT-2006. Protección ambiental. Vehículos en circulación que usan diésel como combustible. Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.
- c) Los operadores de la maquinaria y equipos deberán realizar inspecciones diarias con el objeto de verificar el estado general de la maquinaria. Los cambios de aceite y limpieza de los equipos y maquinaria de fácil desplazamiento se realizarán fuera del polígono del Proyecto, mientras que los equipos de difícil desplazamiento o que necesiten de otro vehículo para su traslado se les podrá realizar el mantenimiento dentro del área del Proyecto, siempre y cuando se sigan las siguientes condiciones:

- Se deberá colocar un layer o plástico sobre el suelo de un calibre que garantice que no se producirá contaminación del suelo.
 - Se deberá limpiar y aislar la zona donde se realizarán las actividades necesarias para el mantenimiento.
 - Toda operación de ajuste, limpieza, engrase y reparación deberá realizarse con la maquinaria o equipo parado y desconectado de la fuente de alimentación de energía.
 - Solamente personal capacitado y autorizado debe efectuar reparaciones y mantenimiento de maquinaria pesado o equipo de construcción.
 - Ninguna reparación o mantenimiento debe ser efectuada cerca de áreas que contengan sustancias inflamables o combustibles.
- d) Se solicitará a la empresa contratista que cuente con una bitácora, en la cual se registrará el mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria y equipo empleada en la obra, dicha bitácora estará disponible en el área del Proyecto durante todas las etapas del mismo.

Indicadores de seguimiento y control

Indicador ambiental. $I_1 = \%$ de cumplimiento del mantenimiento preventivo de la maquinaria y vehículos empleados en la obra del Proyecto.

Criterio de aceptación $C_1 = 100 \%$

Para su control y seguimiento, se supervisará que la empresa contratista cumpla con sus obligaciones, así como de contar con una bitácora de operación; bitácora de mantenimiento preventivo y correctivo de equipos y maquinaria; hojas de verificación de los equipos y maquinaria; verificación vehicular; y registro fotográfico.

Período de ejecución. Este programa se ejecutará en todas las etapas del Proyecto, incluyendo la correspondiente de abandono del sitio.

Costo estimado del programa. Para la estimación del costo la ejecución, control y seguimiento este programa, el promovente y/o empresa contratista deberá someter a mantenimiento periódico su parque vehicular y maquinaria pesada, el cual tiene por objetivo contribuir a impactar lo menos posible la calidad del aire en la región. Por lo anterior, se supervisará que la empresa cuente con una bitácora de operación y mantenimiento preventivo y correctivo, en su caso, de vehículos y maquinaria. En términos generales, este programa incluye el mantenimiento de alrededor 30 vehículos (automóviles, camionetas, camiones para transporte de personal y materiales, volteos) y ocho unidades de maquinaria pesada (tractor, trascabo, moto conformadora, compactadora, retroexcavadora, cargador frontal, grúas) durante la etapa constructiva. Así como, el uso de ocho vehículos durante de etapa operativa. El costo estimado para la implementación de este programa oscila en \$ 500 000 pesos M.N.

VI.2.4 Programa de manejo integral de residuos

El presente programa busca proponer medidas que permitan el adecuado manejo de los residuos generados durante todas las etapas del Proyecto, desde su diseño y construcción, hasta su operación.

Objetivo. Proponer las medidas necesarias que permitan el adecuado manejo de los residuos generados durante todas las etapas del Proyecto, desde su diseño y construcción, hasta su

operación, que eviten la contaminación del suelo, agua y ecosistemas, por los residuos los residuos generados.

Los objetivos particulares son:

- Reducir el riesgo de contaminación del suelo, agua y ecosistemas, por residuos líquidos, sólidos y peligrosos.
- Minimizar las fuentes generadoras de residuos líquidos, sólidos y peligrosos que pudieran amenazar la integridad física y funcional de los ecosistemas.
- Identificar y utilizar la mejor eco-tecnología e infraestructura sanitaria disponible para el tratamiento de aguas residuales.

Alcance. El presente programa aplicará en todas las obras y actividades de las diferentes etapas Proyecto, y tendrá como alcance el cumplimiento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y su Reglamento, así como las Normas Oficiales Mexicanas en esta materia; a fin de prevenir la contaminación del suelo, agua y aire, debido al mal manejo de los residuos generados.

Acciones

a) Recolección, almacenamiento y disposición de residuos sólidos urbanos (RSU) y de manejo especial (RME).

- En el área del Proyecto se colocarán contenedores para su recolección diaria, debidamente rotulados y con tapa acorde con el tipo de residuo, para que el personal en turno y contratistas depositen diariamente y de manera separada los RSU (papel y cartón, metal, vidrio, plástico, orgánicos-sanitarios, estos últimos como basura). En lo que concierne a los RME (llantas, tuberías de PVC, madera y escombros de la construcción), éstos deberán, en caso de ser posible regresarlos al proveedor de los mismos o retirarlos fuera del área de trabajo a centros de acopio para su reciclaje; los escombros y materiales pétreos, su disposición será para rellenos en el área del Proyecto o en un tiradero municipal, previa autorización del municipio.
- Se colocarán letreros en cada sitio de disposición de residuos, informando a los usuarios que los contenedores son exclusivos para residuos sólidos urbanos y no se deberán tirar desechos combustibles, químicos tóxicos, pinturas, pilas, aceites, anticongelantes, resinas, barnices, etc.
- Se contará con un área ex profesa para el resguardo temporal de los RSU y RME; esta área de almacenamiento general debe acondicionarse de tal modo que se evite el encharcamiento, el libre acceso para permitir la circulación permanente de los vehículos de transporte de residuos, además, debe contar con los señalamientos que la identifiquen como tal, así como restringir el acceso a personal no autorizado.
- La disposición de los RSU y RME que se generen durante la etapa de ejecución de los trabajos, deben estar clasificados, para su disposición, previa autorización de la instancia municipal o entrega a los centros de acopio de la localidad.
- Con respecto a los residuos sanitarios (RS) éstos se dispondrán a través de un prestador de servicio de sanitarios portátiles y que éste a su vez los disponga en alguna planta de tratamiento de aguas residuales y que evidencie con el recibo de tiro o donde la autoridad municipal determine y sea bajo anuencia respectiva.
- Se llevará instalarán suficientes sanitarios portátiles a razón de uno por cada doce trabajadores de obra. Asimismo, a estos sanitarios portátiles se les dará mantenimiento

diariamente, lo cual estará a cargo de una empresa especializada y con las autorizaciones correspondientes.

b) Recolección, almacenamiento y disposición de los residuos peligrosos (RP)

- Para el caso de los RP que se generen, se construirá un almacén temporal de residuos peligrosos dentro del área del Proyecto, que deberá cumplir con lo indicado en el artículo 82 del Reglamento de la LGPGIR. Este almacén alojará temporalmente residuos como los siguientes:
 - Estopas impregnadas con grasas, aceites y soluciones limpiadoras generadas durante el mantenimiento de equipo pesado y vehículos automotores.
 - Baterías automotrices generadas durante la etapa de mantenimiento de equipo pesado y vehículos automotores, que serán almacenadas en recipientes y sitios específicos para su reciclaje a través de los distribuidores de los mismos; y,
 - Aceites lubricantes gastados producto del mantenimiento de equipo pesado y vehículos automotores.
- La recolección, transporte y disposición final de este tipo de residuos se realizará a través de un gestor autorizado por la Delegación de la SEMARNAT y de la SCT en el Estado de San Luis Potosí.
- Para lo anterior, se deberá llevar una bitácora donde se registre la generación y disposición final de los RP, así como conformar el expediente que ampare los embarques y destino final de estos residuos.

Indicadores de seguimiento y control. El programa utiliza para su administración y mejora los indicadores siguientes:

Indicador ambiental. $I_1 = \%$ de cumplimiento de requisitos legales y otros aplicables en materia de residuos sólidos urbanos y de residuos de manejo especial.

Criterio de aceptación. $C_1 = 100 \%$

Indicador Ambiental. $I_2 = \%$ de cumplimiento de requisitos legales y otros aplicables en materia de residuos peligrosos

Criterio de aceptación. $C_2 = 100 \%$

Para el seguimiento y control se deberá contar con una bitácora de registro de la generación de estos residuos; asimismo, se debe evidenciar mediante la entrega de un reporte fotográfico, oficios y/o acuses de recibo, así como de las boletas de ingreso a los sitios de disposición.

Período de ejecución. El desarrollo del manejo de los residuos, será permanente y continua durante el tiempo de duración de las diferentes etapas del Proyecto.

Costo estimado del programa. Durante la etapa de preparación del sitio y construcción, este programa contará con dos personas para que periódicamente recolecten los residuos de los contenedores que se instalen en los diferentes frentes de trabajo, los residuos sólidos urbanos (RSU) y los de manejo especial (RME), los cuales serán trasladados en donde lo disponga la autoridad municipal. Los residuos peligrosos serán trasladados al almacén temporal de residuos peligrosos del Proyecto. Asimismo, para la disposición final de los residuos peligrosos se

contratará una empresa especializada, aún en la etapa operativa. Los costos para la ejecución de este programa se estiman en \$ 1 500 000 pesos M.N.

VI.2.5. Programa de reforestación

Este programa se propone como una medida de compensación a los impactos ambientales que durante la realización del proyecto Tamuín 1, se ocasionarán sobre la cobertura vegetal como consecuencia de las actividades de despalme y desmonte.

Objetivos. Los objetivos de este programa están dirigidos a disminuir el impacto ambiental ocasionado por las actividades de desmonte y despalme:

- Compensar el impacto ocasionado por el desmonte de la vegetación arbórea que actualmente limita las parcelas dentro del polígono del Proyecto;
- Promover áreas verdes que servirán de hábitat y refugio para la fauna de la región; y
- Mitigar el impacto visual del paisaje, principalmente en los puntos de observación.

Alcance. Se reforestará en una franja de 2 m en el perímetro interior de cada uno de los tres polígonos que conforman el área del Proyecto, en una superficie aproximada de 2.82 ha (figura VI.1), asimismo, la vegetación interparcelaria de los tres polígonos que se localice en dicha franja no será removida, con la finalidad de crear barreras de amortiguamiento del impacto visual y compensar el impacto ocasionado durante las actividades de desmonte y despalme. Asimismo, las plantas que sean rescatadas, señaladas en el apartado VI.2.1, serán reubicadas en dicha franja, como complemento a este programa de reforestación.

Acciones.

