



MEDIO AMBIENTE

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

Capítulo I

CONTENIDO

| | |
|--|---|
| I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL | 1 |
| I.1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO | 1 |
| I.1.1. NOMBRE DEL PROYECTO | 1 |
| I.1.2. UBICACIÓN DEL PROYECTO..... | 1 |
| I.1.3. DURACIÓN DEL PROYECTO | 4 |
| I.2. DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE | 5 |
| I.2.1. NOMBRE O RAZÓN SOCIAL | 5 |
| I.2.2. REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES DEL PROMOVENTE | 5 |
| I.2.3. NOMBRE Y CARGO DEL REPRESENTANTE LEGAL | 5 |
| I.2.4. DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE O DE SU REPRESENTANTE LEGAL PARA RECIBIR U OÍR NOTIFICACIONES | 5 |
| I.3. NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO | 6 |
| I.3.1. NOMBRE O RAZÓN SOCIAL | 6 |
| I.3.2. REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES..... | 6 |
| I.3.3. NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO | 6 |
| I.3.3.1. RFC..... | 6 |
| I.3.3.2. CURP | 6 |
| I.3.3.3. NÚMERO DE CÉDULA PROFESIONAL | 6 |
| I.3.4. DIRECCIÓN DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO PARA RECIBIR U OÍR NOTIFICACIONES | 6 |

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

El presente proyecto se denomina “**Construcción de Conexión Ferroviaria para unir Líneas S y V en el Municipio de Veracruz, Ver.**”, con pretendida ubicación en el municipio de Veracruz, en la Entidad Federativa de Veracruz de Ignacio de la Llave.

I.1.2. UBICACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto “*Construcción de Conexión Ferroviaria para unir Líneas S y V en el Municipio de Veracruz, Ver.*” se ubicará en el municipio de Veracruz, en la Entidad Federativa de Veracruz de Ignacio de la Llave, específicamente en el Predio “Torreón del Molino” de la Facultad de Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Veracruzana, sobre carretera Federal No. 140 Xalapa-Veracruz.

El municipio de Veracruz colinda al norte con el municipio de La Antigua y el Golfo de México; al este con el Golfo de México y el municipio de Boca del Río; al sur con los municipios de Boca del Río, Medellín y Manlio Fabio Altamirano; al oeste con los municipios de Manlio Fabio Altamirano, Paso de Ovejas y La Antigua (INEGI, 2009)¹ (figura 1).

Para llegar al área del proyecto desde la capital de la Entidad Federativa (Xalapa) se tiene como vía de acceso principal la carretera Federal No. 140 Xalapa-Veracruz, misma que comunica a la capital veracruzana con la zona urbana de Veracruz (SCT, 2013)². Se recorrerían cerca de 100 Km (1 hora 15 min) desde Xalapa, hasta el área del proyecto, pasando dos casetas de peaje, hasta llegar a la ciudad de Veracruz. Específicamente se debe ir por la carretera durante 100.4 km para dar vuelta en “u” en el retorno de Nuevo Veracruz y regresar 1.2 km en la entrada que dice “Torreón del Molino” hasta llegar al área del proyecto (Figura 1).

Es importante aclarar que el área del proyecto no se ubica en zonas de riesgo como paredes de cañones, zonas de fallas geológicas, de deslizamiento, zonas de litoral expuesta a oleaje de tormenta o desembocadura de río. Sin embargo, si se ubica en una zona con un índice de peligro de inundación en niveles altos por precipitaciones (esta información se detalla con mayor claridad en el capítulo IV del presente estudio).

¹ INEGI. (2009). Direcciones Generales y Vías de comunicación. Revisado el 5 de junio de 2020 disponible en: http://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/30/30193.pdf

² SCT. (2013). Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos -Veracruz, Veracruz Ignacio de la Llave. Revisado el 5 de junio de 2020 disponible en : http://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGST/Datos-Viales-2013/Velocidad/30_VERACRUZ.pdf

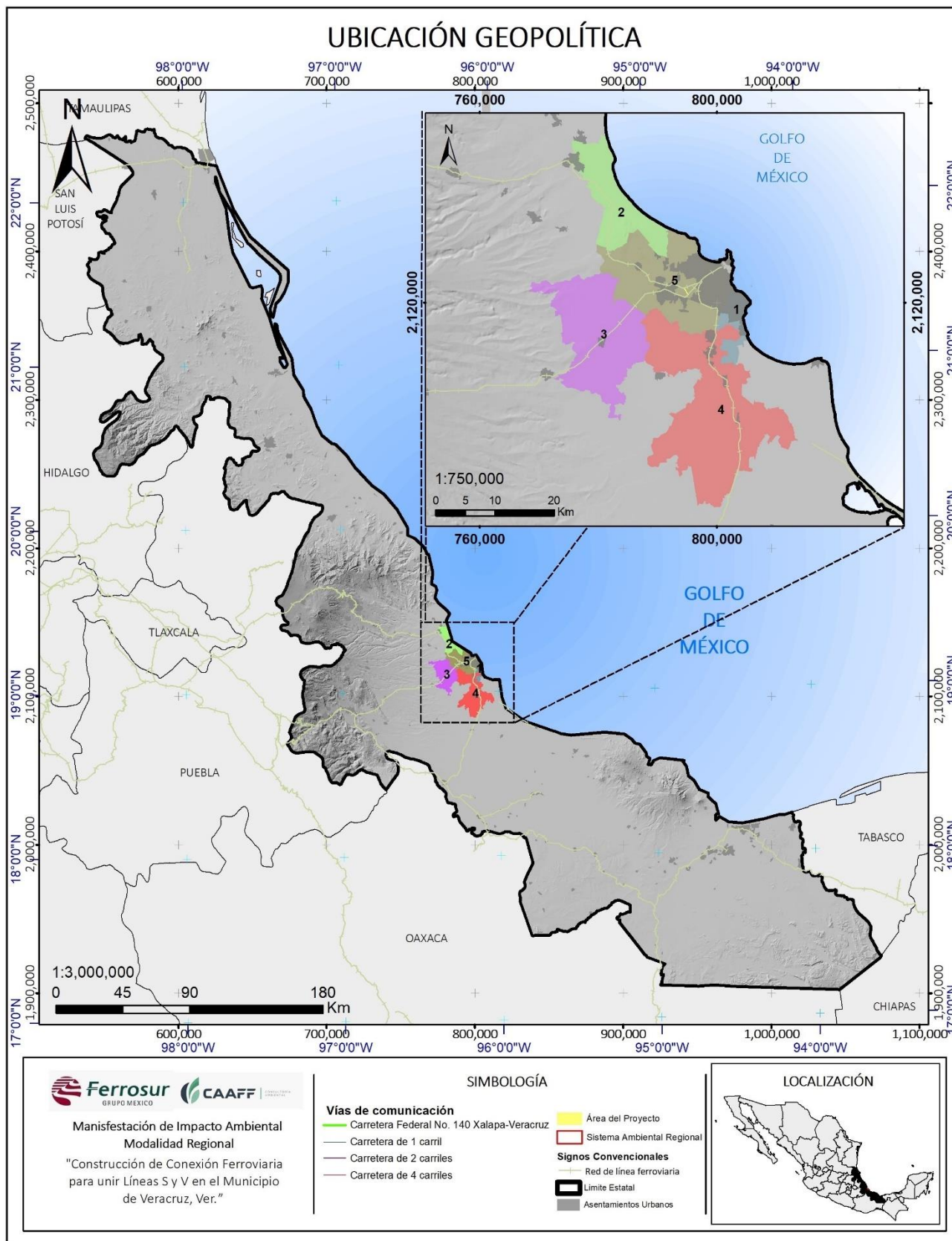


Figura 1. Ubicación geopolítica del área del proyecto

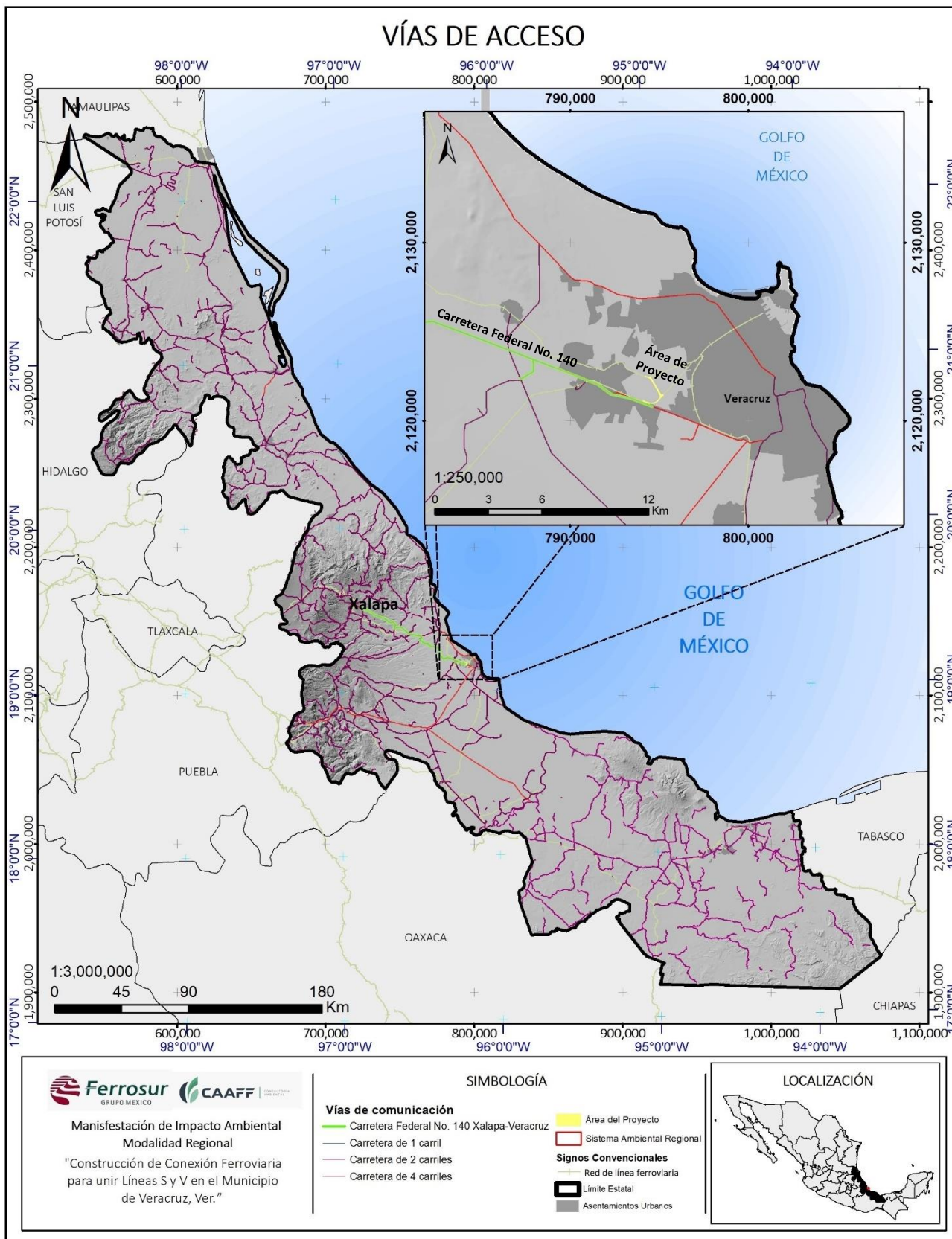


Figura 2. Vías de acceso al proyecto.

I.1.3. DURACIÓN DEL PROYECTO

El desarrollo de las actividades del proyecto, corresponde a una duración total de **1 año (12 meses)**, los cuales se distribuyen de la siguiente manera:

Tabla 1. Programa general de trabajo.

| ACTIVIDADES | | AÑOS | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|--|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|---------|----|
| | | MESES | | | | | | | | | | | 2-50... | |
| GENERALES | PARTICULARES | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | | 12 |
| Preparación del sitio | Delimitación | █ | | | | | | | | | | | | |
| | Desmonte y Despalme | █ | █ | █ | █ | █ | █ | | | | | | | |
| | Cortes y Nivelación | | | █ | █ | █ | █ | | | | | | | |
| Construcción | Suministro, recepción y acopio de materiales | | | | █ | █ | █ | █ | █ | | | | | |
| | Obras de Drenaje | | | | | | █ | █ | █ | █ | █ | | | |
| | Conformación de terracería | | | | | | | | █ | █ | █ | █ | | |
| | Armado de vía | | | | | | | | | █ | █ | █ | █ | |
| | Encauzamiento de descarga pluvial | | | | | | | | █ | █ | █ | █ | | |
| Operación y mantenimiento | | | | | | | | | | | | | | █ |

Una vez obtenida la autorización en materia de Impacto Ambiental, se iniciarán las actividades de preparación del sitio, con una duración de 6 meses; seguido de las actividades de construcción, las cuales contemplan un tiempo de 9 meses. Es importante mencionar que varias actividades de la preparación del sitio y la construcción se llevarán a cabo a la par.