- a) Durante las actividades de construcción se procurará no desmontar áreas innecesarias para el desarrollo de las obras del Proyecto.
- b) La capa de suelo orgánico removido durante la preparación del sitio (desmonte y despalme) será utilizada en la franja a reforestar.
- c) Se elegirán especies características de la región que aseguren la captación, la retención, la infiltración, el almacenamiento y el aprovechamiento del agua de lluvia, para el suelo.
 - La plantación consiste en depositar la planta en una cepa común previamente excavada, previo retiro de la envoltura o envase, las cepas se harán con las siguientes dimensiones, un cuadrado de 30 cm x 30 cm, por 30 cm de profundidad.
- d) La reforestación se realizará en los primeros días del mes de junio, en el inicio de la temporada de lluvias (junio-septiembre), con la finalidad de asegurar que la plantación tenga humedad edáfica suficiente para que se establezca y adapte mejor a las condiciones del sitio. Al efectuar las acciones de plantación será necesario considerar las actividades en el orden siguiente:
 - El acarreo de planta a los sitios por reforestar.
 - La apertura de cepas.
 - El desembolso y colocación de la planta en la cepa.
 - El relleno de cepas con material producto de la excavación.
 - La compactación de tierra alrededor de la cepa.
 - La conformación del cajete.

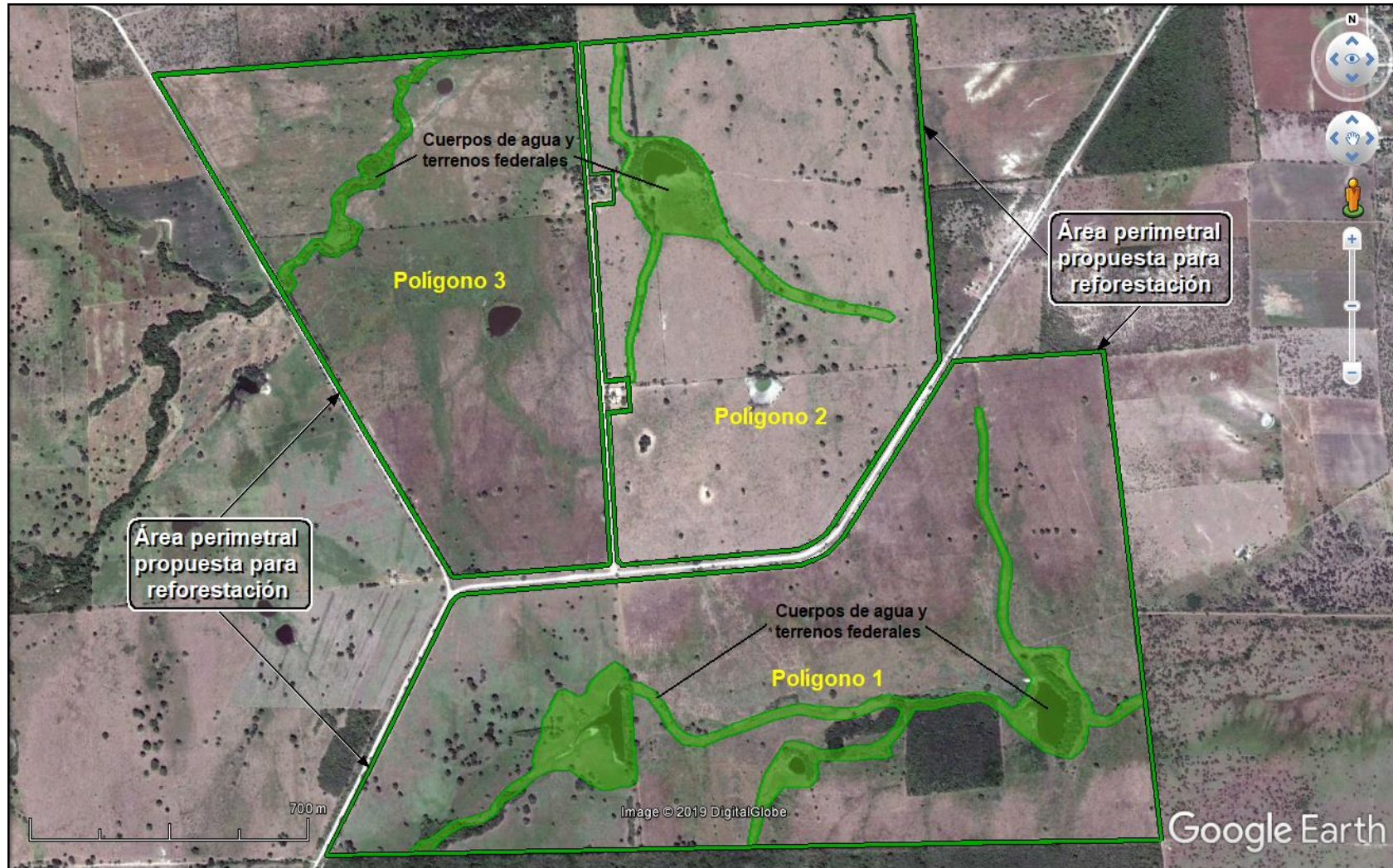


Figura VI.1. Área propuesta para realizar el Programa de Reforestación

- e) Adicionalmente a las actividades antes referidas, se realizarán algunas labores culturales o de mantenimiento para el mejor desarrollo de la planta, mismas que se describen brevemente a continuación.
- Deshierbes. Consiste en eliminar la vegetación que pueda competir con los ejemplares plantados, ya sea por nutrientes, luz, espacio y agua, sobre todo en las primeras fases de desarrollo; esta actividad debe realizarse alrededor de la planta; los residuos del deshierbe, se colocarán alrededor de las mismas.
 - Cajeteo. Consiste en la conformación de un cajete, de 30 cm de radio alrededor de la planta, aflojando la tierra alrededor de la planta para obtener una porosidad en el suelo que permita la aireación y retención de humedad, procurando no dañar a la planta en el sistema radicular.
 - Podas. Consiste en la eliminación de ramas de la parte baja del tallo de la planta para mejorar el desarrollo y vigor de la planta, así como para eliminar partes dañadas o enfermas que deterioran la salud de la planta, favoreciendo también la adecuada distribución de las ramas, de modo de garantizar que la luz del sol llegue también al interior de la planta.
 - Apuntalamiento y amarre de la planta. Esta actividad que consiste en colocar un soporte de madera o varilla, enterrada a un lado de la planta y amarrada al tallo de la misma, para que ése le permita su crecimiento vertical o esta no crezca inclinada o torcida.
 - Insumos. Aplicación de insumos para un mejor desarrollo de la planta; dependiendo de las características del suelo, se podrán utilizar fertilizantes y fumigaciones, así como riegos de auxilio, en caso de requerirse.
 - Replantaciones. Dependiendo de la sobrevivencia de la reforestación, al año de haberse plantado, se planearán los trabajos de replante; a fin de asegurar el 85% de sobrevivencia durante los siguientes tres años, considerando que se puede replantar con nuevos ejemplares si no se llegara a la meta.
- f) Como mecanismos de control y seguimiento, se implementarán las siguientes actividades:
- La supervisión, durante la ejecución de los trabajos de reforestación se contará con la supervisión de personal del área ambiental, encargado de vigilar que los trabajos se realicen en los sitios establecidos y acorde con los trabajos de obra referidos, asimismo tendrá la capacidad técnica para prevenir posibles desviaciones que pudieran provocar daños ambientales;
 - La evaluación de la reforestación, planteada como una actividad de seguimiento del programa, se realizará anualmente una evaluación de la reforestación para determinar el grado de sobrevivencia de las plantaciones, así como, de su estado fitosanitario. Las plántulas dañadas o aquellas que no pudieron adaptarse a las condiciones del sitio, serán retiradas y substituidas por nuevas plántulas en la siguiente temporada de reforestación; y, por último,
 - La elaboración de reportes e informes fotográficos que den evidencia del control y seguimiento de la reforestación.

Indicador de seguimiento y control. El programa utiliza para su administración y mejora el indicador siguiente:

Indicador ambiental. $I_1 = \% \text{ de sobrevivencia}$

Criterio de aceptación Asegurar una sobrevivencia de planta reforestada mayor o igual al 85%

Los indicadores de seguimiento deberán aportar evidencia clara sobre la evolución de las especies en el sitio, de conformidad con los hábitos de crecimiento de las especies seleccionadas en el programa, motivo por el cual se determinaron los siguientes:

- Sobrevivencia de las plantas reforestadas. Se deberá mantener una sobrevivencia no menor al 85% de los individuos, en la misma proporción de la mezcla de especies que sea definida durante la ejecución del Programa. Para lo anterior, se considera realizar una evaluación periódica de los índices de sobrevivencia (cada seis meses), integrando la información en una bitácora de reporte para mantener informada a la autoridad ambiental (SEMARNAT) sobre el éxito obtenido mediante la presentación de los correspondientes informes de seguimiento de los términos y condicionantes de la autorización condicionada en materia de impacto ambiental.
- Estado físico de las plantas. Durante la evaluación de sobrevivencia de las plantas reforestadas, deberá efectuarse también una valoración del estado físico o fitosanitario de los ejemplares, con la finalidad de identificar la presencia de plagas. En caso de confirmar lo anterior, se realizará un diagnóstico preciso del tipo o tipos de plaga presentes para definir las prácticas de control más adecuadas al tipo de especies utilizadas. Dicha valoración se realizará cada medio año, integrando la información en la misma bitácora que se utilizará para mantener informada a la SEMARNAT sobre el cumplimiento de los objetivos de este programa.
- Uso del área reforestada por la fauna silvestre. Además de vigilar el adecuado establecimiento de los individuos reforestados, se contempla efectuar monitoreos de las especies de fauna silvestre que utilicen el área reforestada como zona de refugio o alimentación, mediante la presencia de especies en la superficie reforestada; por ejemplo, la observación de nidos y madrigueras que impliquen que la vegetación comienza a resultar atractiva para la fauna silvestre.

Período de ejecución. El programa de reforestación tendrá una duración de tres años; el primero se dedicará específicamente a la plantación de ejemplares de 1 a 3 años de edad, así como al trasplante de las plantas rescatadas; los dos años siguientes serán para darle mantenimiento a dicha plantación; en su caso, dependiendo de la sobrevivencia de la reforestación, se planearán los trabajos de replante; esta actividad se realiza para cubrir las fallas que se presentan en el campo por la muerte de las plantas reforestadas.

La reforestación deberá realizarse al término de la etapa constructiva y preferentemente en el inicio de la temporada de lluvias en la región, lo cual ocurre en los meses de junio a septiembre.

Costo estimado del programa. Para la ejecución de este programa se conformará una cuadrilla de cuatro personas (un coordinador del programa, un técnico y dos peones), incluyendo el salario de los mismos durante un período de 3 meses, contados a partir de la conclusión de la etapa de construcción, un vehículo, combustible, herramientas y materiales, elaboración de informes y seguimiento. Se estima la plantación de unos 2800 arbolitos en alrededor de 2.82 ha, considerando una franja de 2 metros en toda la periferia de los tres polígonos que conforman en área del Proyecto. El costo estimado para la realización de este programa es de \$ 270 000 pesos M.N.

VI.2.6. Programa de restauración del suelo

Objetivos

- Restablecer las características fisicoquímicas del suelo, a fin de promover el crecimiento del sistema radicular de la vegetación que se desee incorporar al sitio.
- Remediar la contaminación del suelo por derrames accidentales de hidrocarburos y evitar la posible afectación del acuífero.
- Contribuir a la mitigación del impacto visual y compensar la pérdida de cobertura vegetal.
- Disminuir el riesgo de pérdida de suelo por erosión hídrica y eólica.

Alcance. El presente programa se aplicará en las áreas que fueron utilizadas para las instalaciones de obras y actividades provisionales (talleres, almacenes temporales, campamentos, comedores y oficinas, entre otras) y que deberán ser rehabilitadas una vez concluida la etapa de construcción del Proyecto. Asimismo, incluye también la restauración/remediación del suelo por los derrames accidentales de hidrocarburos y otras sustancias que ocurran en la construcción del Proyecto.

Acciones. El Programa incluye las siguientes acciones:

Restauración del suelo por derrames accidentales de hidrocarburos u otras sustancias

- a) En general, las medidas mencionadas están enfocadas a prevenir y mitigar la contaminación del suelo en la etapa de preparación del sitio y construcción del Proyecto. La preparación y asignación de sitios específicos para la realización de las actividades de mantenimiento de la maquinaria y equipo, así como para el almacenamiento temporal de residuos peligrosos, no peligrosos y especiales, está considerada como parte de las actividades que deberá realizar el encargado de la ejecución del Proyecto.
- b) En el caso de que hubiese derrames accidentales de hidrocarburos u otras sustancias al suelo, se establecerán las acciones necesarias de remediación para dar cumplimiento con lo establecido en las siguientes normas oficiales mexicanas:
 - NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, que establece los límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación.
 - NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004, que establece criterios para determinar las concentraciones de remediación de suelos contaminados por arsénico, bario, berilio, cadmio, cromo hexavalente, mercurio, níquel, plata, plomo, selenio, talio y/o vanadio.
- c) Los productos recuperados y los materiales contaminados con ellos deberán ser almacenados, manejados y dispuestos conforme a lo establecido en el Reglamento de la Ley General para la Previsión y Gestión Integral de los Residuos (Artículos 2, Fracción XIV; 6, 15, fracción II y 24) y las siguientes normas oficiales mexicanas.
 - NOM-053-SEMARNAT-1993, que establece el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un 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 NOM-052-SEMARNAT-1993.

- NOM-021-SCT2-1994. Disposiciones generales para transportar otro tipo de bienes diferentes a las sustancias, materiales y residuos peligrosos, en unidades destinadas al traslado de materiales y residuos peligrosos
- d) Con la finalidad de evitar la contaminación de suelo por fugas y derrames accidentales de grasas, aceites y lubricantes durante la etapa de preparación del sitio y construcción de las obras, se deberán ejecutar las actividades de cambios de aceite de la maquinaria y equipo a usar en sitios fuera del área del Proyecto, o en su defecto en áreas con cubierta asfáltica, considerando el uso de recipientes para coleccionar las grasas o aceites gastados, además de cubrir las superficies provisionalmente con algún material impermeable.

Restauración del suelo en áreas destinadas a obras provisionales

- e) Este programa se aplicará en todas aquellas áreas utilizadas para la instalación de obras y actividades provisionales durante la construcción del Proyecto y que, al término de las mismas, el terreno quedará compactado y desprovisto de vegetación y susceptibles a erosión.
- f) Para lo anterior, se realizarán actividades de labranza como el subsoleo, a fin de mejorar las propiedades físicas del suelo, reduciendo la compactación del mismo y recuperando la porosidad de las diferentes capas del suelo, promoviendo las condiciones más favorables para la restauración del suelo y el crecimiento del sistema radicular de la vegetación que se desee incorporar al sitio.
- g) Involucra el desarrollo de vegetación con la plantación de especies nativas de la región (programa de reforestación) o establecimiento de especies herbáceas y arbustivas del sitio, con el fin de crear cobertura vegetal que impida la erosión del suelo, y que atenúe el impacto visual ocasionado por la construcción.
- h) Asimismo, comprende la demolición y retiro de todas las bases de concreto y cimentaciones de las edificaciones provisionales construidas, así como la construcción de obras hidráulicas (cunetas, alcantarillas, bordillos perimetrales, zanjas trincheras, lavaderos, etc.) para el encauzamiento de las aguas pluviales y evitar con ello problemas de erosión y desestabilización de taludes, en caso necesario.
- i) Este programa se complementa con el programa de reforestación, y además de prevenir posibles problemas de erosión en el área del Proyecto, pretende contribuir a la mitigación del impacto visual y compensar la pérdida de cobertura vegetal.

Indicadores de seguimiento y control

Indicador ambiental. $I_1 = \text{Superficie de suelo restaurado} / \text{superficie de las obras provisionales del Proyecto}$

Criterio de aceptación. $C_1 = \text{Superficie de suelo restaurado} > \text{del } 75\%$

Indicador ambiental. $I_2 = \text{Superficie de suelo restaurado} / \text{superficie de suelo contaminado por derrames accidentales de hidrocarburos.}$

Criterio de aceptación. $C_2 = \text{Superficie de suelo restaurado} > \text{del } 95\%$

Para su control y seguimiento, se deberá contar con un registro fotográfico.

Período de ejecución. Para el caso de derrames accidentales de hidrocarburos, este programa se ejecutará en todas las etapas del Proyecto; la restauración del suelo en aquellas superficies utilizadas provisionalmente para la construcción del Proyecto, se ejecutará durante el primer año de la etapa de operación.

Costo estimado del programa. Este programa incluye básicamente dos actividades: 1) la restauración del suelo en áreas destinadas a obras provisionales, al término de la fase constructiva; y 2) la restauración del suelo por derrames accidentales de hidrocarburos u otras sustancias, cuyos eventos se desconocen y se espera que no ocurran. Por tal motivo, se propone conformar una cuadrilla únicamente por tres personas: un coordinador del programa y dos peones, un vehículo pick up, así como herramientas, insumos y materiales. La ejecución de este programa se incluye un período de 12 meses, que contemple la fase final de la etapa de preparación del sitio, construcción y la fase inicial de la operación y mantenimiento. El costo estimado para la ejecución de este programa es de \$ 450 000 pesos M.N.

VI.2.7. Programa de difusión y capacitación ambiental

La educación y capacitación ambiental forman parte de una nueva tendencia que se intenta instaurar y promover en los trabajadores la sensibilización hacia el ambiente; lo cual lleva implícito la protección del medio ambiente.

El curso de concientización ambiental es un reforzamiento dirigido a todo el personal en donde principalmente se enfocará a:

- a) la protección de la fauna y flora silvestre,
- b) la prevención de la contaminación de suelos con residuos sólidos e hidrocarburos,
- c) el orden y limpieza de las áreas de trabajo, y
- d) el manejo adecuado de los residuos, entre otros aspectos.

Objetivos. Los objetivos principales que contempla la implementación de este programa son los siguientes:

- Generar materiales de información sobre el valor ecológico, social, económico y cultural, de los ecosistemas y recursos naturales del área del Proyecto.
- Generar materiales de información sobre el manejo y uso sostenible de recursos naturales, así como la prevención de problemas de contaminación ambiental, y difundirlos apropiadamente entre empleados y usuarios, de acuerdo a la etapa de implementación que corresponda.
- Capacitar al personal del Proyecto sobre la aplicación y cumplimiento de la normativa ambiental aplicable al caso; así como las sanciones y consecuencias derivadas de su incumplimiento.
- Informar al personal sobre las obligaciones ambientales que adquieren al formar parte de la fuerza laboral del Proyecto.
- Promover una actitud responsable en el uso y manejo de los recursos naturales del sitio del Proyecto.

Alcance. Este programa se aplicará a todo el personal que labore en la construcción y operación del Proyecto.

Acciones

- a) Todo el personal previo al inicio de su actividad, recibirá un curso de concientización ambiental en el cual se hará énfasis sobre la importancia que representa la clasificación y manejo de los residuos que sean generados, así como de la prevención de la contaminación por el manejo inadecuado de hidrocarburos.

- b) Capacitar y promover la conciencia ambiental del personal que participe en la obra, para implementar la correcta aplicación de medidas y una actitud personal de mayor respeto al entorno.
- c) Sensibilizar a los trabajadores sobre los efectos que tienen sus actividades en el ambiente.
- d) Respetar la zonificación establecida como sitio trabajo. Es importante mantenerse en los caminos y lugares establecidos, para evitar estropear la vegetación natural y con ello minimizar la potencial erosión del sitio.
- e) Respetar la señalización colaborando con la protección de los ecosistemas y recursos naturales.
- f) Se debe implementar pláticas de difusión ambiental sobre el manejo de residuos al personal de obra para su información, concienciación y capacitación; para que dicho personal coloque los diversos tipos de residuos en los recipientes que correspondan.
- g) Capacitar al personal en el manejo de residuos peligrosos y el control de derrames y proveer al personal involucrado con equipo y materiales para control y manejo de derrames.
- h) Capacitar al personal sobre la diversidad de fauna que podrán encontrar en la región, así como la normativa que las protege y las medidas que deberán acatar durante su estancia en la obra.
- i) Realizar pláticas de concienciación al personal sobre la importancia de minimizar la generación de residuos, ya que son una fuente de contaminación.
- j) Difundir al personal las medidas preventivas que se implementen para evitar daños al ambiente; así como no coleccionar o dañar especies de flora ni cazar ningún tipo de fauna.

Lo establecido en los apartados anteriores aporta los elementos indispensables para minimizar impactos al Proyecto; sin embargo, en lo referente a los trabajadores es necesario aplicar estrategias operativas y administrativas de control. A continuación, se señalan algunas medidas y/o acciones al respecto:

- Vigilancia. La presencia de personal de vigilancia permite regular la supervisión de las actividades.
- Imposición de sanciones. El personal del Proyecto son los principales contactos de los trabajadores, a medida que éstos realicen conductas indeseadas en torno al cuidado del ambiente o a las disposiciones establecidas, deberán establecerse sanciones. Es conveniente en el reglamento del Proyecto establecer una tabla de sanciones donde se definan claramente las faltas administrativas
- Capacitación de supervisores de obra. Es importante mantener capacitación constante a los supervisores de obra, para proporcionar formación ambiental básica que reduzca los impactos ambientales de los trabajadores.
- Distribución de folletos. En ellos se puede tener un reglamento condensado del Proyecto y la información básica, mapa y servicios generales. Esta información también puede ayudar a reducir la incidencia de conductas indeseables y proporcionar información clave que ayude al entendimiento y formación de conciencia ambiental.

Indicadores de seguimiento y control. El programa utiliza para su administración y mejora el indicador siguiente:

Indicador ambiental. I_1 = No. de trabajadores capacitados

Criterio de aceptación. $C_1 \geq 90$ % de personal con asistencia a cursos o conferencias de educación ambiental

Para el seguimiento y control se deberá contar con una bitácora de registro de asistencia; evaluación de los cursos; cumplimiento del programa de capacitación; así como registro documental y fotográfico

Período de ejecución. Continua, en cada una de las etapas del Proyecto, principalmente durante la etapa de preparación del sitio y construcción, que será cuando el Proyecto tenga el mayor número de personal contratado.