La etapa de operación y mantenimiento correspondiente al proyecto (que incluye el relevado de durmientes y desazolve de canal), por citar algunas actividades, está concesionada por un plazo de 50 años, prorrogable a 50 años adicionales. Sin embargo, aún después de concluida la concesión, la Federación continuará con la operación ferroviaria de manera permanente e indefinida por tratarse de un servicio público de transporte.

Es importante aclarar que, como parte del proyecto, se considera que el plazo de ejecución del **Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales** (para el cual se hará el trámite correspondiente), únicamente será el tiempo que implican las actividades de preparación del sitio (desmonte y despalme) correspondientes a **seis meses**.

I.2. DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE

I.2.1. NOMBRE O RAZÓN SOCIAL

Ferroсур, S.A. de C.V.

Se anexa para su cotejo copia certificada del acta constitutiva de la empresa, así como copia simple para su integración a la carpeta del proyecto (Oficio de ingreso - ANEXO 3).

I.2.2. REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES DEL PROMOVENTE

[REDACTED]

I.2.3. NOMBRE Y CARGO DEL REPRESENTANTE LEGAL

[REDACTED]

I.2.4. DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE O DE SU REPRESENTANTE LEGAL PARA RECIBIR U OÍR NOTIFICACIONES

[REDACTED]

I.3. NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO

I.3.1. NOMBRE O RAZÓN SOCIAL

[REDACTED]

I.3.2. REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES

[REDACTED]

I.3.3. NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO

[REDACTED]

I.3.3.1. RFC

QULJ810308IP6

I.3.3.2. CURP

[REDACTED]

I.3.3.3. NÚMERO DE CÉDULA PROFESIONAL

[REDACTED]

I.3.4. DIRECCIÓN DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO PARA RECIBIR U OÍR NOTIFICACIONES

[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]

Los abajo firmantes **BAJO PROTESTA DE DECIR VERDAD**, declaran que bajo su leal saber y entender que la información contenida en la presente Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional del proyecto denominado "**Construcción de Conexión Ferroviaria para unir Líneas S y V en el Municipio de Veracruz, Ver.**", con pretendida ubicación en el municipio de Veracruz, en la Entidad Federativa de Veracruz de Ignacio de la Llave, se obtuvo a través de la aplicación de las mejores técnicas y metodologías comúnmente utilizadas por la comunidad científica del país y del uso de la mayor información disponible, y que que las medidas de prevención y mitigación sugeridas son las más efectivas para atenuar los impactos ambientales.

La información contenida en el estudio es real y fidedigna y sabe de la responsabilidad en que incurren los que declaran con falsedad ante autoridad administrativa distinta a la judicial, tal y como lo establece también el Artículo 247 del Código Penal, así como lo establece también el Artículo 35 BIS 1 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y el Artículo 36 del Reglamento de la Ley general de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

| | |
|---|------------|
| DIRECTOR GENERAL Y RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO | |
| | [REDACTED] |
| GERENTE OPERATIVO | |
| | [REDACTED] |
| SUBGERENTE DE GESTIÓN AMBIENTAL | |
| | [REDACTED] |
| JEFE DE SIG Y CARACTERIZACIÓN FÍSICA | |
| | [REDACTED] |
| JEFE DE INVENTARIOS Y BIODIVERSIDAD | |
| | [REDACTED] |
| JEFE DE IMPACTO AMBIENTAL Y RESTAURACIÓN | |
| | [REDACTED] |

| | |
|------------------|------------|
| AUXILIAR TÉCNICO | |
| | [REDACTED] |
| AUXILIAR TÉCNICO | |
| | [REDACTED] |
| AUXILIAR TÉCNICO | |
| | [REDACTED] |

La declaración de Decir Verdad por parte del responsable técnico del estudio y el representante legal de quien promueve la obra o la actividad, en este caso el representante legal de *FerroSur, S.A. de C.V.*, se encuentra al final del último capítulo (Capítulo 9) de esta Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional.

Capítulo II

CONTENIDO

| | |
|---|----|
| II. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO | 1 |
| II.1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO, PLAN O PROGRAMA | 1 |
| II.1.1. NATURALEZA DEL PROYECTO..... | 2 |
| II.1.2. JUSTIFICACIÓN | 7 |
| II.1.2.1. Criterios ambientales..... | 7 |
| II.1.2.2. Criterios técnicos | 7 |
| II.1.2.3. Criterios socioeconómicos | 8 |
| II.1.3. UBICACIÓN FÍSICA Y DIMENSIONES DEL PROYECTO | 8 |
| II.1.4. INVERSIÓN REQUERIDA | 15 |
| II.1.5. USO ACTUAL DE SUELO Y/O CUERPOS DE AGUA EN EL ÁREA DEL PROYECTO Y EN SUS COLINDANCIAS | 16 |
| II.1.5.1. SUPERFICIE FORESTAL POR AFECTAR..... | 21 |
| II.2. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO, PLAN O PROGRAMA | 22 |
| II.2.1. PROGRAMA GENERAL DE TRABAJO | 22 |
| II.2.2. REPRESENTACIÓN GRÁFICA REGIONAL..... | 25 |
| II.2.3. REPRESENTACIÓN GRÁFICA LOCAL..... | 27 |
| II.2.4. PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN | 28 |
| II..2.4.1. Preparación del sitio | 28 |
| II..2.4.1.1. Delimitación..... | 28 |
| II.2.4.1.2. Desmonte y Despalme | 28 |
| II.2.4.1.3. Cortes y nivelación..... | 30 |
| II.2.4.2. Etapa de Construcción | 30 |
| II.2.4.2.1. Suministro de materiales | 30 |
| II.2.4.2.2. Obras de drenaje correspondientes a la vía..... | 30 |
| II.2.4.2.3. Conformación de terracería..... | 32 |
| II.2.4.2.4. Armado de Vía | 35 |
| II.2.4.2.5. Rectificación y encauzamiento de descarga pluvial. | 36 |
| II.2.5. ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO..... | 39 |
| II.2.5.1. SUSTANCIAS PELIGROSAS | 39 |
| II.2.6. DESMANTELAMIENTO Y ABANDONO DE LAS INSTALACIONES. | 40 |

| | |
|---|----|
| II.2.7. OBRAS PROVISIONALES..... | 40 |
| II.2.7.1. Oficina de campo | 40 |
| II.2.7.2. Almacén de materiales y herramienta menor | 40 |
| II.2.7.3. Almacén de combustibles y lubricantes..... | 41 |
| II.2.7.4. Instalaciones sanitarias | 41 |
| II.2.8. RESIDUOS..... | 41 |
| II.2.8.1. Residuos sólidos urbanos..... | 42 |
| II.2.9. EMISIONES A LA ATMÓSFERA..... | 42 |
| II.2.9.1. Emisión de gases..... | 42 |
| II.2.9.2. Emisión de ruido | 43 |
| II.3. BIBLIOGRAFÍA | 44 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| TABLA 1. OBRAS DEL PROYECTO Y SUPERFICIE A REMOCIÓN. | 4 |
| TABLA 2. COORDENADAS WGS 84 UTM ZONA 14 NORTE DEL ÁREA DEL PROYECTO..... | 10 |
| TABLA 3. SUPERFICIE DEL PROYECTO POR TIPO DE OBRA. | 11 |
| TABLA 4. COORDENADAS WGS 84 UTM ZONA 14 NORTE DEL ÁREA DEL PROYECTO POR TIPO DE OBRA..... | 11 |
| TABLA 5. INVERSIÓN REQUERIDA. | 15 |
| TABLA 6. USO ACTUAL DE SUELO Y VEGETACIÓN EN EL ÁREA DEL PROYECTO. | 16 |
| TABLA 7. SUPERFICIE FORESTAL POR TIPO DE OBRA. | 21 |
| TABLA 8. PROGRAMA GENERAL DEL TRABAJO. | 23 |
| TABLA 9. CUERPO LA PLATAFORMA SECCIÓN TIPO TERRACERÍA. | 32 |
| TABLA 10. GRANULOMETRÍA RECOMENDADA PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL BALASTO. | 34 |
| TABLA 11. MATERIALES Y DIMENSIONES RECOMENDADA PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL BALASTO. | 34 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| FIGURA 1. FOTOGRAFÍAS ILUSTRATIVAS DE UNA INTERCONEXIÓN FERROVIARIA | 2 |
| FIGURA 2. LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DEL PROYECTO..... | 3 |
| FIGURA 3. UBICACIÓN GEOPOLÍTICA DEL PROYECTO..... | 9 |
| FIGURA 4. SELVA BAJA CADUCIFOLIA EN EL ÁREA DEL PROYECTO. | 18 |
| FIGURA 5. TULAR EN EL ÁREA DEL PROYECTO..... | 18 |
| FIGURA 6. PASTIZAL CULTIVADO EN EL ÁREA DEL PROYECTO..... | 19 |
| FIGURA 7. LÍNEAS ELÉCTRICAS DENTRO DEL PASTIZAL CULTIVADO EN EL ÁREA DEL PROYECTO..... | 20 |
| FIGURA 8. ESQUEMA DE ELEVACIONES DE CATENARIAS DE LAS LÍNEAS ELÉCTRICAS QUE ATRAVIESAN EL ÁREA DEL PROYECTO. | 20 |
| FIGURA 9. DREN DE AGUAS NEGRAS. | 21 |
| FIGURA 10. REPRESENTACIÓN GRÁFICA REGIONAL. | 26 |
| FIGURA 11. REPRESENTACIÓN GRÁFICA LOCAL..... | 27 |
| FIGURA 12. EJEMPLO DE LA ACTIVIDAD DEL DESMONTE. | 29 |
| FIGURA 13. IMAGEN ILUSTRATIVA DE LA ACTIVIDAD DEL DESPALME..... | 29 |
| FIGURA 14. OBRA DE DRENAJE PROPUESTAS PARA LA VÍA DE CONEXIÓN KM 0+200..... | 31 |
| FIGURA 15. OBRA DE DRENAJE PROPUESTAS PARA LA VÍA DE CONEXIÓN KM 1+560.5..... | 31 |
| FIGURA 16. SECCIÓN TRANSVERSAL DE LA VÍA..... | 32 |
| FIGURA 17. IMAGEN ILUSTRATIVA DE LA CONSTRUCCIÓN DE TERRACERÍAS (A) Y CONFORMACIÓN FINAL (B). | 34 |
| FIGURA 18. IMAGEN ILUSTRATIVA DE LAS ETAPAS DE ARMADO DE VÍA..... | 36 |
| FIGURA 19. ESQUEMA DE LA TUBERÍA Y CANAL A CIELO ABIERTO HASTA DESEMBOCADURA. | 37 |
| FIGURA 20. DIMENSIONES DEL CANAL A CIELO ABIERTO ADYACENTE AL PROYECTO..... | 37 |
| FIGURA 21. UBICACIÓN DE LAS APORTACIONES PLUVIALES. | 38 |

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 Puerto de Veracruz es uno de los principales puertos de nuestro país y ocupa el primer lugar en el manejo comercial de mercancías marítimas. Sin embargo, su capacidad instalada está siendo rebasada debido al dinamismo que presentan los mercados que abastece, principalmente el europeo y el de la costa este de los Estados Unidos de América. Por tal motivo el Gobierno Federal ha iniciado el proceso de construcción de la ampliación de este importante puerto, siendo que en una primera etapa se ejecutó el habilitado de una zona de actividades logísticas, que complementa el recinto portuario ya existente. Mientras que en una segunda etapa se encuentra en la construcción de más muelles de atraque, lo que duplicará la capacidad de este puerto.

Como parte de los análisis realizados para la elaboración de este proyecto, mediante la realización de un análisis FODA "Fortalezas- Oportunidades – Debilidades – Amenazas", se concluyó que el desalojo de mercancías del Recinto Portuario se realiza de manera lenta, por lo que se consideró que un libramiento ferroviario sería una alternativa de salida de mercancías, agilizando las labores y actividades del recinto, como auxiliar de este libramiento ferroviario se planea la realización de la Conexión Ferroviaria para unir Líneas S y V en el Municipio de Veracruz, para mejorar el tránsito de la Red Ferroviaria Nacional que evitará el paso innecesario del tren por la mancha urbana y con ello acortar tiempos de entrada y salida al puerto.

El proyecto de "Construcción de Conexión Ferroviaria para unir Líneas S y V en el Municipio de Veracruz, Ver." se caracteriza por ser una vía que inicia en el Km M 411+591.325 ferroviario de la vía S y concluyendo en el Km M 462+574.781 de la Vía V, ambas pertenecientes al ramal de la red férrea nacional principal en puntos cercanos a las localidades de "Las Bajadas" y "Amapolas I" del municipio de Veracruz.