Costo estimado del programa. Este programa incluye básicamente dos actividades: 1) la generación materiales de información sobre el valor ecológico, social, económico y cultural de los ecosistemas y recursos naturales del área del Proyecto, así como la prevención de la contaminación ambiental, y difundirlos apropiadamente entre empleados y usuarios, de acuerdo a la etapa de implementación que corresponda; y 2) promover con el personal del Proyecto una actitud responsable sobre educación ambiental (el manejo de residuos, los cuidados y conservación de la flora y fauna, por ejemplo), y la difusión de los programas que conforman el plan de vigilancia ambiental, la elaboración de trípticos, señalizaciones y materiales diversos, entre otros; mediante la implementación de pláticas, cursos y talleres sobre cumplimiento de la normativa ambiental aplicable al caso; así como las sanciones y consecuencias derivadas de su incumplimiento. Los costos estimados para la aplicación de este programa son de \$ 150 000 pesos M.N. aproximadamente.

VI.3 Seguimiento y control (monitoreo)

En las fichas técnicas elaboradas para cada uno de los programas que integran el PVA, señaladas en el apartado anterior, están apuntados los indicadores de seguimiento y control, con la finalidad de que se vaya documentando el cumplimiento del dicho programa. Esto servirá también para integrar los informes de cumplimiento de términos y condicionantes del resolutivo ambiental que se emita para este Proyecto, según lo establezca la autoridad ambiental (DGIRA-SEMARNAT).

VI.4 Costos estimados de los programas específicos del Programa de Vigilancia Ambiental

Con la finalidad de tener elementos para estimar la fianza o seguro, establecido en el Artículo 52² del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, respecto del cumplimiento de las disposiciones de mitigación establecidas en el programa de vigilancia ambiental, para tal efecto, en la tabla VI.6 se presentan los costos estimados para cada uno de los programas individuales del PVA.

² **Artículo 52.-** Este artículo refiere que la Secretaría fijará el monto de los seguros y garantías atendiendo al valor de la reparación de los daños que pudieran ocasionarse por el incumplimiento de las condicionantes impuestas en las autorizaciones.

Tabla VI.6 Costos estimados de los programas individuales del PVA

Programa	Costo estimado (M.N)
1. Rescate y reubicación de flora	\$ 1 150 000
2. Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre	\$ 1 000 000
3. Mantenimiento de vehículos y maquinaria	\$ 500 000
4. Manejo de residuos	\$ 1 500 000
5. Reforestación	\$ 270 000
6. Restauración del suelo	\$ 450 000
7. Difusión y capacitación ambiental	\$ 150 000
Subtotal:	\$ 5 020 000
Gastos Indirectos (10%):	\$ 502 000
Total:	\$ 5 522 000

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

Los factores del subsistema social que mayor importancia tienen en el control y/o mantenimiento de la estructura y función del SAR son las actividades económicas agropecuarias las cuales han ejercido una gran presión sobre los componentes del ambiente natural del SAR. Asimismo, y como se reseñó en el Diagnóstico Ambiental, la vegetación (cobertura), la fauna y la calidad del aire son los componentes ambientales críticos o sensibles.

Una vez identificados los factores que mayor presión ejercen en el subsistema ambiental del SAR y los componentes ambientales críticos o sensibles, se construyen los escenarios esperados sin y con Proyecto.

VII.1 Descripción y análisis del escenario sin Proyecto

En el SAR, los ecosistemas terrestres han sido intervenidos y transformados. La producción pecuaria es la actividad dominante y es la que ejerce la mayor presión sobre los componentes ambientales, por el cambio de uso de suelo de terrenos forestales que han provocado, la demanda de recursos naturales y la emisión de contaminantes sólidos, líquidos y gaseosos (residuos de agroquímicos). Las actividades agropecuarias han causado la modificación total del paisaje (han transformado las selvas en pastizales) y el empobrecimiento de la biodiversidad. El 99.5% de la superficie del SAR es de pastizales, 0.34% es ocupado por asentamientos humanos y 0.15% corresponden a cuerpos de agua.

Con respecto a la población, se estima que su impacto en el SAR no ha sido significativo; ya que los poblados y rancherías se componen de pocos habitantes (menos de 20) y Nuevo Aquismón es el único poblado mayor, tiene 681 pobladores. Entre 1990 y 2010 la población en el SAR creció de manera importante (52%); sin embargo, se considera que las implicaciones para el sistema no han sido relevantes porque significó la agregación de sólo 254 personas.

Los atributos ambientales críticos en el SAR son: 1) la cubierta de la vegetación, se eliminaron los ecosistemas originales y sólo se presentan manchones de vegetación secundaria en predios que temporalmente dejan de utilizarse para las actividades pecuarias y en las márgenes de los cuerpos de agua; y 2) la biodiversidad, ya que se registró sólo el 8.5% y 10.2% de las especies de plantas y vertebrados terrestres, respectivamente, reportadas para la Reserva de la Biosfera Sierra del Abra Tanchipa, la cual se localiza cerca del SAR. Se considera que muchas especies de flora y fauna que originalmente se distribuían en el SAR han sido extirpadas, otras han experimentado una drástica disminución en su población como consecuencia de la disminución y desaparición de sus hábitats o por presión generada por las actividades pecuarias. Estos datos son un indicador del alto grado de deterioro de la biodiversidad en el SAR. En el SAR se registraron ocho especies de fauna

(cuatro aves y cuatro reptiles) protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010, pero no se observaron en el sitio del Proyecto. Respecto de las plantas, en el SAR no se registraron especies protegidas por esta norma.

Los cuerpos de agua son elementos importantes para la biodiversidad en el SAR porque: 1) en sus márgenes crece vegetación secundaria integrada por especies secundarias de selva baja caducifolia (vegetación original en el SAR), por lo que estas áreas son un reservorio para dichas especies, y 2) cumplen el papel de zona de refugio y alimentación para la fauna silvestre. Por estas razones, la conservación de los cuerpos de agua en el SAR es de gran importancia, sin embargo, se detectó que son sensibles al deterioro por la contaminación con agroquímicos.

Respecto del paisaje, el SAR posee una calidad paisajística baja, dado que no hay elementos de valor paisajístico.

Actualmente, la calidad del aire en el SAR es buena, pero debe monitorearse la concentración de SO_2 , y NH_3 . Los altos valores de dióxido de azufre y amoníaco se asocian a las actividades productivas que se desarrollan en el municipio, el primero por la operación de la central de generación de eléctrica AES Tamuín que utiliza coque de petróleo con la tecnología de lecho fluidizado y el amoníaco se relaciona con el uso de agroquímicos para las actividades agropecuarias. El aporte de los vehículos automotores a los contaminantes atmosféricos es poco significativo.

De concretarse el Proyecto turístico Geoparque Huasteca Potosina podría ser un polo de atracción de población lo que incrementarían la presión sobre los componentes ambientales del SAR, por la creciente demanda de recursos (agua, alimentos), servicios y territorio, así como por el aumento en los residuos que se generarían.

La conservación a mediano y largo plazo de la vegetación secundaria en el SAR es poco probable que ocurra de manera natural, por lo que se requerirá establecer medidas para la protección de los cuerpos de agua y la vegetación que crece en sus márgenes y programas de restauración para coadyuvar a la conservación de la biodiversidad en el SAR.

En la figura VII.1 se muestra el escenario ambiental del SAR, se observa que el uso de suelo es de pastizal cultivado, no existen terrenos forestales y se identifican los cuerpos de agua

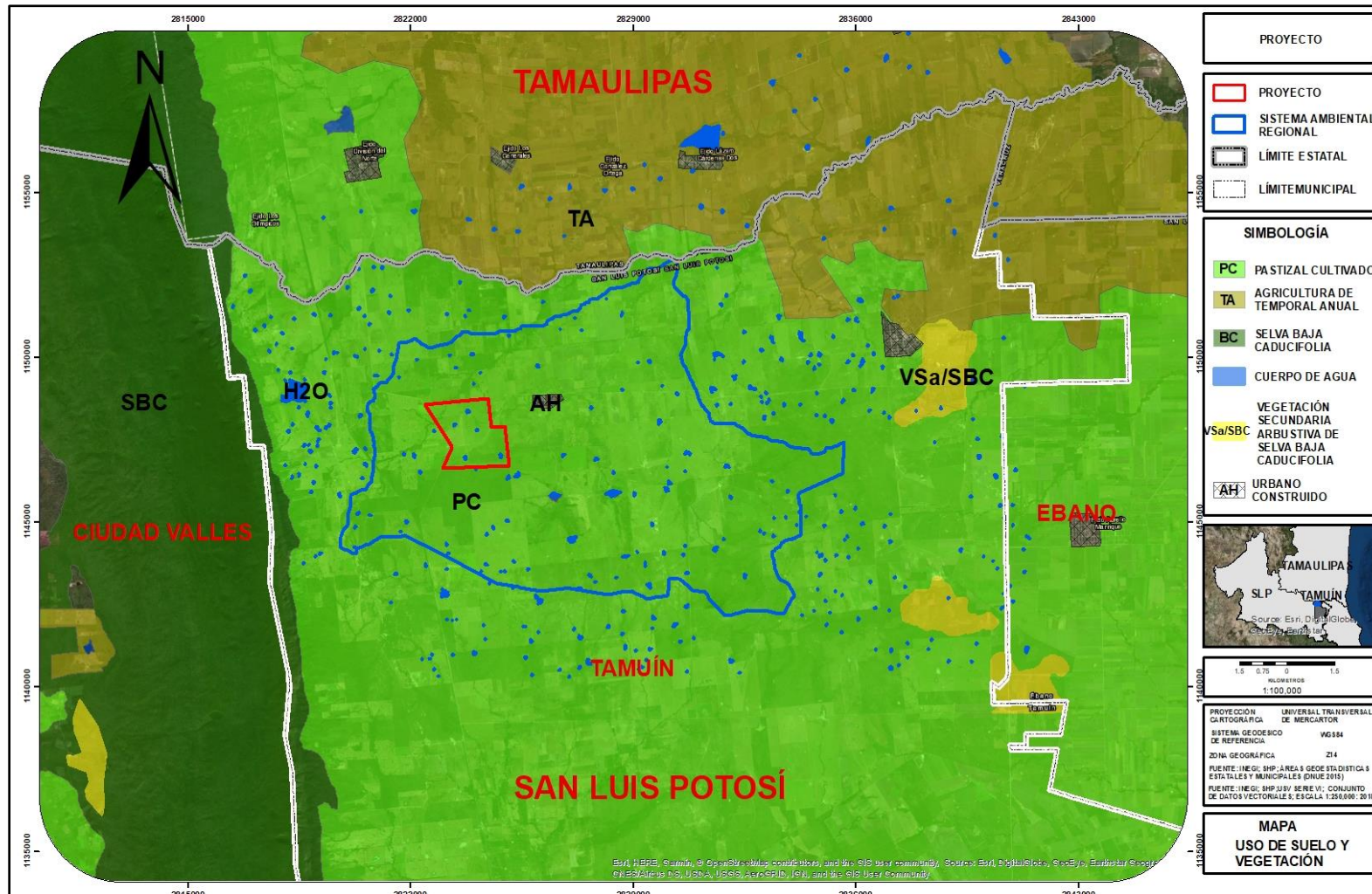


Figura VII.1. Escenario previsto del SAR sin la implantación del Proyecto Tamuín 1, se destacan la escasa presencia de asentamientos humanos y los cuerpos de agua que son elementos importantes para la biodiversidad pero sensibles al deterioro.

VII.2 Descripción y análisis del escenario con Proyecto

El escenario socio ambiental previsto en el SAR con la implantación del Proyecto Tamuín 1, es el siguiente.

Durante la etapa de preparación del sitio y construcción (durará 24 meses) el Proyecto será un polo de atracción temporal de trabajadores, habrá oportunidades para la población del SAR y sus alrededores. La demanda de servicios (alimentación, hospedaje, suministro de combustible, reparaciones, etc.) provocará un crecimiento en la economía de la región, es previsible que la mayor parte de los servicios se demanden principalmente en Tamuín, por ser la localidad urbana más cercanas al Proyecto. Una parte importante de la mano de obra requerida para la construcción provendrá de las poblaciones cercanas al Proyecto.

Durante la operación, la demanda de servicios será mucho menor, una parte de los trabajadores que participarán en la operación se contratarán con pobladores de la vecindad.

En la etapa de operación el principal efecto del Proyecto será sobre el paisaje, ya que de las 371.5 ha del sitio se utilizarán 336.8 ha para desarrollar el Proyecto (se conservarán 34.7 ha que corresponde a cuerpos de agua y sus márgenes); la superficie que se ocupará son terrenos que se dedican a actividades pecuarias. En la superficie en la que desarrollará el Proyecto será eliminada la cubierta vegetal, el terreno será nivelado y se instalarán 654,360 paneles fotovoltaicos, edificios para oficinas, subestación Elevadora y se desarrollarán caminos interiores, además será rodeado por una cerca de malla ciclónica.

La ocupación de estos terrenos no afectará la biodiversidad en el SAR, ya que se ocuparán terrenos desprovistos de vegetación original y las con manchones de vegetación secundaria que crece en las márgenes de los cuerpos de agua será conservada. El área de influencia es una franja pequeña alrededor del polígono del sitio ya que durante la operación del Proyecto no habrá ruido, emisiones a la atmósfera, ni descargas de aguas residuales. El Proyecto no utilizará agua del acuífero Tamuín, en ninguna de sus etapas, por lo que no será un factor de presión sobre este recurso del SAR, el agua para la limpieza de los paneles se adquirirá con una empresa. El escenario del SAR con el Proyecto se muestra en la Figura VII.2.

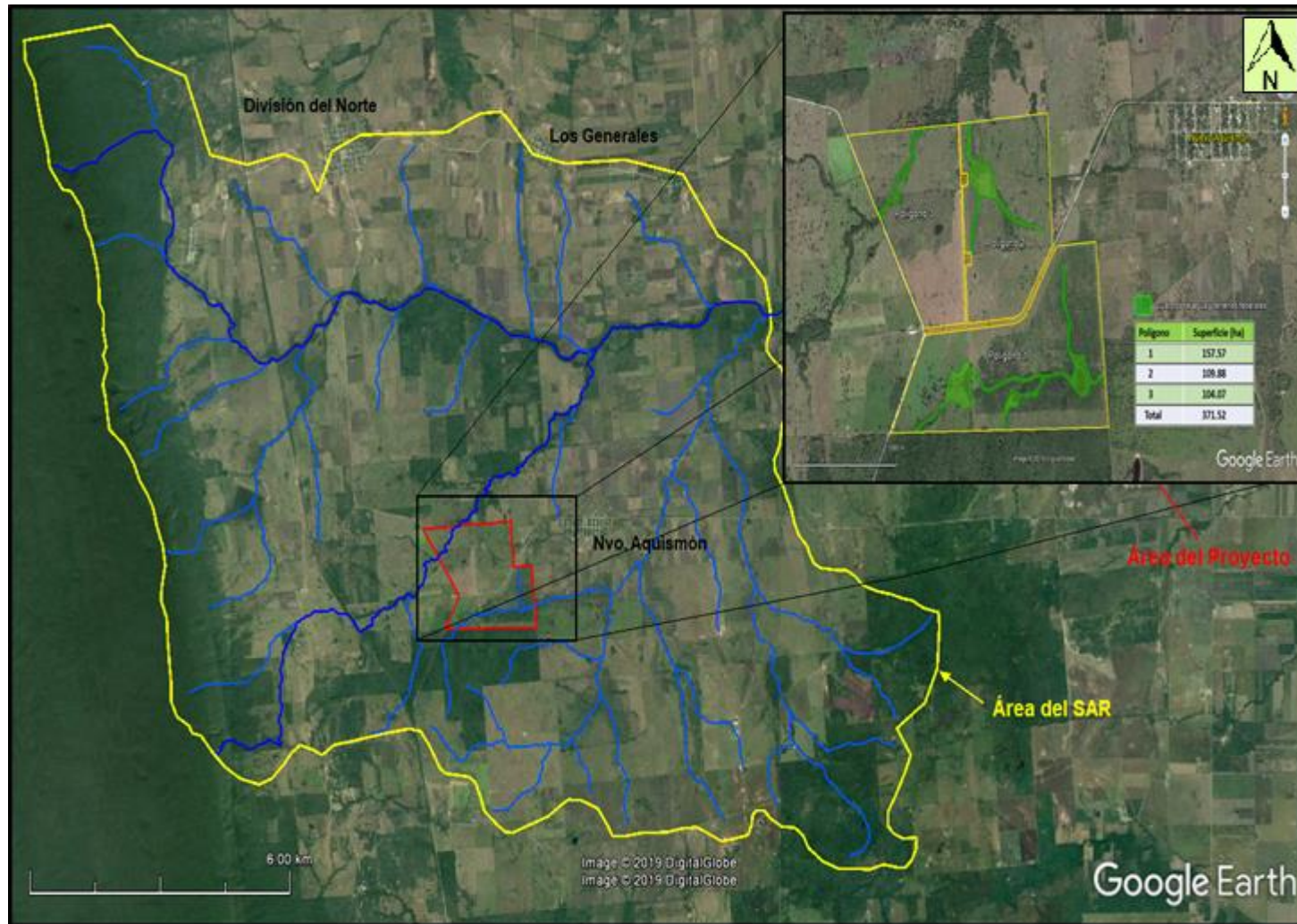


Figura VII.2 Escenario de la inserción del Proyecto Tamuín 1 en el SAR, se resalta los cuerpos de agua y los terrenos adyacentes que no serán afectados por el Proyecto y el poblado Nuevo Aquismón de donde se estima provendrán trabajadores para la construcción.

VII.3 Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación

Con base en el análisis de impacto ambiental efectuado, se definieron las medidas de prevención, mitigación y compensación para todos los impactos ambientales identificados. A continuación se describen las medidas de mitigación y compensación, destacando las medidas para los impactos sobre los componentes ambientales críticos.

Con respecto a la calidad del aire, durante la etapa de construcción, los vehículos automotores y maquinaria, se sujetarán a un programa de mantenimiento, con la finalidad de que los equipos de control de los contaminantes mantengan en condiciones adecuadas y que no emitan gases contaminantes por encima de los niveles establecidos en las regulaciones aplicables. Además, las terracerías serán regadas en temporada de secas con el fin de evitar que se levante polvo.

Durante la etapa de operación, el Proyecto no incrementará la presión sobre el acuífero Tamuín, ya que el agua que ocupará para la limpieza de los paneles será suministrada por un proveedor. En la etapa de operación se instalará un sistema para el tratamiento del agua sanitaria cumpliendo con la NOM-001-SEMARNAT-1996.

Con la finalidad de mitigar el impacto visual del campo de paneles, se instalará una franja de árboles en la periferia del polígono del Proyecto utilizando especies autóctonas. Con esta medida, se incrementará la cubierta de vegetación en el SAR y estas áreas podrían servir de refugio y alimentación de algunas especies de fauna silvestre. Asimismo se conservarán la vegetación secundaria existente en las márgenes de los cuerpos de agua presentes en el sitio del Proyecto.

En todas las etapas del Proyecto, se establecerán programas para el manejo de los residuos que se generen, con lo cual se controlarán los residuos y se evitará que contaminen cuerpos de agua o el suelo. Dichos programas se prepararán considerando las regulaciones federales, estatales y municipales aplicables. Se mantendrán bitácoras para llevar el registro del manejo de todos los residuos. El escenario del SAR con el Proyecto se muestra en la Figura VII.3.