Además de la construcción de la vía (conexión ferroviaria), el proyecto considera la construcción de obras de encauzamiento que apoyen a las aportaciones pluviales que llegan al área del proyecto y a su vez separen las aguas negras de las aguas pluviales.

II.1.1. NATURALEZA DEL PROYECTO

El proyecto “**Construcción de Conexión Ferroviaria para unir Líneas S y V en el Municipio de Veracruz, Ver.**”, es promovido por la empresa Ferrosur S.A. de C.V. y consiste en construir una vía férrea de 1.682 km que unirá las líneas S Tramo Encinar – Veracruz (en adelante “línea S”) y V Tramo Santo Fé - Veracruz (en adelante “línea V”) (Figura 1), la cual se pretende usar para dar acceso y salida del nuevo recinto portuario de Veracruz, además de la rehabilitación de 0.98 Km y construcción de 1.31 Km de un canal de agua de drenaje y pluvial, mismo que corre paralelo a la vía V, para sacar las aguas provenientes de las colonias aledañas. Con pretendida ubicación en terrenos de la propiedad de la Universidad Veracruzana, cercanos a la localidad de las Amapolas I, al centro comercial Nuevo Veracruz y el Parque Acuático Inbursa (Figura 2).



Figura 1. Fotografías ilustrativas de una interconexión ferroviaria



Figura 2. Localización del área del proyecto.

El reto principal del proyecto es la construcción sobre un terreno con acumulación de humedad por la descarga de aguas negras y pluviales provenientes de colonias cercanas, que cruzan la línea "S", y forman un canal de terreno natural de forma paralela esta línea, por lo que, será necesaria la

estabilización del terreno mediante la colocación de un terraplén, así como la implementación de obras de rectificación del canal (sobre la servidumbre de paso del canal pluvial), que apoyen a los escurrimientos provenientes de las colonias y a su vez separar las aguas negras de las pluviales. Cabe mencionar que el problema de contaminación por descargas de aguas negras es un asunto de saneamiento y que corresponde al municipio, sector salud y el organismo operador de los sistemas de tratamiento, por lo que estos en un mediano plazo se tendrán que regularizar.

El área del proyecto tiene una superficie total de 10.146 hectáreas (2.997 ha para el canal y 7.148 ha para la conexión férrea). Sin embargo, **únicamente se realizará la remoción de la vegetación en un área total de 4.485 hectáreas** (1.350 ha en el canal y 3.135 ha en la conexión férrea), con pretendida ubicación en el municipio de Veracruz, Ver., a un lado del centro comercial Nuevo Veracruz y el Parque Acuático Inbursa.

Tabla 1. Obras del proyecto y superficie a remoción.

| TIPO DE OBRA | ÁREA (ha) | SUPERFICIE CORRESPONDIENTE A REMOCIÓN (ha) |
|---|---------------|--|
| Rectificación y encauzamiento de descarga pluvial | 2.997 | 1.350 |
| Conexión ferroviaria de Línea S y V | 7.148 | 3.135 |
| Total | 10.146 | 4.485 |

El proyecto, dada su finalidad principal la cual es dar acceso y salida del nuevo recinto portuario de Veracruz, mediante la conexión de dos vías férreas, pertenece al sector ferroviario y se realizará con base en la normatividad de construcción de la Ley Reglamentaria del Servicio Ferroviario, así mismo se apegará a Reglamentos y Leyes correspondientes en materia de Impacto Ambiental y Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales.

Por otro lado, el proyecto puede ser considerado como una actividad compatible con el lineamiento viabilidad y transporte del Programa de Ordenamiento Urbano de la Zona conurbana Boca del Río-Medellín-Alvarado, Veracruz, ya que a partir de la construcción de la conexión ferroviaria de la línea S y V se evita los conflictos entre viabilidad férrea y la viabilidad vehicular.

II.1.1.1. Ámbito de competencia de la federación para evaluar este proyecto en materia de impacto ambiental

La evaluación en materia de impacto ambiental de este proyecto le corresponde a la federación a través de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), puesto que significa la construcción de una vía férrea para la unión de dos vías federales de comunicación ferroviaria lo que corresponde plenamente con lo mencionado en el Art. 5º del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental:

B) VÍAS GENERALES DE COMUNICACIÓN: "Construcción de carreteras, autopistas, puentes o túneles federales vehiculares o ferroviarios; puertos, *vías férreas*, aeropuertos, helipuertos, aeródromos e infraestructura mayor para telecomunicaciones que afecten áreas naturales

protegidas o con vegetación forestal, selvas, vegetación de zonas áridas, ecosistemas costeros o de humedales y cuerpos de agua nacionales".

En efecto, el proyecto se realizará en dos vías federales de comunicación ferroviaria denominadas: "Línea S" y "Línea V", en el municipio de Veracruz. Ver.

Como pruebas de que los puntos de unión de la "Línea S" y la "Línea V" forman parte de vías federales de comunicación ferroviaria, y la cual fue concesionada por el Gobierno Federal a Ferroсур, S.A. de C.V., se mencionan las siguientes:

- a) El mismo título de concesión, en su primer párrafo, adjunto al presente la copia certificada como **ANEXO "5"** del Oficio de Ingreso de esta Manifestación de Impacto Ambiental, menciona a la letra: "*Concesión que otorga el Gobierno Federal por conducto de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes a favor de Ferrocarril de Sureste, S.A. de C.V., respecto de la vía general de comunicación ferroviaria del Sureste*" (subrayado propio).
Esto es, el mismo encabezado del título de concesión menciona que se trata de una vía férrea de orden federal.
- b) El numeral 1.2. del título de concesión donde a la letra dice: "1.2. Objeto. Por el presente título se concesiona al Concesionario:" "1.2.1. La vía general de comunicación ferroviaria, que corresponde a la vía troncal del Sureste... descrita en el ANEXO "UNO" ... La vía general de comunicación ferroviaria comprende la vía férrea, el derecho de vía, los centros de control de tráfico y las señales para la operación ferroviaria;" (subrayado propio).
De nuevo, el Gobierno federal, al concesionar la vía férrea, menciona que se trata de "una vía general de comunicación ferroviaria".
- c) El referido **ANEXO "UNO"** de este título de concesión el cual se denomina: "Descripción de la vía férrea concesionada", en el cual, al describirla, en su párrafo cuarto a letra dice: "Comunica a los Estados de Puebla, Oaxaca, Veracruz, Tlaxcala, Hidalgo, Estado de México y Área Metrop."

II.1.1.2. Autorización ambiental previa

Las vías férreas que unirá el proyecto se construyeron y operan desde el año de 1873, siendo las primeras vías férreas que se construyó en el país, la inauguró el presidente Sebastián Lerdo de Tejada en un recorrido que inició a las 06:00 a.m. el 1° de enero de 1873 y terminó en el Puerto de Veracruz, Ver. a las 20:00 horas del día siguiente ^{¡Error! Marcador no definido.} (muy anterior a la entrada en vigor el 1o. de marzo de 1988 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, publicada en el Diario Oficial de la Federación del 28 de enero de 1988), por lo cual en su momento no requirió de resolución en materia de impacto ambiental.

La información anterior se retomó del libro *Ferrocarriles Nacionales de México, Breve Reseña Histórica de los Ferrocarriles Mexicanos* (1987), en las páginas 10 y 11 se refiere lo siguiente respecto a la antigüedad de su construcción:

«Se trabajó desde entonces con mayor actividad entre los puntos extremos Apizaco y Paso del Macho y sucesivamente se fueron abriendo al público con autorización del gobierno, los tramos de Paso del Macho a Atoyac, 10 kilómetros en 1870; y de Atoyac a Fortín¹, 28 kilómetros en diciembre de 1871»

.....

«la inauguración tuvo lugar el primero de enero de 1873, con gran solemnidad y entusiasmo, asistiendo Don Sebastián Lerdo de Tejada, quién se había hecho cargo de la Presidencia de la República, a la súbita muerte en julio de 1872, del Patricio Benito Juárez»

Otra prueba más reciente de su antigüedad la tenemos en el documento denominado "Horario No. 3" de la División Mérida que comenzó a regir a las "cero horas" del viernes 24 de febrero de 1984, editado ese mismo año por Ferrocarriles Nacionales de México.

En el **ANEXO "11.3"** de este documento se presenta el "Cuadro de Estaciones" para el tren de pasajeros del Distrito "de Orizaba" de la división Veracruz al Istmo, correspondiente a la línea S. En él ya aparecen las estaciones: a) S-419 DN VERACRUZ PASS, b) S-418 DN VERACRUZ CGA y c) S-413 D EL LAUREL, entre otras; con la hora programada para el paso de los trenes de carga y mixto, por tanto, este documento prueba que línea S ya operaba desde ese año de 1984.

Se adjunta como 11.2, las páginas 10 y 11 del libro "Ferrocarriles Nacionales de México, Breve Reseña Histórica de los Ferrocarriles Mexicanos", y el "Cuadro de Estaciones" de la página 10 del "Horario No. 3".

Desde su construcción hasta el presente se ha mantenido ininterrumpidamente en operación. En 1988 fue concesionada a Ferrocarril del Sureste, S.A. de C.V., hoy Ferrosur, S.A. de C.V. Por tanto, su construcción y operación es muy anterior al año de 1988.

II.1.2. JUSTIFICACIÓN

Es importante conocer que la ubicación del proyecto se determinó a partir de criterios que permitieran su viabilidad y la menor afectación al medio ambiente. En este caso, los criterios fueron los siguientes:

II.1.2.1. Criterios ambientales

Los criterios ambientales considerados para elegir la ubicación del proyecto fueron los siguientes:

- Evitar la generación de efecto barrera adicional. El proyecto se ubicó entre el límite del predio de la Universidad Veracruzana con el Parque Acuático Inbursa, esto con el fin de que no representará un efecto barrera adicional en la zona, evitando la fragmentación del polígono el cual es un agostadero.
- Menor afectación al medio. En virtud de que se busca la menor afectación al medio, un criterio fundamental para elegir la ubicación del proyecto fue evitar mayores impactos, por lo que se eligió una ruta que no requiriera de la apertura de vías de acceso para el tránsito de camiones de carga con los que se realizará el transporte de los materiales necesarios para la construcción, lo que representaría una mayor remoción de vegetación. por lo que, se optó por una ruta cercana a los caminos existentes.
- Ausencia de restricciones ambientales. El proyecto puede ser considerado como una actividad compatible con el Programa de Ordenamiento Ecológico de la Entidad Federativa de Veracruz Ignacio de la Llave, la Actualización del Programa de Ordenamiento Urbano de la Zona Conurbada Veracruz-Boca del Río-Medellín-Alvarado, Veracruz, así como el Programa Parcial de Desarrollo Estratégico de Gran Visión del Superponiente de la Zona conurbada de Veracruz, ya que no representa un incumplimiento de sus objetivos, sus políticas de desarrollo y a sus lineamientos estratégicos.

Además, en este sentido, se proponen acciones de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna y rescate y reubicación de flora, construcción de obras de conservación de suelo y agua, reforestación; así como un programa de vigilancia para que estas acciones se lleven a cabo.

II.1.2.2. Criterios técnicos

Los criterios técnicos considerados para elegir la ubicación del proyecto fueron los siguientes:

- De acuerdo con el diseño e ingeniería del proyecto, las características topográficas presentes permiten el trazo, la construcción y mantenimiento del proyecto.
- El tipo de suelo y la geología del terreno no limitan el establecimiento del proyecto.

II.1.2.3. Criterios socioeconómicos

Los criterios socioeconómicos considerados en elegir la ubicación del proyecto fueron los siguientes:

- Aliviará el tráfico ferroviario presente en la ciudad.
- Beneficio de predios contiguos al proyecto por afectaciones presentes de inundaciones.
- El proyecto generará beneficios económicos en el sector ferroviario.
- De manera indirecta habrá generación de empleos, y desarrollo económico en la región.
- Por su parte beneficia al sector salud ya que la acumulación de aguas negras por un saneamiento deficiente puede generar enfermedades (OMS, [https://www.who.int/water sanitation health/mdg1/es/](https://www.who.int/water_sanitation_health/mdg1/es/), consultado el 04/06/2020), que con la construcción de las obras de encauzamiento se pueden prevenir.

Tomando en cuenta los diferentes criterios ambientales, técnicos y socioeconómicos, se considera que la ubicación del proyecto, justifica la necesidad y viabilidad de desarrollarlo en el terreno seleccionado, dejando de lado, cualquier otra alternativa para su ubicación.

II.1.3. UBICACIÓN FÍSICA Y DIMENSIONES DEL PROYECTO

El proyecto “*Construcción de Conexión Ferroviaria para unir Líneas S y V en el Municipio de Veracruz, Ver.*”, se ubicará en el municipio de Veracruz, en la Entidad Federativa de Veracruz de Ignacio de la Llave, específicamente en el Predio “Torreón del Molino” de la Facultad de Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Veracruzana (figura 2).

El municipio de Veracruz colinda al norte con el municipio de La Antigua y el Golfo de México; al este con el Golfo de México y el municipio de Boca del Río; al sur con los municipios de Boca del Río, Medellín y Manlio Fabio Altamirano; al oeste con los municipios de Manlio Fabio Altamirano, Paso de Ovejas y La Antigua (INEGI, 2009)¹ (figura 3).

Para llegar al área del proyecto desde la capital de la Entidad Federativa (Xalapa) se tiene como vía de acceso principal la carretera Federal No. 140 Xalapa-Veracruz, misma que comunica a la capital veracruzana con la zona urbana de Veracruz (SCT, 2013)². Se recorrerían cerca de 100 Km (1 hora 15 min) desde Xalapa, hasta el área del proyecto, pasando dos casetas de peaje, hasta llegar a la ciudad de Veracruz. Específicamente se debe ir por la carretera durante 100.4 km para dar vuelta en “u” en

¹ INEGI. (2009). Direcciones Generales y Vías de comunicación. Revisado el 5 de junio de 2020 disponible en: http://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/30/30193.pdf

² SCT. (2013). Pronuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos -Veracruz, Veracruz Ignacio de la Llave. Revisado el 5 de junio de 2020 disponible en : http://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGST/Datos-Viales-2013/Velocidad/30_VERACRUZ.pdf

el retorno de Nuevo Veracruz y regresar 1.2 km en la entrada que dice "Torreón del Molino" hasta llegar al área del proyecto.

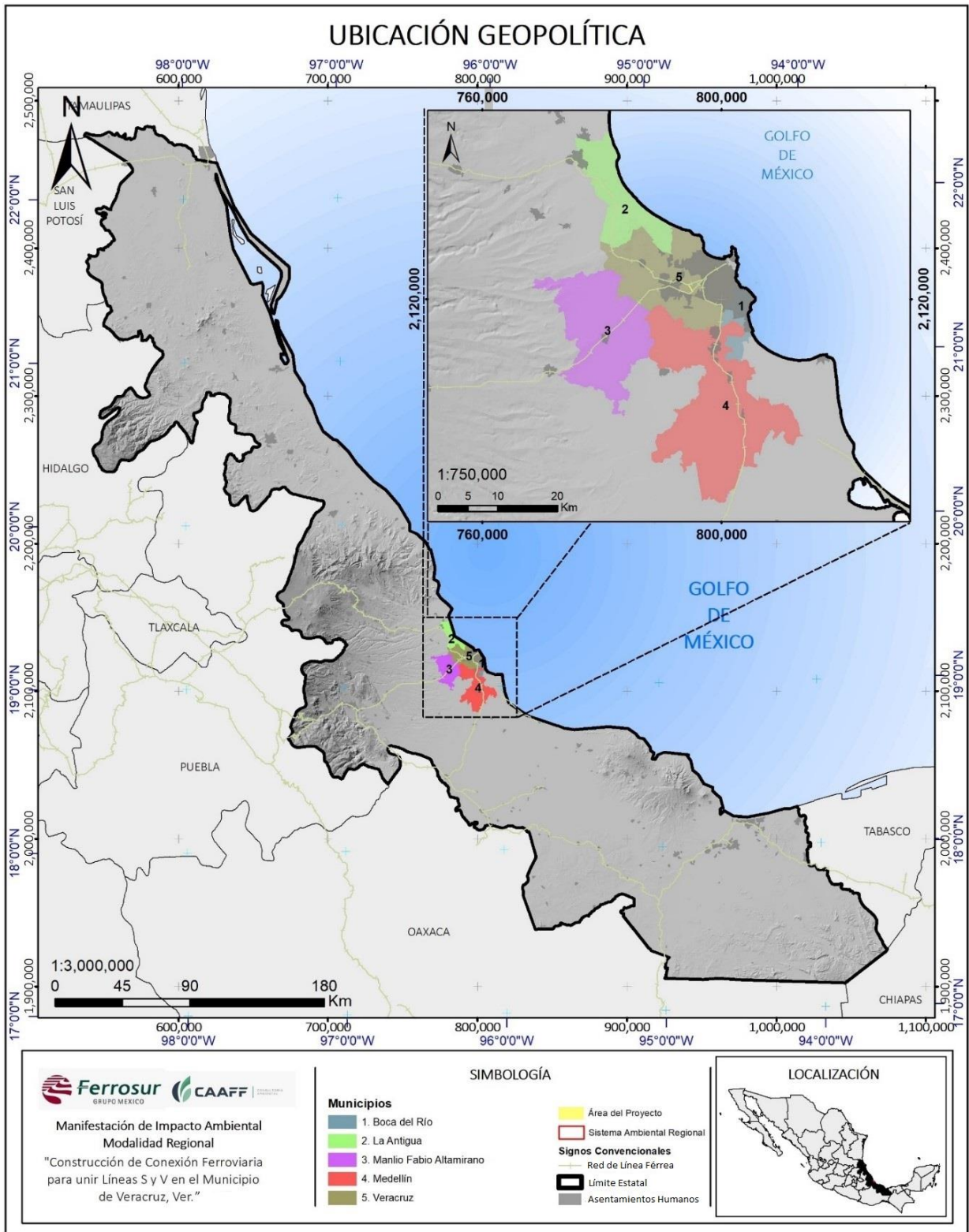


Figura 3. Ubicación Geopolítica del proyecto

Las coordenadas del área del proyecto “Construcción de Conexión Ferroviaria para unir Líneas S y V en el Municipio de Veracruz, Ver.”, se encuentran en la tabla 1.

Tabla 2. Coordenadas WGS 84 UTM Zona 14 Norte del área del proyecto.

| VÉRTICE | X | Y | VÉRTICE | X | Y | VÉRTICE | X | Y |
|---------|------------|-------------|---------|------------|-------------|---------|------------|-------------|
| 1 | 794424.292 | 2122444.936 | 48 | 794812.627 | 2121042.686 | 95 | 794579.851 | 2120992.454 |
| 2 | 794448.620 | 2122444.712 | 49 | 794806.627 | 2121039.610 | 96 | 794584.287 | 2120992.582 |
| 3 | 794472.948 | 2122446.536 | 50 | 794806.479 | 2121039.534 | 97 | 794606.718 | 2120993.232 |
| 4 | 794477.235 | 2122447.223 | 51 | 794794.837 | 2121033.714 | 98 | 794613.459 | 2120994.172 |
| 5 | 794497.004 | 2122450.391 | 52 | 794781.873 | 2121027.893 | 99 | 794619.850 | 2120995.063 |
| 6 | 794520.653 | 2122456.238 | 53 | 794777.639 | 2121026.041 | 100 | 794661.751 | 2121000.905 |
| 7 | 794537.210 | 2122428.293 | 54 | 794765.733 | 2121021.014 | 101 | 794685.299 | 2121005.139 |
| 8 | 794550.867 | 2122404.493 | 55 | 794755.679 | 2121017.309 | 102 | 794713.315 | 2121013.907 |
| 9 | 794587.996 | 2122340.479 | 56 | 794737.687 | 2121010.959 | 103 | 794719.960 | 2121015.987 |
| 10 | 794628.186 | 2122272.345 | 57 | 794723.664 | 2121006.462 | 104 | 794722.787 | 2121017.022 |
| 11 | 794671.428 | 2122198.275 | 58 | 794712.517 | 2121003.148 | 105 | 794736.047 | 2121021.877 |
| 12 | 794736.573 | 2122085.801 | 59 | 794704.085 | 2121000.641 | 106 | 794749.332 | 2121026.742 |
| 13 | 794770.032 | 2122028.359 | 60 | 794686.887 | 2120996.407 | 107 | 794765.682 | 2121032.730 |
| 14 | 794827.314 | 2121927.671 | 61 | 794666.779 | 2120991.645 | 108 | 794776.316 | 2121036.624 |
| 15 | 794888.540 | 2121823.193 | 62 | 794650.904 | 2120988.999 | 109 | 794795.366 | 2121046.414 |
| 16 | 794892.125 | 2121816.947 | 63 | 794635.028 | 2120986.618 | 110 | 794807.008 | 2121058.320 |
| 17 | 794899.537 | 2121804.031 | 64 | 794620.185 | 2120984.793 | 111 | 794856.485 | 2121082.397 |
| 18 | 794912.834 | 2121780.861 | 65 | 794602.749 | 2120982.649 | 112 | 794895.379 | 2121110.972 |
| 19 | 794969.895 | 2121682.548 | 66 | 794587.403 | 2120981.855 | 113 | 794925.449 | 2121135.028 |
| 20 | 795021.777 | 2121592.705 | 67 | 794566.501 | 2120981.061 | 114 | 794925.806 | 2121135.314 |
| 21 | 795025.722 | 2121585.874 | 68 | 794548.774 | 2120981.591 | 115 | 794926.073 | 2121135.652 |
| 22 | 795039.688 | 2121561.711 | 69 | 794541.630 | 2120981.591 | 116 | 794963.377 | 2121182.939 |
| 23 | 795057.495 | 2121530.901 | 70 | 794531.576 | 2120982.384 | 117 | 795000.948 | 2121230.299 |
| 24 | 795079.214 | 2121493.324 | 71 | 794518.082 | 2120982.914 | 118 | 795019.204 | 2121253.583 |
| 25 | 795095.088 | 2121474.692 | 72 | 794502.737 | 2120984.236 | 119 | 795045.663 | 2121301.208 |
| 26 | 795099.967 | 2121468.965 | 73 | 794483.957 | 2120988.609 | 120 | 795058.098 | 2121356.241 |
| 27 | 795115.936 | 2121450.222 | 74 | 794477.526 | 2120990.106 | 121 | 795053.865 | 2121412.862 |
| 28 | 795156.814 | 2121444.268 | 75 | 794433.416 | 2121000.376 | 122 | 795036.158 | 2121457.573 |
| 29 | 795219.918 | 2121466.097 | 76 | 794319.909 | 2121039.534 | 123 | 795032.698 | 2121466.308 |
| 30 | 795230.498 | 2121456.692 | 77 | 794206.667 | 2121081.339 | 124 | 795008.592 | 2121507.781 |
| 31 | 795230.633 | 2121456.572 | 78 | 794095.013 | 2121123.672 | 125 | 794990.323 | 2121539.211 |
| 32 | 795200.018 | 2121421.190 | 79 | 794098.362 | 2121126.716 | 126 | 794968.379 | 2121576.963 |
| 33 | 795152.225 | 2121365.958 | 80 | 794100.251 | 2121128.434 | 127 | 794787.389 | 2121888.339 |
| 34 | 794991.475 | 2121191.947 | 81 | 794103.744 | 2121131.610 | 128 | 794563.326 | 2122273.818 |
| 35 | 794979.190 | 2121178.648 | 82 | 794167.229 | 2121107.884 | 129 | 794515.172 | 2122334.673 |
| 36 | 794975.743 | 2121174.592 | 83 | 794232.596 | 2121083.455 | 130 | 794508.203 | 2122355.347 |
| 37 | 794974.960 | 2121173.670 | 84 | 794276.550 | 2121067.481 | 131 | 794463.989 | 2122386.388 |
| 38 | 794968.513 | 2121166.084 | 85 | 794277.443 | 2121067.156 | 132 | 794418.555 | 2122409.328 |
| 39 | 794967.383 | 2121164.755 | 86 | 794352.718 | 2121039.799 | 133 | 794199.835 | 2122519.760 |
| 40 | 794959.161 | 2121155.080 | 87 | 794393.495 | 2121024.508 | 134 | 794312.077 | 2122473.286 |
| 41 | 794938.136 | 2121130.340 | 88 | 794414.101 | 2121016.780 | 135 | 794340.397 | 2122461.878 |
| 42 | 794918.927 | 2121112.560 | 89 | 794489.243 | 2120997.466 | 136 | 794360.842 | 2122455.321 |
| 43 | 794906.227 | 2121102.770 | 90 | 794503.993 | 2120996.145 | 137 | 794381.716 | 2122450.295 |
| 44 | 794881.885 | 2121084.514 | 91 | 794505.207 | 2120996.036 | 138 | 794402.905 | 2122446.827 |
| 45 | 794867.862 | 2121074.724 | 92 | 794524.697 | 2120994.291 | 139 | 794424.292 | 2122444.936 |
| 46 | 794844.314 | 2121060.172 | 93 | 794563.429 | 2120992.489 | | | |
| 47 | 794827.646 | 2121050.382 | 94 | 794570.205 | 2120992.174 | | | |

La superficie total del proyecto es de 10.146 hectáreas, delimitada por el área de conexión ferroviaria de las Líneas S y V (Vía de conexión), así como el área para obras de rectificación y encauzamiento de descarga pluvial. En la siguiente tabla se desglosan las superficies por tipo de obra.