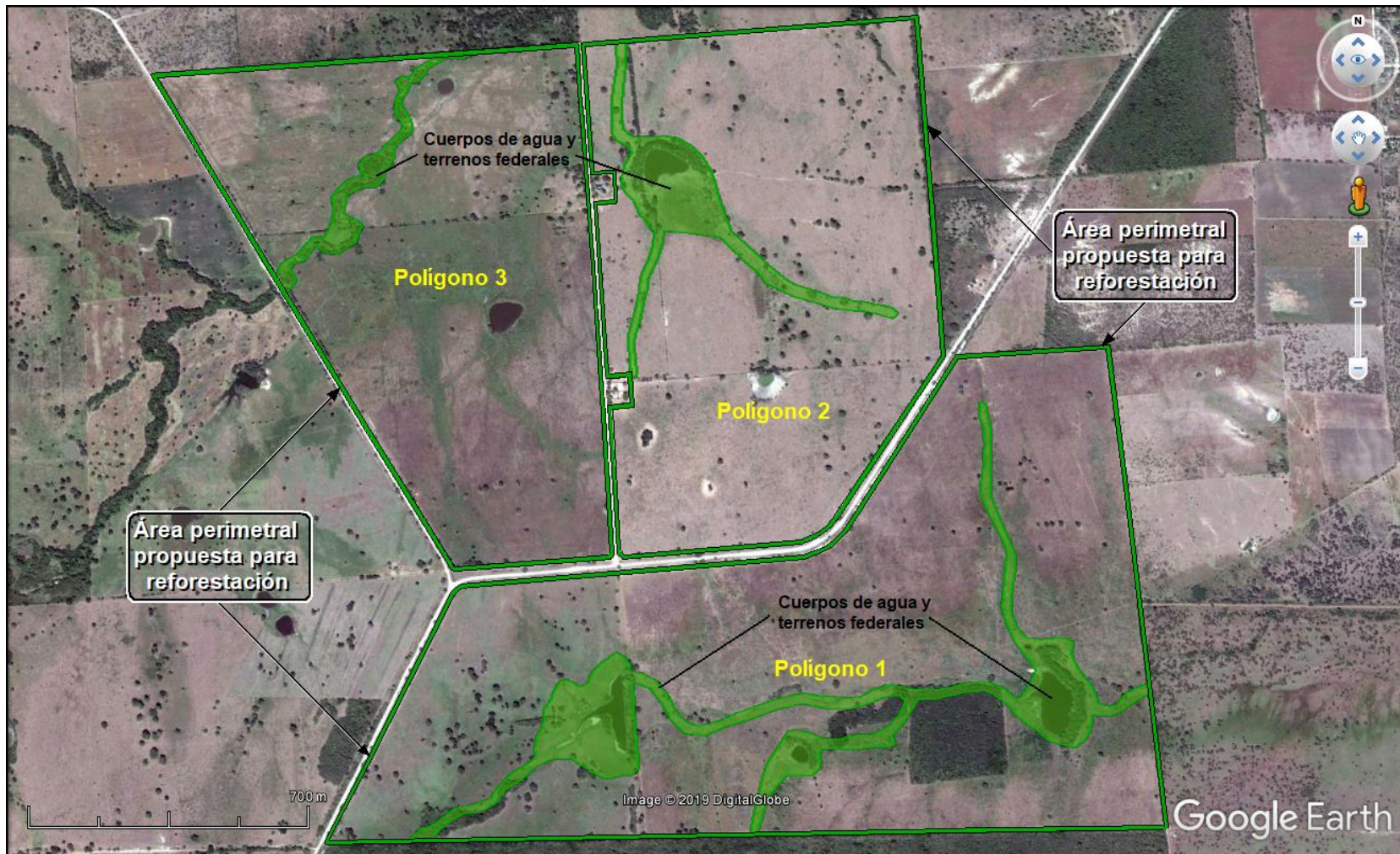


Figura VII.3 Escenario con las principales medidas de mitigación que se aplicarán en el Proyecto Tamuín 1: Perímetro del sitio reforestado y cuerpos de agua y márgenes que será conservado

VII.4 Pronóstico ambiental

La construcción y operación del Proyecto Tamuín 1 no tendrá efectos negativos significativos sobre los componentes ambientales del SAR. Se han establecido acciones para mitigar y controlar todos los efectos negativos que traerían la construcción y operación de este Proyecto; en particular se han definido acciones para no afectar a los componentes ambientales críticos. Asimismo, se han determinado acciones para compensar algunos impactos. En el SAR, el principal impacto residual del Proyecto se presentará en el paisaje, a pesar de la barrera arbolada que se establecerá en la periferia sobresaldrán las edificaciones de la central, lo cual contrastará con el paisaje pecuario. El impacto residual que tendrá un efecto acumulativo, es el cambio de uso de suelo de terrenos agrícolas.

Los efectos positivos del Proyecto Tamuín 1 son: la derrama económica para la zona, los empleos que se generarían y que no se ejercerá presión sobre los recursos hídricos del SAR.

VII.5 Construcción de Escenarios y Evaluación de alternativas

El sitio elegido para establecer el Proyecto Tamuín 1 ofrece la ventaja ambiental de que pretende desarrollarse en un predio dedicado a actividades pecuarias por lo que no se afectarán áreas forestales. Además, el Promoviente ha mantenido buena relación con las comunidades vecinas; por lo que no se han manifestado objeciones sociales para el desarrollo de este Proyecto. Por estas razones, no se evaluaron alternativas para desarrollar el Proyecto Tamuín 1.

VII.6 Conclusiones

La tecnología fotovoltaica fue seleccionada para este Proyecto considerando las siguientes ventajas ambientales: se aprovecha un recurso abundante (energía solar) y no se utiliza combustible fósil para la generación de electricidad, lo que repercute en que no se emiten gases de efecto invernadero. Asumiendo que este Proyecto genere 484 012 MWh/año, se estima que se evitaría la emisión a la atmósfera de entre 270 577 y 575 030 t de CO₂ anuales, dependiendo del combustible fósil que se utilice (gas natural, carbón, petróleo o diésel). Además para la operación no se requiere una gran cantidad de agua, con lo cual no se ejerce presión sobre un recurso muy escaso en el SAR.

Considerando que: 1) no se afectarán terrenos forestales, 2) se aprovechará una fuente renovable de energía, 3) no se consumirá agua para la generación de la energía eléctrica, 4) se generaran empleos, se concluye que el Proyecto Tamuín 1 es ambientalmente viable.

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

VIII.1 Presentación de la información

Para la ubicación del área del proyecto Tamuín 1, tanto a nivel macro como micro, así como del área de influencia del proyecto, poblados cercanos, vías de acceso, hidrología superficial, usos del suelo, reconocimiento de unidades ambientales, etc., se consultó cartografía publicada del INEGI, escalas 1:50 000 y 1:250 000.

Para los aspectos abióticos, bióticos y socioeconómicos se recurrió a la información de bibliotecas de institutos de investigación, recorridos de campo y visitas a estaciones climatológicas, así como consultas de páginas electrónicas de Internet, tales como de la Presidencia de la República, CONABIO, INEGI, SEMARNAT, CONAGUA, gobierno del estado de San Luis Potosí, etc. La bibliografía usada se relaciona en el Anexo G de este capítulo etc.

Con esta información se logró:

1. Conceptualizar la estructura del Sistema Ambiental e identificar los factores de presión y componentes ambientales críticos.
2. Conocer el Estado actual y tendencias de componentes ambientales y factores de presión.

La información técnica del proyecto y su diseño, está basado en la normativa y especificaciones nacionales así como en códigos internacionales para la construcción, sistemas de seguridad como ANSI, ASME, ASTM y NFPA, Leyes, Reglamentos y Normas Oficiales Mexicanas en materia de regulación ambiental.

VIII.2 Metodologías

VIII.2.1 Metodología para la caracterización de las comunidades vegetales en el área del Proyecto.

Para alcanzar los diferentes objetivos en un estudio de la vegetación existen múltiples alternativas metodológicas. La selección de la metodología más adecuada dependió de:

- El tipo de vegetación del área estudiada;
- El conocimiento previo que se disponga de la flora y vegetación de la zona;
- Modelo teórico acerca de la naturaleza de las comunidades que adopte el investigador;
- Los recursos (económicos, humanos, tecnológicos y tiempo) disponibles para desarrollar el estudio regional;
- La relación entre los costos y los beneficios obtenidos;

- La necesidad de adecuarse a protocolos de trabajo precedentemente empleados a los efectos de poder realizar comparaciones (Graf y Sayagués, 2000)

El trabajo realizado para reconocer y caracterizar la cubierta vegetal, se conformó de tres fases.

Fase 1 - de gabinete. Para determinar las comunidades vegetales que pudieran encontrarse en el área de interés, previo al trabajo de campo, se recopiló la bibliografía existente sobre estudios de vegetación y flora que se han realizado en la región. Posteriormente, se procedió al análisis preliminar de la información y se elaboró una lista florística de las especies que posiblemente se distribuyen en La región, con especial interés en los elementos florísticos que presentan alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010). Asimismo se revisó la cartografía.

Fase 2 - de campo y determinación. El trabajo de campo consistió en el reconocimiento y caracterización de los usos de suelo y las comunidades vegetales que se distribuyen en el Sistema Ambiental Regional (SAR) definido para el proyecto. Se realizó un recorrido general a fin de evaluar el paisaje y seleccionar las técnicas de muestreo a desarrollar. Debido al alto grado de disturbio, se establecieron muestreos dirigidos para obtener en la medida de lo posible una amplia representatividad de la diversidad florística existente en el área.

Se tomaron datos generales (coordenadas UTM, pendiente, tipo de erosión, factores de disturbio, etc.) en varios puntos, así como mediciones de los individuos (nombre científico y/o común de las especies, diámetro normal y altura) de la vegetación arbórea, herbácea y arbustiva. Asimismo, se tomaron fotografías de las condiciones ecológicas del sitio y de las características morfológicas de las especies para facilitar su identificación.

Otras actividades de campo llevadas a cabo fueron:

- Ubicación geográfica y distribución de cada una de las comunidades vegetales, esto mediante el empleo de un geoposicionador (GPS).
- Toma de datos como tipo de terreno, suelo, pendiente; así como las evidencias de perturbación en cada punto de muestreo y registro fotográfico.

Fase 3 - de análisis. Esta última etapa consistió en la sistematización y análisis de la información recopilada en las dos etapas anteriores. Básicamente se logró la descripción de la composición florística y estructural en cada uno de los puntos de muestreo establecidos en campo. Las especies incluidas en alguna categoría de riesgo se determinaron con base en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010). Los resultados de esta etapa fueron los siguientes:

- Determinación y descripción de las comunidades vegetales
- Un listado florístico final para el área de estudio
- Usos locales de la flora

VIII.2.2 Metodología empleada en la identificación de la fauna silvestre en el área del Proyecto

Es importante señalar que cuando se realiza trabajo de campo para la captura de fauna silvestre, se deben tener objetivos específicos ya que con mucha frecuencia la falta de experiencia provoca que se capturen animales solo con el propósito de conocerlos y si esto le asociamos la falta de experiencia que se tiene para registrar la información biológica y para preservar los especímenes, esto trae como resultado: la muerte de los animales, en algunos casos terminan olvidados en un frasco de alcohol y en otros acaban en los cestos de basura (Romero-Almaraz, et al., 2007).

La información relacionada de la fauna con distribución potencial en el SAR fue obtenida en tres etapas, mismas que se describen a continuación de manera simple, pero que se expone ampliamente en el Anexo F.

Primera etapa: Se elaboró una lista preliminar de la fauna con probabilidades de ser encontrada en el SAR, la cual fue integrada a partir de la consulta de publicaciones de fauna de vertebrados publicadas para la zona o región. A cada una de estas especies, le fue asignada su estado de conservación de acuerdo con los criterios de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010), la lista del libro rojo de la IUCN y la clasificación de la CITES (Anexo G). En el SAR no existen estudios de fauna, por lo que se desconoce la riqueza de la fauna; no obstante, en el estudio del Ordenamiento Ecológico del estado de San Luis Potosí (2008), que aún no se publica, se reporta 41 especies de anfibios y 147 de reptiles, 487 especies de aves y 154 especies de mamíferos.

Segunda etapa: Registro de fauna basado en trabajo de campo, el cual se llevó a cabo en noviembre de 2018. Se realizaron muestreos de vertebrados terrestres en el SAR y en el sitio del Proyecto. Debido a las diferencias de hábitos, movilidad y requerimientos ecológicos, cada grupo de vertebrado precisó de una metodología propia para ser detectado, ésta se describe en el Anexo B.

Tercera etapa: En esta etapa se analizó la información obtenida en campo, la cual fue complementada con la obtenida de la literatura correspondiente. De esta manera se integró el listado de las especies presentes en el SAR, se calificó la abundancia relativa de las poblaciones de cada especie, el estado de conservación y la importancia que este recurso tiene para los pobladores o bien el efecto que la obra proyectada pudiera tener sobre la fauna.