Tabla 3. Superficie del proyecto por tipo de obra.

| OBRA | SUPERFICIE (ha) |
|--|-----------------|
| Conexión ferroviaria de las Líneas S y V | 7.148 |
| Rectificación y encauzamiento de descarga pluvial. | 2.997 |
| TOTAL | 10.146 |

A continuación, se presentan las coordenadas UTM del área del proyecto por tipo de obra anteriormente descrito.

Tabla 4. Coordenadas WGS 84 UTM Zona 14 Norte del área del proyecto por tipo de obra.

| TIPO DE OBRA | ÁREA (ha) | VÉRTICE | COORDENADA X | COORDENADA Y |
|---|-----------|---------|--------------|--------------|
| Rectificación y encauzamiento de descarga pluvial | 2.998 | 1 | 794686.887 | 2120996.407 |
| | | 2 | 794666.779 | 2120991.645 |
| | | 3 | 794650.904 | 2120988.999 |
| | | 4 | 794635.028 | 2120986.618 |
| | | 5 | 794620.185 | 2120984.793 |
| | | 6 | 794602.749 | 2120982.649 |
| | | 7 | 794587.403 | 2120981.855 |
| | | 8 | 794566.501 | 2120981.061 |
| | | 9 | 794548.774 | 2120981.591 |
| | | 10 | 794541.630 | 2120981.591 |
| | | 11 | 794531.576 | 2120982.384 |
| | | 12 | 794518.082 | 2120982.914 |
| | | 13 | 794502.737 | 2120984.236 |
| | | 14 | 794483.957 | 2120988.609 |
| | | 15 | 794477.526 | 2120990.106 |
| | | 16 | 794433.416 | 2121000.376 |
| | | 17 | 794319.909 | 2121039.534 |
| | | 18 | 794206.667 | 2121081.339 |
| | | 19 | 794095.013 | 2121123.672 |
| | | 20 | 794098.362 | 2121126.716 |
| | | 21 | 794100.251 | 2121128.434 |
| | | 22 | 794103.744 | 2121131.610 |
| | | 23 | 794167.229 | 2121107.884 |
| | | 24 | 794232.596 | 2121083.455 |
| | | 25 | 794276.550 | 2121067.481 |
| | | 26 | 794277.443 | 2121067.156 |
| | | 27 | 794352.718 | 2121039.799 |
| | | 28 | 794393.495 | 2121024.508 |
| | | 29 | 794414.101 | 2121016.780 |
| | | 30 | 794489.243 | 2120997.466 |
| | | 31 | 794503.993 | 2120996.145 |
| | | 32 | 794505.207 | 2120996.036 |
| | | 33 | 794524.697 | 2120994.291 |
| | | 34 | 794563.429 | 2120992.489 |
| | | 35 | 794570.205 | 2120992.174 |
| | | 36 | 794579.851 | 2120992.454 |
| | | 37 | 794584.287 | 2120992.582 |

| TIPO DE OBRA | ÁREA (ha) | VÉRTICE | COORDENADA X | COORDENADA Y |
|--------------|-----------|---------|--------------|--------------|
| | | 38 | 794606.718 | 2120993.232 |
| | | 39 | 794613.459 | 2120994.172 |
| | | 40 | 794619.850 | 2120995.063 |
| | | 41 | 794661.751 | 2121000.905 |
| | | 42 | 794685.299 | 2121005.139 |
| | | 43 | 794713.315 | 2121013.907 |
| | | 44 | 794719.960 | 2121015.987 |
| | | 45 | 794722.787 | 2121017.022 |
| | | 46 | 794736.047 | 2121021.877 |
| | | 47 | 794749.332 | 2121026.742 |
| | | 48 | 794765.682 | 2121032.730 |
| | | 49 | 794776.316 | 2121036.624 |
| | | 50 | 794795.366 | 2121046.414 |
| | | 51 | 794807.008 | 2121058.320 |
| | | 52 | 794856.485 | 2121082.397 |
| | | 53 | 794895.379 | 2121110.972 |
| | | 54 | 794925.449 | 2121135.028 |
| | | 55 | 794925.806 | 2121135.314 |
| | | 56 | 794926.073 | 2121135.652 |
| | | 57 | 794963.377 | 2121182.939 |
| | | 58 | 795000.948 | 2121230.299 |
| | | 59 | 795019.204 | 2121253.583 |
| | | 60 | 795045.663 | 2121301.208 |
| | | 61 | 795058.098 | 2121356.241 |
| | | 62 | 795053.865 | 2121412.862 |
| | | 63 | 795036.158 | 2121457.573 |
| | | 64 | 795032.698 | 2121466.308 |
| | | 65 | 795008.592 | 2121507.781 |
| | | 66 | 794990.323 | 2121539.211 |
| | | 67 | 794968.379 | 2121576.963 |
| | | 68 | 794787.389 | 2121888.339 |
| | | 69 | 794563.326 | 2122273.818 |
| | | 70 | 794515.172 | 2122334.673 |
| | | 71 | 794508.203 | 2122355.347 |
| | | 72 | 794527.994 | 2122341.453 |
| | | 73 | 794576.535 | 2122280.137 |
| | | 74 | 794703.101 | 2122061.673 |
| | | 75 | 794752.582 | 2121976.264 |
| | | 76 | 794804.564 | 2121886.540 |
| | | 77 | 794805.384 | 2121885.124 |
| | | 78 | 794873.532 | 2121767.494 |
| | | 79 | 794976.996 | 2121588.907 |
| | | 80 | 794980.574 | 2121582.731 |
| | | 81 | 794998.412 | 2121551.940 |
| | | 82 | 795000.905 | 2121547.638 |
| | | 83 | 795002.556 | 2121544.787 |
| | | 84 | 795017.128 | 2121519.635 |
| | | 85 | 795018.504 | 2121517.261 |
| | | 86 | 795021.900 | 2121511.398 |
| | | 87 | 795033.615 | 2121491.177 |
| | | 88 | 795046.256 | 2121469.358 |
| | | 89 | 795048.498 | 2121463.654 |
| | | 90 | 795049.381 | 2121461.408 |
| | | 91 | 795068.561 | 2121412.620 |
| | | 92 | 795073.038 | 2121351.819 |

| TIPO DE OBRA | ÁREA (ha) | VÉRTICE | COORDENADA X | COORDENADA Y |
|----------------------------------|------------|-------------|--------------|--------------|
| | | 93 | 795059.285 | 2121292.426 |
| | | 94 | 795042.344 | 2121263.419 |
| | | 95 | 795036.473 | 2121253.367 |
| | | 96 | 795031.560 | 2121244.954 |
| | | 97 | 795028.539 | 2121239.782 |
| | | 98 | 794991.802 | 2121194.272 |
| | | 99 | 794988.967 | 2121190.760 |
| | | 100 | 794979.190 | 2121178.648 |
| | | 101 | 794975.743 | 2121174.592 |
| | | 102 | 794974.960 | 2121173.670 |
| | | 103 | 794968.513 | 2121166.084 |
| | | 104 | 794967.383 | 2121164.755 |
| | | 105 | 794959.161 | 2121155.080 |
| | | 106 | 794938.136 | 2121130.340 |
| | | 107 | 794918.927 | 2121112.560 |
| | | 108 | 794906.227 | 2121102.770 |
| | | 109 | 794881.885 | 2121084.514 |
| | | 110 | 794867.862 | 2121074.724 |
| | | 111 | 794844.314 | 2121060.172 |
| | | 112 | 794827.646 | 2121050.382 |
| | | 113 | 794812.627 | 2121042.686 |
| | | 114 | 794806.627 | 2121039.610 |
| | | 115 | 794806.479 | 2121039.534 |
| | | 116 | 794794.837 | 2121033.714 |
| | | 117 | 794781.873 | 2121027.893 |
| | | 118 | 794777.639 | 2121026.041 |
| | | 119 | 794765.733 | 2121021.014 |
| | | 120 | 794755.679 | 2121017.309 |
| | | 121 | 794737.687 | 2121010.959 |
| | | 122 | 794723.664 | 2121006.462 |
| | | 123 | 794712.517 | 2121003.148 |
| | | 124 | 794704.085 | 2121000.641 |
| | | 125 | 794686.887 | 2120996.407 |
| Conexión ferroviaria Línea S y V | 7.148 | 1 | 794424.292 | 2122444.936 |
| | | 2 | 794448.620 | 2122444.712 |
| | | 3 | 794472.948 | 2122446.536 |
| | | 4 | 794477.235 | 2122447.223 |
| | | 5 | 794497.004 | 2122450.391 |
| | | 6 | 794520.653 | 2122456.238 |
| | | 7 | 794537.210 | 2122428.293 |
| | | 8 | 794550.867 | 2122404.493 |
| | | 9 | 794587.996 | 2122340.479 |
| | | 10 | 794628.186 | 2122272.345 |
| | | 11 | 794671.428 | 2122198.275 |
| | | 12 | 794736.573 | 2122085.801 |
| | | 13 | 794770.032 | 2122028.359 |
| | | 14 | 794827.314 | 2121927.671 |
| | | 15 | 794888.540 | 2121823.193 |
| | | 16 | 794892.125 | 2121816.947 |
| | | 17 | 794899.537 | 2121804.031 |
| | | 18 | 794912.834 | 2121780.861 |
| 19 | 794969.895 | 2121682.548 | | |
| 20 | 795021.777 | 2121592.705 | | |
| 21 | 795025.722 | 2121585.874 | | |
| 22 | 795039.688 | 2121561.711 | | |

| TIPO DE OBRA | ÁREA (ha) | VÉRTICE | COORDENADA X | COORDENADA Y |
|--------------|-----------|---------|--------------|--------------|
| | | 23 | 795057.495 | 2121530.901 |
| | | 24 | 795079.214 | 2121493.324 |
| | | 25 | 795095.088 | 2121474.692 |
| | | 26 | 795099.967 | 2121468.965 |
| | | 27 | 795115.936 | 2121450.222 |
| | | 28 | 795156.814 | 2121444.268 |
| | | 29 | 795219.918 | 2121466.097 |
| | | 30 | 795230.498 | 2121456.692 |
| | | 31 | 795230.633 | 2121456.572 |
| | | 32 | 795200.018 | 2121421.190 |
| | | 33 | 795152.225 | 2121365.958 |
| | | 34 | 794991.475 | 2121191.947 |
| | | 35 | 794979.190 | 2121178.648 |
| | | 36 | 794988.967 | 2121190.760 |
| | | 37 | 795028.539 | 2121239.782 |
| | | 38 | 795031.560 | 2121244.954 |
| | | 39 | 795036.473 | 2121253.367 |
| | | 40 | 795041.002 | 2121261.121 |
| | | 41 | 795059.285 | 2121292.426 |
| | | 42 | 795073.038 | 2121351.819 |
| | | 43 | 795068.561 | 2121412.620 |
| | | 44 | 795049.381 | 2121461.408 |
| | | 45 | 795046.256 | 2121469.358 |
| | | 46 | 795033.615 | 2121491.177 |
| | | 47 | 795028.914 | 2121499.292 |
| | | 48 | 795021.900 | 2121511.398 |
| | | 49 | 795011.443 | 2121529.448 |
| | | 50 | 795002.556 | 2121544.787 |
| | | 51 | 795000.905 | 2121547.638 |
| | | 52 | 794986.643 | 2121572.255 |
| | | 53 | 794980.574 | 2121582.731 |
| | | 54 | 794873.532 | 2121767.494 |
| | | 55 | 794805.384 | 2121885.124 |
| | | 56 | 794802.975 | 2121889.282 |
| | | 57 | 794752.582 | 2121976.264 |
| | | 58 | 794703.101 | 2122061.673 |
| | | 59 | 794576.535 | 2122280.137 |
| | | 60 | 794527.994 | 2122341.453 |
| | | 61 | 794508.203 | 2122355.347 |
| | | 62 | 794463.989 | 2122386.388 |
| | | 63 | 794418.555 | 2122409.328 |
| | | 64 | 794199.835 | 2122519.760 |
| | | 65 | 794312.077 | 2122473.286 |
| | | 66 | 794340.397 | 2122461.878 |
| | | 67 | 794360.842 | 2122455.321 |
| | | 68 | 794381.716 | 2122450.295 |
| | | 69 | 794402.905 | 2122446.827 |
| | | 70 | 794424.292 | 2122444.936 |

Conexión ferroviaria de las Líneas S y V

Construcción de vía ferroviaria que unirá las líneas S y V, la cual se utilizará para dar acceso y salida de trenes sin necesidad de que tengan que trasladarse hasta el patio de maniobras del ferrocarril ubicado en la zona centro de la ciudad de Veracruz, Ver.

Rectificación y encauzamiento de descarga pluvial

El presente proyecto involucra la construcción de obras de rectificación y encauzamiento de descarga pluvial, con la finalidad principal de no afectar la dinámica hidrológica (manteniendo el patrón de escurrimientos) y de igual forma que estas sirvan como desagüe (captando y conduciendo aguas de lluvia y drenaje), en el área del proyecto y en los terrenos adyacentes a este, como es el caso del terreno propiedad Universidad Veracruzana.

También el encauzamiento de las aguas pluviales y separación de aguas negras de los conductos que aportan agua producto del escurrimiento de la lluvia (aportaciones pluviales), provenientes Fraccionamiento La Florida y parte de la colonia Valente Díaz, y evitar que en temporadas de lluvias el cruce pluvial existente en las vías de ferrocarril (el cual es alimentado por dichas aportaciones) aumente considerablemente su caudal ocasionando desbordamientos y fuertes erosiones, así como acarreo de materiales (arcillas y limos).

II.1.4. INVERSIÓN REQUERIDA

La inversión para la elaboración del proyecto contempla el monto para gastos de mano de obra, maquinaria, herramientas, así como las gestiones ambientales correspondientes. En total se tiene una inversión de \$ 93,806,518.93 (Noventa y tres millones ochocientos seis mil quinientos dieciocho pesos 93/100 M.N.) (Tabla 5), de los cuales, \$ 63,530,280.00 (Sesenta y tres millones quinientos treinta mil doscientos ochenta pesos 00/100 M.N.) corresponden a la construcción de la vía de interconexión, y \$ 30,276,238.93 (Treinta millones doscientos setenta y seis mil doscientos treinta y ocho pesos 93/100 M.N.) para la implementación de obras de rectificación y encauzamiento de descarga pluvial.

Tabla 5. Inversión requerida.

| OBRA | INVERSIÓN (\$) |
|--|-------------------------|
| Vía de interconexión | \$ 63,530,280.00 |
| Obras de rectificación y encauzamiento de descarga pluvial | \$ 30,276,238.93 |
| TOTAL | \$ 93,806,518.93 |

II.1.5. USO ACTUAL DE SUELO Y/O CUERPOS DE AGUA EN EL ÁREA DEL PROYECTO Y EN SUS COLINDANCIAS

De acuerdo con el Conjunto de datos vectoriales de la carta de Uso del suelo y vegetación, Escala 1:250 000, Serie VI, del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), el área del proyecto tiene un uso de suelo de "Pastizal Cultivado". Sin embargo, con la visita de campo y muestreo de biodiversidad en el área del proyecto se encontraron los siguientes usos de suelo y vegetación: Dren de aguas negras, Pastizal cultivado, Selva Baja Caducifolia y Tular.

Tabla 6. Uso actual de suelo y vegetación en el área del proyecto.

| TIPO DE VEGETACIÓN / USO DE SUELO | ÁREA DEL PROYECTO |
|-----------------------------------|-------------------|
| DREN DE AGUAS NEGRAS | 0.664 |
| PASTIZAL CULTIVADO | 4.997 |
| SELVA BAJA CADUCIFOLIA | 3.931 |
| TULAR | 0.554 |
| TOTAL | 10.146 |

- **Selva Baja Caducifolia (SBC):** Estas selvas constituyen el límite vegetación al térmico e hídrico de los tipos de vegetación de las zonas cálido-húmedas. Se presenta en zonas con temperaturas anuales promedios superiores a los 20° C y precipitaciones anuales de 1,200 mm como máximo, siendo generalmente del orden de 800 mm, con una temporada seca que pueden durar hasta 8 meses y que es muy severa. Estas selvas se presentan desde el nivel del mar hasta los 1,700 msnm (Guía para la interpretación de cartografía de uso de vegetación VI, 2017³).

Las características fisionómicas principales de esta selva residen en la escasa altura que alcanzan los componentes arbóreos (normalmente entre 4 y 10 metros, eventualmente 15 metros) y en el hecho de que casi todas las especies pierden sus hojas por un periodo de 5 a 7 meses, lo cual provoca un contraste enorme en la fisionomía de la vegetación entre la época seca y la lluviosa. Un elevado número de especies presenta exudados y sus hojas tienen olores fragantes o resinosos cuando se les estruja. Dominan las hojas compuestas y/o cubiertas por abundante pubescencia. El tamaño predominante de las hojas es el nanófilo. Generalmente los troncos de los árboles son cortos, robustos, torcidos y ramificados cerca de la base; muchas especies presentan cortezas escamosas papiráceas o con protuberancias espinosas o corchudas. Las copas son poco densas y muy abiertas. El estrato herbáceo es bastante reducido y solo se puede apreciar después del inicio de las lluvias. Los bejucos son abundantes, también se observan bromeliáceas y diversas orquídeas.

Las formas de vida suculentas son comunes, especialmente en los géneros *Agave*, *Opuntia*, *Lemaireocereus* y *Cephalocereus*. A pesar de lo xerofítico del ambiente, las espinosas no son abundantes, por lo que las selvas tienen características de inerte. Esta selva se desarrolla

³ INEGI, 2017. Guía para la interpretación de cartografía de Uso de suelo y Vegetación, escala 1: 250,000, Serie VI. Disponible en: http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825092030.pdf

preferentemente en terrenos de ladera, pedregosos, con suelos bastante someros arenosos o arcillosos con un drenaje superficial fuerte. Los sustratos geológicos en los que se desarrolla son bastante variables.

La selva baja caducifolia ocupa extensiones considerables en la vertiente del pacífico, especialmente en la cuenca del río Balsas y en las laderas de la sierra Madre Occidental en donde se presenta en los cañones de la sierra y se extiende desde Baja California hasta Chiapas. En el Golfo se encuentra en la Huasteca, en la parte alta del Río Papaloapan y en casi todo el estado de Yucatán. En los estados de Nayarit, Jalisco, Colima, y parte de Michoacán, la selva baja caducifolia se encuentra desde el nivel del mar hasta los 1,600msnm, pero frecuentemente abajo de los 1,400msnm. Está restringida a las laderas de los cerros. Una de las especies que se encuentra frecuentemente como clara dominante es *Lysiloma divaricata*; otras especies preponderantes son del género *Bursera*, entre ellas *Bursera excelsa var favonialis*, *B. gagaroides vars elongata y purpusii*, *Capparis incana*, *Ceiba aesculifolia*, *Comocladia engleriana*, *Cyrtocarpa procerca*, *Lonchocarpus eriocarinalis*, *Lysiloma acapulcensis*, *Pseudosmodium perniciosum*, *Spondias purpurea* y *Trichilia colimana*.

Para enriquecer lo descrito anteriormente, de acuerdo con (Rzedowski, 2006)⁴, el cual denomina a la SBC como Bosque Tropical caducifolio: "*Miranda (1952: 103) propuso inicialmente para la Cuenca del Papaloapan el nombre de "bosque bajo de hojas medianas caedizas"; después usó el término de "selva baja decidua" y, más tarde, al aplicarlo a la totalidad del territorio de la República (Miranda y Hernández X., 1963) optó por transformarlo en "selva baja caducifolia".*". Menciona lo siguiente en cuanto a su distribución geográfica: "*En la vertiente atlántica existen, además, cuando menos tres manchones aislados, caracterizados por el bosque tropical caducifolio: 1) en el sur de Tamaulipas, sureste de San Luis Potosí, extremo norte de Veracruz y extremo noreste de Querétaro, comprendiendo una parte de "La Huasteca"; 2) en el centro de Veracruz, en un área situada entre Nautla, Alvarado, Jalapa y Tierra Blanca, sin llegar a ninguna de estas poblaciones, pero incluyendo las inmediaciones del puerto de Veracruz; 3) en la parte norte de la Península de Yucatán, ocupando la mayor parte del estado de Yucatán y una fracción del de Campeche. El área que ocupa (u ocupaba) este tipo de vegetación puede calcularse en $\pm 8\%$ de la superficie de la República.*". Por lo cual se tienen registros de la presencia de SBC en el área del proyecto.

4

Rzedowski, J. (2006). *Vegetación de México*. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 1ra. Edición digital
https://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/librosDig/pdf/VegetacionMx_Cont.pdf



Figura 4. Selva Baja Caducifolia en el área del proyecto.

- **Tular (VT):** Comunidad de plantas acuáticas, distribuida principalmente en altiplanicies y llanuras costeras, en sitios con climas desde cálidos hasta templados, con amplios rangos de temperatura, precipitación y altitud. Se desarrolla en lagunas y lagos de agua dulce o salada y de escasa profundidad, así como en áreas pantanosas, *canales* y remansos de ríos. Las plantas de esta comunidad viven arraigadas en el fondo y constituyen masas densas con hojas largas y angostas, formando prácticamente un solo estrato herbáceo de 0.8 a 2.5m de altura.

Está constituido básicamente por plantas de tule (*Typha spp.*) y tulario (*Scirpus spp.*), pero también incluye a los llamados carrizales de *Phragmites australis* y de *Arundo donax* y a los "saibadales" de *Cladium jamaicense* del sureste del país (Guía para la interpretación de cartografía de uso de vegetación VI, 2017).



Figura 5. Tular en el área del proyecto.

- **Pastizal Cultivado (PC)**

Un pastizal cultivado está definido como aquel agrosistema que se ha introducido intencionalmente en una región y para su establecimiento y conservación se realizan algunas labores de cultivo y manejo. (INEGI, 2009)⁵. Casi todos los pastizales de nuestro país se emplean para la producción ganadera, casi siempre con una intensidad excesiva.

Digitaria decumbens (Zacate Pangola), *Pennisetum ciliaris* (Zacate Buffel), *Panicum maximum* (Zacate Guinea o Privilegio), *Panicum purpurascens* (Zacate Pará), entre otras muchas especies. Estos pastizales son los que generalmente forman los llamados potreros en zonas tropicales, por lo general con buenos coeficientes de agostadero. Los géneros *Festuca*, *Muhlenbergia*, *Stipa* y *Calamagrostis* son los más típicos de estos pastizales que, además de su interés ganadero, son aprovechados también a través de la extracción de la raíz de zacatón, materia prima para la elaboración de escobas que proporcionan las partes subterráneas de *Muhlenbergia macroura*.

A continuación, se muestran los valores de abundancia y abundancia relativa obtenidos del muestreo en campo para el estrato herbáceo de la vegetación de Pastizal Cultivado (PC).



Figura 6. Pastizal cultivado en el área del proyecto.

Cabe mencionar que, dentro de este tipo de uso de suelo, en el área del proyecto atraviesan dos líneas eléctricas de la Comisión Federal Eléctrica, como se puede observar en la Figura 7.

⁵

INEGI. (2009). Obtenido de Direcciones Generales y Vías de comunicación:

http://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/30/30193.pdf



Figura 7. Líneas eléctricas dentro del pastizal cultivado en el área del proyecto.

Sin embargo, la realización del proyecto no perjudicará su cruce debido a que sus elevaciones de catenarias (elevación del suelo al tendido eléctrico) en el cruce del tren son de 11.32 m, como se muestra en la Figura 8, por lo que el tendido eléctrico es lo suficientemente alto para permitir la operación del proyecto.

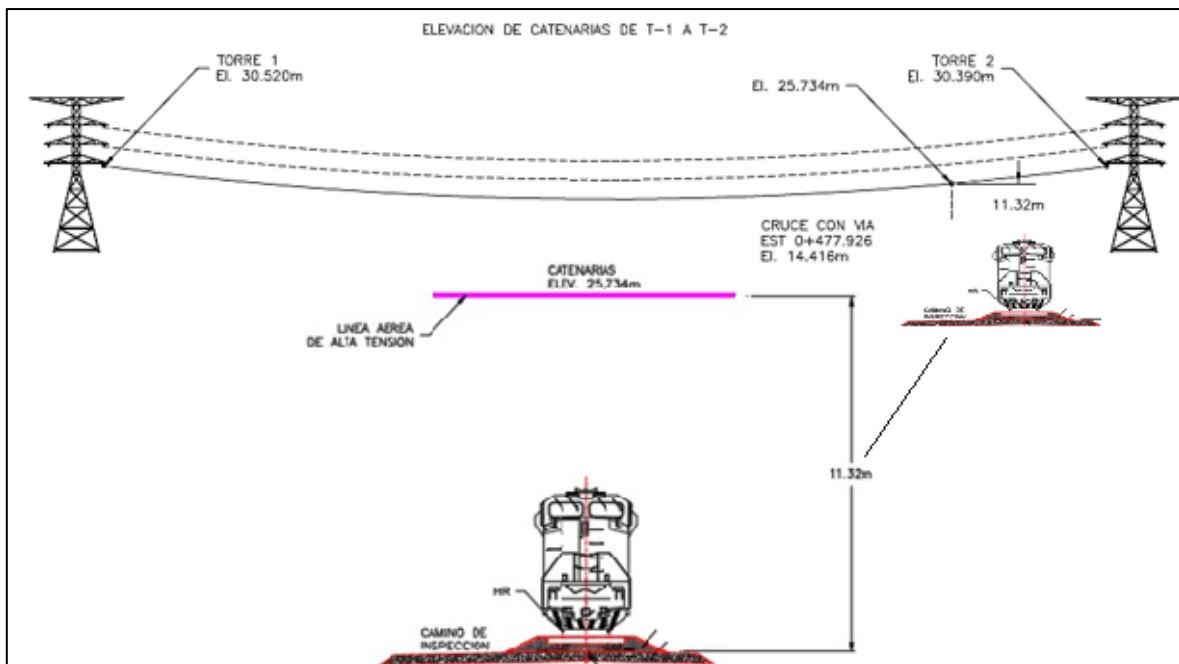


Figura 8. Esquema de elevaciones de catenarias de las líneas eléctricas que atraviesan el área del proyecto.