VIII.2.3 Metodología empleada para la valoración del Paisaje

El paisaje es la parte perceptible del ambiente, el cual resulta de un gran número de interrelaciones subyacentes entre diferentes elementos físicos, la flora y fauna. El paisaje es un indicador de todos los acontecimientos o procesos que han ocurrido durante la historia o están ocurriendo con respecto a procesos naturales y las actividades humanas.

Para realizar la evaluación del paisaje en el SAR se aplicó el *método de valoración a través de componentes del paisaje* considerando el método propuesto por Conesa Fernández-Vítora (1995). Este autor define a la Estética como “aquello que está relacionado con las características tanto de los objetos observados como las de los seres humanos que los perciben y cuya combinación hace que el objeto sea agradable o desagradable”

VIII.2.4 Metodología de evaluación de impactos ambientales

La metodología para la identificación de impactos ambientales considera, en una primera parte la técnica de la matriz de Leopold modificada; y en una segunda etapa, la evaluación de las interacciones identificadas en la matriz, utilizando una modificación de la propuesta metodológica de Bojorquez, et. al. (1998). La metodología utilizada comprende las siguientes etapas:

1. Elaboración de una lista de las acciones relevantes que comprende el proyecto
2. Elaboración de una lista de factores y componentes ambientales
3. Identificación de interacciones ambientales
4. Asignación de categorías de impactos
5. Cálculo de índices
6. Significancia de impacto
7. Construcción de matrices de resultados (matriz cribada)
8. Descripción de los impactos identificados por etapa del proyecto
9. Balance de impacto

La información a detalle de cada una de las etapas se describe en el capítulo V (identificación y evaluación de impactos).

VIII.3 Anexos citados en el documento y que conforman este capítulo

Anexo A. Plano general de planta proyecto Tamuín 1

Anexo B. Técnicas de muestreo vegetación y fauna

Anexo C. Fotográfico vegetación

Anexo D. Fotográfico fauna

Anexo E. Listado especies de vegetación registradas en el SAR del proyecto Tamuín 1

Anexo F. Índices empleados para comunidad arbórea

Anexo G. Bibliografía

VIII.4 Glosario

Acahual. Nombre común que se da a las asociaciones vegetales secundarias en zonas de cultivo y pastoreo cuando son abandonadas y que se forman una vez destruida la original.

Acuífero: Una zona subterránea de roca permeable saturada con agua bajo presión. Para aplicaciones de almacenamiento de gas un acuífero necesitará estar formado por una capa permeable de roca en la parte inferior y una capa impermeable en la parte superior, con una cavidad para almacenamiento de gas.

Acumulación (AC): Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continua o reiterada a la acción que lo genera. Cuando una acción no produce efectos acumulativos, el efecto se valora como uno. Si el efecto producido es acumulativo el valor se incrementa a cuatro.

Agua freática: Es el agua natural que se encuentra en el subsuelo, a una profundidad que depende de las condiciones geológicas, topográficas y climatológicas de cada región. La superficie del agua se designa como nivel del agua freática.

Ambiente.- Conjunto de elementos naturales y artificiales o inducidos por el hombre que hacen posible la existencia y desarrollo de los seres humanos y demás organismos vivos que interactúan en un espacio y tiempo determinado.

Amenazas: Elementos, actividades, acciones o eventos externos al proyecto que son fuentes potenciales de cambio, son impactos externos al proyecto y se incluyen en esta categoría todas las actividades humanas y eventos naturales, que afectan positiva o negativamente el ambiente natural, pero que no forman parte de alguna de las fases del proyecto.

Anfibios. Se dice de los vertebrados de temperatura variable que son acuáticos y respiran por branquias durante su primera edad, se hacen aéreos y respiran por pulmones en su estado adulto. En el estado embrionario carecen de amnios y alantoides.

Antropizada. Creado o modificado por el hombre y sus actividades.

Arbóreo. Referente al estrato conformado por las especies de árboles, generalmente mayores a 3 m de alto y que habitan un lugar.

Arbustivo. Estrato conformado por plantas leñosas, menores a 3 m, cuyo tallo se ramifica desde la base.

Asociados. Cuando una o más especies dependen de ciertas condiciones físicas para que se de su presencia. En este caso, las asociaciones se hicieron con tipo de vegetación necesaria para que los organismos estuvieran presentes.

Caducifolio. Se refiere a los árboles o arbustos que pierden su follaje durante una parte del año.

Cauce. Porción inferior de un valle fluvial ocupada por la corriente.

Clímax. Etapa final de la sucesión de comunidades vegetales, que se encuentra en equilibrio con el ambiente.

Composición. La manera como está integrado un grupo de organismos. Se aplica en particular, dentro de la biología, para la ordenación jerarquizada y sistemática, con sus nombres, de los grupos de organismos.

Comunidad vegetal. Se llama así a la colección de especies vegetales que crecen en una localidad determinada y que demuestran una asociación o afinidad definida una con otra.

Componentes Ambientales Relevantes. Se determinarán sobre la base de la importancia que tienen en el equilibrio y mantenimiento del sistema, así como por las interacciones proyecto-ambiente previstas.

Corredor biológico. Espacio geográfico limitado que proporciona conectividad entre paisajes, ecosistemas y hábitats naturales o modificados.

Corriente. Término utilizado para definir distintos movimientos del agua, aire u otros fluidos.

Contingencia ambiental: Situación de riesgo, derivada de actividades humanas o fenómenos naturales, que puede poner en peligro la integridad de uno o varios ecosistemas.

Cuenca. Área de límites elevados que separa al drenaje dentro de diferentes sistemas de ríos.

Decibel: Décima parte de un Bel; su símbolo es dB.

Degradación: Cambio o modificación de las propiedades físicas y químicas de un elemento, por efecto de un fenómeno o de un agente extraño. Proceso de descomposición de la materia, por medios físicos, químicos o biológicos.

Derecho de vía: Bien del dominio público de la Federación constituido por la franja de terreno de anchura variable, que se requiere para la construcción, conservación, ampliación, protección, mantenimiento y en general para el uso adecuado de una vía de comunicación o de una instalación para el transporte de fluidos y de sus servicios auxiliares. Se incluyen en la presente definición los derechos de vía de caminos, carreteras, ferrovías, líneas de transmisión telefónicas y eléctricas, así como las de las tuberías de ductos para el transporte de agua, hidrocarburos, petrolíferos y petroquímicos.

Desequilibrio ecológico: La alteración de las relaciones de interdependencia entre los elementos naturales que conforman el ambiente, que afecta negativamente la existencia, transformación y desarrollo del hombre y demás seres vivos

Desmonte. Remoción total de la cubierta vegetal en el área donde se llevará a cabo alguna construcción.

Distribución. Arreglo espacial de una especie sobre su hábitat.

Distribución potencial. Es la extensión de terreno en el que las especies pueden habitar, con base en su capacidad de adaptación a diferentes condiciones climáticas. La distribución real o verificada generalmente es menor que la potencial.

Dosel. Piso superior, techo.

Efecto. Este a tributo se refiere a la relación causa efecto, o forma de manifestación de un factor, como consecuencia de una acción. El efecto puede ser directo o primario, siendo en este caso la repercusión de la actuación consecuencia directa de está. En el caso de que el efecto sea indirecto o secundario, su manifestación no es consecuencia directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando éste como una acción de segundo orden. Este término toma valor de uno en el caso de que el efecto sea secundario y el valor cuatro cuando sea directo.

Emisión: La descarga directa o indirecta a la atmósfera de energía, o de sustancias o materiales en cualesquiera de sus estados físicos.

Energía fotovoltaica. Al tipo de electricidad(energía eléctrica) que se obtiene directamente de los rayos del sol gracias a la foto-detección cuántica de un dispositivo. La energía fotovoltaica permite producir electricidad para redes de distribución, abastecer viviendas aisladas y alimentar todo tipo de aparatos.

Erosión. Pérdida progresiva del suelo que se produce en los terrenos por la acción del agua, del viento y de agentes biológicos.

Escurrimiento. Parte de la precipitación (agua de lluvia) que aparece en las corrientes superficiales, perennes, intermitentes o efímeras.

Especie. La unidad básica de clasificación taxonómica, formada por un conjunto de individuos que presentan características morfológicas, etológicas y fisiológicas similares, que son capaces de reproducirse entre sí y generar descendencia fértil, compartiendo requerimientos de hábitat semejantes.

Especie amenazada. Aquella especie, o poblaciones de la misma, que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazos, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones (NOM-059-SEMARNAT-2001).

Especie Indicadora. Población de organismos capaz de dar a conocer el deterioro ambiental en un hábitat.

Especie en peligro de extinción. Aquella especie cuya área de distribución o tamaño de sus poblaciones en el territorio nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural, debido a factores tales como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros (NOM-059-SEMARNAT-2001).

Especie endémica. Aquella que tiene distribución restringida a nivel regional, estatal o de país.

Especies con estatus: Las especies y subespecies de flora silvestre, catalogadas como en peligro de extinción, amenazadas, raras y sujetas a protección especial en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001.

Especie sujeta a protección especial. Aquella especie o población que podría llegar a encontrarse amenazada por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se

determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas (NOM-059-SEMARNAT-2001).

Especie y subespecie en peligro de extinción: Es una especie o subespecie cuyas áreas de distribución o tamaño poblacional han sido disminuidas drásticamente, poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su rango de distribución por múltiples factores, tales como la destrucción o modificación drástica de su hábitat, restricción severa de su distribución, sobreexplotación, enfermedades, y depredación, entre otros.

Especie y subespecie endémica: Es aquella especie o subespecie, cuya área de distribución natural se encuentra circunscrita únicamente a la República Mexicana y aguas de jurisdicción federal.

Especie y subespecie sujeta a protección especial: Aquélla sujeta a limitaciones o vedas en su aprovechamiento por tener poblaciones reducidas o una distribución geográfica restringida, o para propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de especies asociadas.

Estrato.- Porción de la masa de la comunidad vegetal, contenida dentro de los límites determinados de altura.

Extensión (EX): Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto (porcentaje del área respecto al entorno en el que se manifiesta el efecto). La selección producirá un efecto muy localizado; considerando lo siguiente: impacto como un carácter puntual (uno). Si, por el contrario, el efecto no admite una ubicación precisa dentro del entorno del proyecto, teniendo una influencia generalizada en todo, el impacto será total (ocho), considerando las situaciones intermedias, según gradación, como impacto parcial (dos) y extenso (cuatro). En el caso de que el efecto sea puntual pero se produzcan en un lugar crítico (vertidos próximos y aguas arriba de una toma de agua, degradación paisajística en una zona muy visitada, etc), se le atribuirá un valor de cuatro unidades por encima del porcentaje de extensión en que se manifiesta.

Fauna silvestre. Las especies animales que subsisten sujetas a los procesos de selección natural y que se desarrollan libremente.

Fisonomía. Aspecto general de la vegetación, de la planta, etc.