- **Dren de aguas negras:** Aguas negras de los conductos que aportan agua producto del escurrimiento de la lluvia (aportaciones pluviales), provenientes del Fraccionamiento La Florida y parte de la colonia Valente Díaz, cuenta con dimensiones promedio de 5 metros de ancho y 2 de profundidad, mientras las características de las aguas presentan una coloración que puede cambiar gradualmente de gris a gris oscuro y que a su vez libera desagradables

lores producto de los gases liberados durante el proceso de descomposición de materia orgánica.



Figura 9. Dren de aguas negras.

II.1.5.1. SUPERFICIE FORESTAL POR AFECTAR

El área del proyecto presenta una superficie de total de 10.146 hectáreas (2.997 ha para rectificación de obras del canal pluvial y 7.148 ha para la conexión ferroviaria de las Líneas S y V), de las cuales 4.485 hectáreas (1.350 ha en el canal y 3.135 ha en la conexión férrea) corresponden a superficie forestal; misma que se tramitará para la remoción de vegetación (trámite SEMARNAT-02-001 Solicitud de Autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales).

En la siguiente tabla se presenta la superficie forestal por tipo de vegetación que será afectada por el desarrollo del proyecto, así como por tipo de obra.

Tabla 7. Superficie forestal por tipo de obra.

| POLÍGONO | TIPO DE VEGETACIÓN / USO DE SUELO | FORESTAL | ÁREA DEL PROYECTO (ha) | PORCENTAJE |
|---|-----------------------------------|-----------|------------------------|--------------|
| CONEXIÓN FERROVIARIA LÍNEAS S Y V | DREN DE AGUAS NEGRAS | NO | 0.164 | 1.62 |
| | PASTIZAL CULTIVADO | NO | 3.849 | 37.94 |
| | SELVA BAJA CADUCIFOLIA | SI | 2.878 | 28.36 |
| | TULAR | SI | 0.257 | 2.53 |
| RECTIFICACIÓN Y ENCAUZAMIENTO DE DESCARGA PLUVIAL | DREN DE AGUAS NEGRAS | NO | 0.5 | 4.93 |
| | PASTIZAL CULTIVADO | NO | 1.148 | 11.31 |
| | SELVA BAJA CADUCIFOLIA | SI | 1.053 | 10.38 |
| | TULAR | SI | 0.297 | 2.93 |
| TOTAL | | | 10.146 | 100 |

Así mismo, es importante mencionar que los baños portátiles y contenedores de residuos, serán ubicados dentro de la misma superficie del proyecto, por lo que no se requerirá de remoción adicional de vegetación; y considerar también que no se requiere la apertura de caminos de acceso, por lo cual no se verá afectada la vegetación por esta actividad.

II.2. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO, PLAN O PROGRAMA

II.2.1. PROGRAMA GENERAL DE TRABAJO

El proyecto "*Construcción de Conexión Ferroviaria para unir Líneas S y V en el Municipio de Veracruz, Ver.*" se compone de tres etapas: 1) Preparación del sitio, 2) construcción y, 3) operación y mantenimiento.

La etapa de preparación del sitio, contempla un periodo de 6 meses para llevar a cabo las actividades de la delimitación, desmonte, despalme, los cortes y nivelación. Para la etapa de construcción, se requiere un tiempo de 9 meses, dentro de esta etapa se comprenden actividades como el suministro, recepción y acopio de materiales, obras de drenaje, conformación de terracería, armado de vía y rectificación y encauzamiento de descarga pluvial. Es importante mencionar que varias actividades de la etapa de preparación del sitio y la construcción se estarán llevando a la par y de manera paulatina para ajustar el tiempo total.

En el caso de la etapa de operación y mantenimiento del proyecto, esta tiene inicio en el segundo año de inicio del proyecto, al fin de las actividades de construcción. La operación está en función de la concesión que otorgó el Gobierno Federal a través de la Secretaria de Comunicaciones y Transportes (SCT) a FerroSur, S.A. de C.V, la cual corresponde a 50 años prorrogable 50 años adicionales, sin embargo, aún después de concluida la concesión, la Federación continuará con la operación ferroviaria de manera permanente e indefinida por tratarse de un servicio público de transporte. En cuanto al mantenimiento, este consistirá en el relavado de durmientes cuando estos presenten un deterioro por causas ambientales o a causa de descomposición mecánica de la vía.

No se contempla la etapa de abandono de sitio, puesto que, tomando en cuenta la vida útil del proyecto, 50 años; se pretende extender su tiempo de vida con los programas de mantenimiento establecidos por el promovente.

En la siguiente tabla se presenta el cronograma de actividades y medidas a desarrollar en cada etapa de desarrollo del proyecto.

Tabla 8. Programa general del trabajo.

| ETAPA/TIPO DE MEDIDA | ACTIVIDAD/MEDIDA | AÑOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|--|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|-------|-------|-------|-------|---------|---|---|
| | | MESES | | | | | | | | | | | | AÑO 2 | AÑO 3 | AÑO 4 | AÑO 5 | 5-50... | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | | | | | | | |
| Preparación del sitio | Delimitación | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Desmante y Despalme | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | |
| | Cortes y Nivelación | | | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | |
| Construcción | Suministro, recepción y acopio de materiales | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | |
| | Obras de Drenaje | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | |
| | Conformación de terracería | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | |
| | Armado de vía | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | |
| | Encauzamiento de descarga pluvial | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | | | | | | | |
| Operación y mantenimiento | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| Prevenición | Realizar el proyecto únicamente en la superficie autorizada (Delimitación e identificación de las áreas autorizadas). | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | |
| | El desmante se deberá realizarse de forma manual, con machetes, sierras eléctricas y otros instrumentos manuales, de forma paulatina y progresiva, conforme al avance de la construcción de la obra; aplicando un correcto derribo direccional, en caso de utilizar medios mecánicos, deberá realizarse en la parte central acompañándose de métodos manuales en los límites del área autorizada para evitar afectaciones fuera de esta. | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | |
| | Concientización y capacitación del personal de trabajo a fin de evitar o disminuir daños a la flora y fauna. | ■ | | | | | | ■ | | | | | | | | ■ | | | | |
| | Manejo adecuado de los residuos sólidos y líquidos. | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | |
| | De ser necesario, se llevarán a cabo riegos con camiones cisterna, a fin de reducir lo máximo posible la generación de partículas de polvo con el paso de la maquinaria. | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | |
| | Se utilizarán lonas para cubrir los camiones que transporten material terrígeno hacia el sitio de la obra o lo saquen del mismo. | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | |
| | El almacenamiento y manejo de materiales deberá evitar la dispersión de polvos. | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | |
| | La circulación de los vehículos de carga en la zona del proyecto será con velocidad menor a 20 Km/h. | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | |
| Prevenición | La maquinaria, equipo y vehículos que se utilicen durante el desarrollo del proyecto, se someterán a un programa de mantenimiento preventivo, llevándose una bitácora para dar seguimiento a dichas actividades, con el fin de evitar fugas de lubricantes y combustibles, o emisiones de gases y ruido que | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | |

| ETAPA/TIPO DE MEDIDA | ACTIVIDAD/MEDIDA | AÑOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|--|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|-------|-------|-------|-------|---------|---|---|
| | | MESES | | | | | | | | | | | | AÑO 2 | AÑO 3 | AÑO 4 | AÑO 5 | 5-50... | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | | | | | | | |
| Preparación del sitio | Delimitación | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Desmante y Despalme | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | |
| | Cortes y Nivelación | | | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | |
| Construcción | Suministro, recepción y acopio de materiales | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | |
| | Obras de Drenaje | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | |
| | Conformación de terracería | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | |
| | Armado de vía | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | |
| | Encauzamiento de descarga pluvial | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | |
| Operación y mantenimiento | | | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | sobrepasen a las normas oficiales correspondientes. | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | Toda reparación, mantenimiento y lavado de maquinaria, equipo y vehículos se efectuará en áreas de servicio preestablecidas en comunidades cercanas. | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | En caso de una situación de emergencia, se tomarán las medidas necesarias para evitar contaminar el suelo como la utilización de un kit antiderrames. | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | Se acatará lo establecido en el reglamento de conservación de vía y estructura para los ferrocarriles mexicanos, emitido el 1° de septiembre de 1996. | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | Cumplimiento puntual al plan maestro para la Prevención, Atención y Remediación de Emergencias Químicas (PAREQ), que tiene FerroSur S.A. de C.V, así como procedimientos de prevención y atención a accidentes ferroviarios. | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| Mitigación | Ejecución del programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna (previa y durante el desmante). * | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | Ejecución del programa de rescate y reubicación de flora. ** | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | Retiro y acopio temporal de la capa de suelo fértil | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | Ejecución del programa de Reforestación, quedando prohibido considerar especies exóticas y/o agresivas que puedan provocar desplazamiento y competencia de poblaciones vegetales. *** | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | Restauración de un predio de compensación adicional mediante la implementación de un programa de reforestación y un programa de obras de conservación de suelo y agua, como medida de mitigación para la recuperación de la capacidad de infiltración, conservación de suelo y mejora de la cobertura vegetal. | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | Ejecución del programa de obras de conservación de suelo y agua. | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |

| ETAPA/TIPO DE MEDIDA | ACTIVIDAD/MEDIDA | AÑOS | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|-------|-------|-------|-------|---------|
| | | MESES | | | | | | | | | | | | AÑO 2 | AÑO 3 | AÑO 4 | AÑO 5 | 5-50... |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | | | | | |
| Preparación del sitio | Delimitación | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Desmonte y Despalme | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | |
| | Cortes y Nivelación | | | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | |
| Construcción | Suministro, recepción y acopio de materiales | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | |
| | Obras de Drenaje | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | |
| | Conformación de terracería | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | |
| | Armado de vía | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | |
| | Encauzamiento de descarga pluvial | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | |
| Operación y mantenimiento | | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| SUPERVISIÓN DE LAS MEDIDAS Y SEGUIMIENTO A LOS PROGRAMAS | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |

II.2.2. REPRESENTACIÓN GRÁFICA REGIONAL

Para una mejor visualización geográfica (Figura 10) del área del proyecto en un contexto regional, utilizó como referencia el Sistema Ambiental Regional (SAR). Dicha unidad de análisis será el punto de evaluación de los impactos ambientales que pueden surgir con el desarrollo del proyecto. La caracterización física y biótica del SAR se desarrolla en el capítulo IV de la presente Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional.



Figura 10. Representación gráfica regional.

II.2.3. REPRESENTACIÓN GRÁFICA LOCAL

En la siguiente imagen se muestra la representación local del proyecto y su Área de influencia la cual se considera como la zona donde influyen de manera directa los impactos que pueden ocasionar el proyecto. Además, se incluye la ubicación de las medidas de mitigación a aplicar, como son: el área de compensación y los sitios de reubicación de fauna (entendiéndose que las medidas de prevención se desarrollarán en el área del proyecto).