Flora. Conjunto de plantas que habitan en una región, analizado desde el punto de vista de la diversidad de los organismos

Fuentes fijas: Todo tipo de industria, máquinas con motores de combustión, terminales y bases de autobuses y ferrocarriles, aeropuertos, clubes cinegéticos y polígonos de tiro; ferias, tianguis, circos y otras semejantes.

Fuentes móviles. Aviones, helicópteros, ferrocarriles, tranvías, tractocamiones, autobuses integrales, camiones, automóviles, motocicletas, embarcaciones, equipo y maquinaria con motores de combustión y similares.

Hábitat.- Espacio físico, definido por características únicas en el cual una población ó comunidad interacciona con los factores bióticos y abióticos.

Herbáceo. Con aspecto de hierba, plantas no leñosas de consistencia blanda.

Huella. Impresión en el terreno de las extremidades delanteras (manos) o traseras (patas) de mamíferos.

Impacto ambiental. Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.

Impacto ambiental acumulativo. El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.

Impacto ambiental residual. El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

Impacto ambiental significativo o relevante: Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.

Impacto ambiental sinérgico: Aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.

Impacto benéfico: Como impactos benéficos, se pueden reconocer a aquellos que son infringidos al sistema socio-ambiental que retribuyen e impulsan un proceso positivo que puede o no significar retribuciones económicas.

Importancia. Indica qué tan significativo es el efecto del impacto en al ambiente. Para ello se considera lo siguiente: La condición en que se encuentran el o los elementos o componentes ambientales que se verán afectados. La relevancia de la o las funciones afectadas en el sistema ambiental. La calidad ambiental del sitio, la incidencia del impacto en los procesos de deterioro. La capacidad ambiental expresada como el potencial de asimilación del impacto y la de regeneración o autorregulación del sistema. El grado de concordancia con los usos del suelo y/o de los recursos naturales actuales y proyectados.

Intensidad: Este término se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en que actúa. El factor está comprendido entre 1 y 12 en el que 12 expresará una destrucción total del factor en el área en la que se produce el efecto y el 1 representa una afección mínima. Los valores intermedios entre estos dos términos manifestarán una afectación parcial.

Intermitente. Relativo a río o arroyos con agua sólo en determinada época del año.

Irreversible. Aquel cuyo efecto supone la imposibilidad o dificultad extrema de retornar por medios naturales a la situación existente antes de que se ejecutara la acción que produce el impacto.

Magnitud. Extensión del impacto con respecto al área de influencia a través del tiempo, expresada en términos cuantitativos.

Magnitud del impacto: Medida relativa del cambio que experimenta cada componente relevante al ejecutarse el proyecto con relación al valor que presenta dicho componente en el área de influencia.

Material peligroso: Elementos, sustancias, compuestos, residuos o mezclas de ellos que, independientemente de su estado físico, represente un riesgo para el ambiente, la salud o los recursos naturales, por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas.

Medidas de mitigación. Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar el impacto ambiental y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.

Medidas de prevención: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente.

Momentos (MO): El plazo de manifestación del impacto alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción (t_0) y el comienzo del centro (t_j) sobre el factor del medio considerado. Así pues, cuando el tiempo transcurrido sea nulo, en momentos será inmediato, y si es inferior a un año, (corto plazo) se le asignará un valor de (cuatro). En un periodo de tiempo que va de uno a cinco años, (largo plazo), se asignará también un valor (uno).

Naturaleza del impacto. Se refiere al efecto benéfico o adverso de la acción sobre el ambiente.

Nivel freático: Nivel superior de la zona saturada, en el cual el agua contenida en los poros se encuentra sometida a la presión atmosférica.

Óxidos de azufre (SO_x): Compuestos generados por los procesos de combustión de energéticos que contengan azufre en su composición. Contribuyen al fenómeno de la lluvia ácida.

Óxidos de nitrógeno (NO_x): Término genérico para los gases de óxido de nitrógeno. Compuestos generados durante los procesos de combustión.

Paisaje. Parte de la superficie terrestre que en su imagen externa y en la acción conjunta de los fenómenos que lo constituyen presenta caracteres homogéneos y cierta unidad espacial básica. Canter (1998) define al paisaje como una extensión del escenario natural visto por un ojo de una sola vista, o la suma total de las características que distinguen una determinada área de la superficie de la tierra de otras áreas.

En otras palabras, el paisaje se analiza tomando en consideración las condiciones paisajísticas que pueden ser divididas en características intrínsecas como la calidad visual (sensibilidad) y las

extrínsecas como la visibilidad; además, de considerar la capacidad de la naturaleza para absorber el impacto de la implantación de un proyecto, obra o actividad (fragilidad) tomando en cuenta la textura, el contraste y la composición con el entorno natural y por último, la consideración de los aspectos social y cultural de la zona.

Partículas suspendidas totales (PST): Término utilizado para designar la materia particulada en el aire.

Pendiente. Declive de los flancos de un cerro, montaña o sierra.

Perenne. Relativo a ríos o arroyo con agua todo el año.

Periodicidad. Se refiere a la regularidad de manifestación, bien sea de manera cíclica o recurrente (efecto periódico), de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular), o constante en el tiempo (efecto continuo). A los efectos continuos se les asigna un valor cuatro, a los periódicos un valor de dos y a los de aparición irregular, que deben evaluarse en términos de probabilidad de ocurrencia, y los discontinuos uno. Un ejemplo de efecto continuo, es la ocupación de un espacio consecuencia de una construcción. El incremento de los incendios forestales durante el estío, es un efecto periódico, intermitente y continúan en el tiempo. El incremento del riesgo de incendios, consecuencia de una mejor accesibilidad a una zona forestal, es un efecto de aparición irregular, no periódico, ni continuo pero de gravedad excepcional.

Persistencia. Se refiera al tiempo que supuestamente, permanecerá el efecto desde su aparición y, a partir del cual el factor afectado retornará a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales, o mediante la introducción de medidas correctoras. Situará menos de un año, considerando que la selección produce un efecto fugaz, asignándole un valor de uno. Si dura entre uno y diez años es considerado temporal (dos); y si el efecto tiene una duración superior a los diez años, consideramos el efecto como permanente asignándole un valor de cuatro. La persistencia es independiente a la reversibilidad. Un efecto permanente, puede ser reversible o irreversibles. Los efectos fugaces y temporales son siempre reversibles recuperables y los efectos permanentes pueden ser irreversibles e irrecuperables.

Ppm (PPM): Partes por millón.

Rastro. Cualquier señal o indicio que dejan los mamíferos durante sus actividades.

Recuperabilidad. Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial del factor afectado como consecuencia del proyecto, es preciso con la posibilidad de retornar las condiciones iniciales previas a la actuación, por medio de intervención humana (introducción de medidas correctoras). Si el efecto es totalmente recuperable, se le asigna un valor de uno o dos, según lo sea de manera inmediata o a medio plazo, si no es parcialmente, el efecto liquidable toma un valor de cuatro. Cuando el efecto es irrecuperable con alteración imposible de reparar, tanto por la acción natural, como por la humana se le asignará un valor de 8. En el caso de ser irrecuperable existe la posibilidad de introducir medidas compensatorias por lo tanto el valor asignado será cuatro.

Redes de niebla. Redes de nylon de 6 y 9 m de longitud y 2,5 m de ancho y abertura de malla de 3/4 de pulgadas, que se utilizan para atrapar aves o murciélagos sin hacerles daño.

Región ecológica: La unidad del territorio nacional que comparte características ecológicas comunes.

Relieve.- Irregularidades de una superficie topográfica, comprendiendo tanto depresiones como salientes; esto controlada por la estructura de los materiales.

Relicto.- Calificativo de reliquia. Comunidad vegetal bien representada en otras épocas, pero escasa o muy localizada en la actualidad.

Relleno sanitario: Sitio para el confinamiento controlado de residuos sólidos municipales.

Reptiles. Son animales vertebrados, que a diferencia de los anfibios, tienen la piel dura, cubierta de escamas, y sus huevos tienen cáscaras casi impermeables o son vivíparos. Estas dos características les permiten vivir lejos del agua en algunos de los habitats más secos del mundo. Aunque los reptiles tienen sangre fría, con frecuencia se calientan tomando sol; una vez que se han calentado pueden moverse más rápido.

Residuo: Cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó.

Restos orgánicos. Cualquier parte de los mamíferos (piel, huesos, astas, etc).

Reversibilidad. Ocurre cuando la alteración causada por impactos generados por la realización de obras o actividades sobre el medio natural puede ser asimilada por el entorno debido al funcionamiento de procesos naturales de la sucesión ecológica y de los mecanismos de autodepuración del medio.

Sedimento. Materia orgánica e inorgánica en partículas que se acumula de una manera suelta, sin consolidar.

Sinergia. Este atributo completa el reforzamiento de dos o más efectos simples. El componente total de la manifestación de los efectos simples, provocado por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que cabría esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente y no simultánea. Cuando una acción actúa sobre un factor, no es sinérgica con otras acciones que actúan sobre el mismo factor, el atributo toma el valor de uno, si presenta un sinergismo moderado el valor asignado será dos y si es altamente sinérgico cuatro.

Sistema ambiental. Es la interacción entre el ecosistema (componentes abióticos y bióticos) y el subsistema socioeconómico (incluidos los aspectos culturales) de la región donde se pretende establecer el proyecto.

Subcuenca. Se considera como una subdivisión de la cuenca; cada cuenca tiene por lo menos dos subcuencas.

Suelo. Cuerpo dinámico natural en la superficie de la tierra, en el cual crecen las plantas; compuesto de materiales minerales y orgánicos y formas vivientes.

Trampas Sherman. Trampas de aluminio que se ceban y se utilizan para la captura sin daño de pequeños mamíferos o micro mamíferos principalmente.

Transectos. Línea recta de tamaño considerable donde se van colocando las trampas Sherman, cada 10 m. También puede entenderse como recorridos realizados, por lo general a pie, a lo largo de una línea que permite facilitar información sobre la composición faunística.

UGA. Unidad mínima territorial donde se aplican tanto lineamientos como estrategias ambientales -de política territorial- aunado con esquemas de manejo de recursos naturales, es decir criterios o lineamientos finos del manejo de estos recursos, orientados a un desarrollo que transite a la sustentabilidad.

UTER. Unidades Territoriales donde se caracteriza y diagnostica la situación prevaleciente de los diversos factores que constituyen las dimensiones y potencialidades del territorio, así como los problemas que presenten y posibles conflictos territoriales. Con base en esta información se realiza una prospección para determinar los posibles escenarios territoriales del ordenamiento ecológico territorial.

Valle. Forma negativa del relieve, equivalente a una depresión estrecha y alargada, formada principalmente por procesos erosivos.

Vegetación riparia. Vegetación típica de las riberas de ríos y arroyos. Transversalmente se distinguen zonas de vegetación que van desde las plantas parcialmente sumergidas, hasta las formaciones arbóreas y arbustivas del bosque en galería.