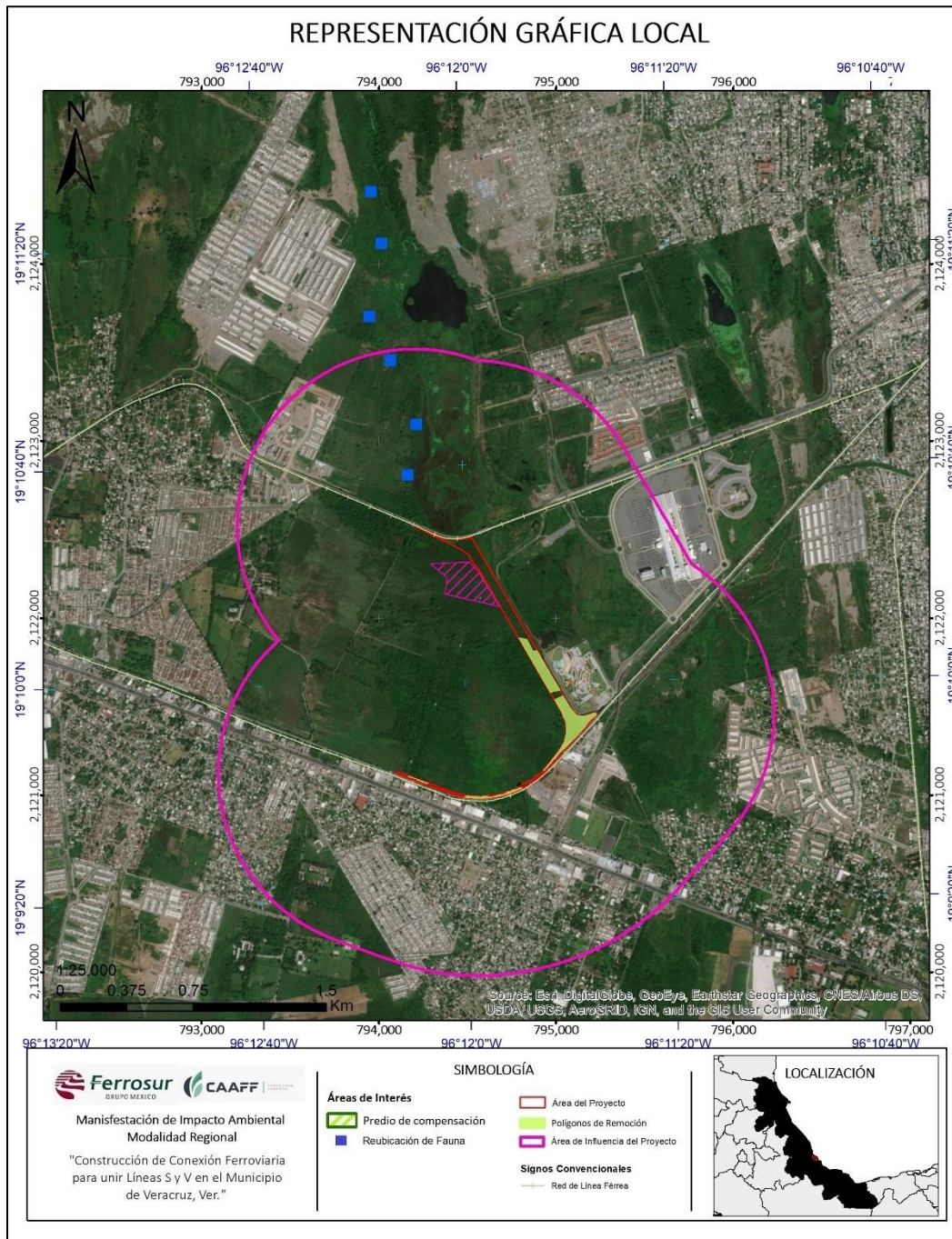


Figura 11. Representación gráfica local.

II.2.4. PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN

II.2.4.1. Preparación del sitio

Esta actividad consiste en la modificación del terreno por medio de operaciones de desmonte y despalme, las cuales sirven para crear una superficie que permita el tránsito de maquinaria y personal necesario para la etapa de construcción. Dentro de esta etapa se incluyen las siguientes actividades.

II.2.4.1.1. Delimitación

Actividad que consistente en realizar la delimitación o marcado de los límites del área sujeta a autorización en materia de impacto ambiental. Esto permite que las brigadas de rescate de flora y fauna se concentren en dichas áreas y los trabajadores no afecten áreas no previstas en el proyecto.

La delimitación se realizará con apoyo de un geoposicionador satelital (GPS, *Global Positioning System* por sus siglas en inglés) con un equipo de topografía identificando con estacas de madera los principales vértices o puntos de inflexión del polígono de manera de poder delimitar con marcas visibles el área donde se llevarán a cabo las obras y actividades del proyecto.

II.2.4.1.2. Desmonte y Despalme

Esta etapa consiste en la remoción de la vegetación forestal compuesta por árboles, arbustos y herbáceas ubicados exclusivamente dentro del área del proyecto, el tipo de vegetación a remover acorde a la composición de especies corresponde a Selva baja caducifolia y Tular, es por ello que previo al inicio de esta etapa deberá de realizarse el rescate de individuos vulnerables que debido a sus características o a su representatividad para la región o el ecosistema comprometan la calidad del sitio.

El desmonte consiste en la remoción total de la vegetación. El derribo de árboles se llevará a cabo por medios manuales (motosierras). La manera en que se realizará el desmonte se efectuará dependiendo de las condiciones del sitio, siempre considerando la seguridad del trabajador para lo cual se utilizará el derribo direccional con el apoyo de cuñas. El trabajo se hará siempre de manera controlada para que todo el producto de desmonte se direcciones completamente dentro del polígono autorizado, evitando así la afectación a zonas no autorizadas.

El derribo de la vegetación forestal se realizará en forma gradual y se irá avanzando paulatinamente en el derribo, de tal manera que, tras los frentes de trabajo, el terreno quede libre de vegetación forestal para dar paso a las actividades de despalme y posterior inicio de los trabajos de construcción, así hasta concluir la remoción total. En ningún caso se hará uso de fuego o productos químicos para realizar la remoción de la vegetación.



Figura 12. Ejemplo de la actividad del desmonte.

Las maniobras se realizarán de manera periódica y de la vía "V" Santa FE-Veracruz a la vía "S" Encinar-Veracruz con el fin de evitar que la fauna existente en el lugar pueda ser atropellada.

Después del desmonte, se realiza el despalme, el cual consiste en la movilización de la capa superficial de suelo, en este caso se retirarán los primeros 30 cm aproximadamente de profundidad, que contiene una alta concentración de materia orgánica, por lo que este material no es adecuado para la construcción. Esta capa de suelo será recuperada y almacenada en el sitio para su posterior utilización en las actividades de restauración.

Para esta actividad se podrán usar equipos pesados que permitan realizar el movimiento de suelos, los que típicamente podrán ser: Bulldozer, CAT D6 D7 o similar, Motoniveladora, Excavadora tipo CAT 320 y/o 330 o similar.



Figura 13. Imagen ilustrativa de la actividad del despalme.

II.2.4.1.3. Cortes y nivelación

Consiste en el movimiento de tierras necesario para la construcción de la plataforma del terraplén la cual es una capa adicional de materiales pétreos procedentes de excavaciones de roca, para brindar estabilidad necesaria a terrenos pantanosos (inundables), y terraplén sección tipo, donde se construirá la vía ferroviaria para el tránsito de trenes de carga, así como para la implementación de obras de rectificación y encauzamiento de descarga pluvial.

II.2.4.2. Etapa de Construcción

Esta etapa consiste básicamente en la construcción, instalación y armado de la vía ferroviaria, así como de la obra de rehabilitación y construcción de ramal del canal, por lo que, después de realizar los cortes, se realizarán las siguientes actividades.

II.2.4.2.1. Suministro de materiales

El suministro de material, consiste en la recepción y acopio de material en un área específica en el centro de trabajo; dichos materiales serán trasladados en tren de trabajo hasta el área del proyecto, los cuales, con ayuda de una grúa serán bajados y acomodados en el centro de acopio establecido, es importante mencionar que para facilitar las maniobras del desembarque con dicha grúa, la totalidad de materiales serán contenidos en plataformas, esto incluye los materiales que serán utilizados para la construcción de la vía férrea y las obras de encauzamiento (tuberías, concreto, etc.).

II.2.4.2.2. Obras de drenaje correspondientes a la vía

Se deberán construir dos obras de drenaje en el trazo de la vía férrea a construir, que den continuidad a las existentes en las vías férrea S y V (ubicadas fuera del área del proyecto), las cuales se deberán haber concluido antes de iniciar la construcción de las vías que pasarán encima de estas.

A continuación, se presentan las características de las obras de acuerdo a la placa kilométrica de la vía de interconexión, en donde serán construidas.

Km 0+200: Con base en los gastos de diseño y el funcionamiento hidráulico de la zona en estudio, y para dar continuidad a la obra de drenaje de la vía férrea V ubicada fuera del área del proyecto (Figura 14), se determinó que era necesaria la construcción de una obra de drenaje consistente en un cajón de dos ojos de 6 m x 2.25 m. El análisis hidráulico arrojó que la obra tiene la suficiente capacidad hidráulica para conducir el gasto correspondiente a un periodo de retorno de 100 años sin que el gasto sobrepase el terraplén de la vía.

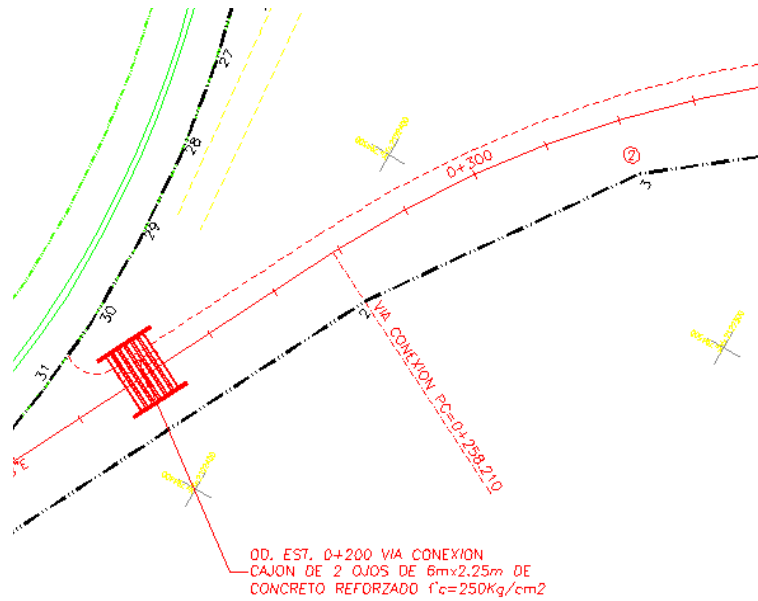


Figura 14. Obra de drenaje propuestas para la vía de conexión km 0+200.

Km 1+560.50: Consistente en una batería de 5 tubos de concreto reforzado de clase IV de 1.22 m de diámetro, esta para dar continuidad al gasto que transita por la obra de drenaje ubicada en el Km 412+095 de la vía "S", fuera del área del proyecto (Figura 15) consistente en un tubo de 1.22 m de diámetro, el cual se estimó en un 20% del gasto de la cuenca principal. El análisis hidráulico de la obra de drenaje arrojó que la obra funcionaría con control en la entrada y tiene la suficiente capacidad hidráulica para conducir el gasto correspondiente a un periodo de retorno de 100 años sin que el gasto sobrepase el terraplén de la vía.

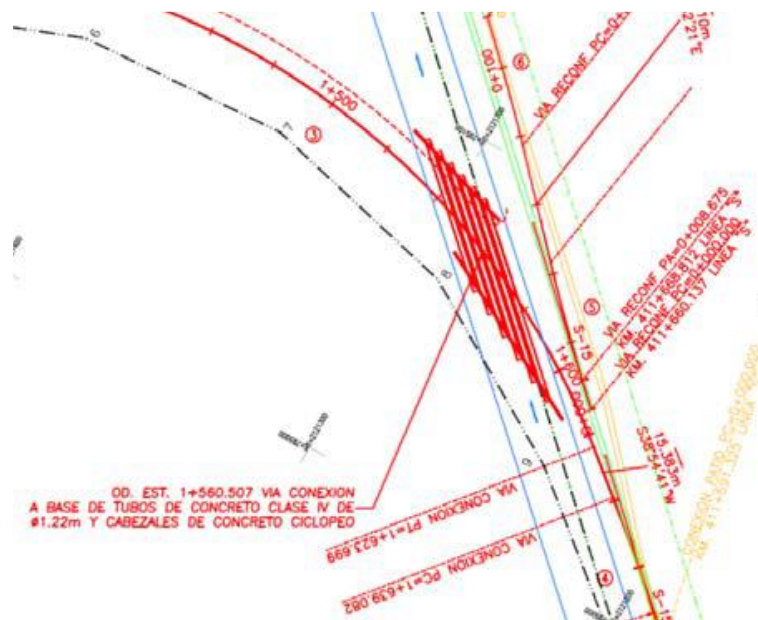


Figura 15. Obra de drenaje propuestas para la vía de conexión km 1+560.5.

II.2.4.2.3. Conformación de terracería

Una vez que se haya desmantelado en las vías existentes los tramos para los dos puntos de conexión, los cuales se ubican en el km 411+591.325 de la vía S y en el km 462+574.781 de la Vía V, se procederá a la conformación de la plataforma sección tipo terracería, la cual representa la base para el soporte de la vía y que soportará todos los esfuerzos producidos por el tren. Teniendo como funciones principales las siguientes:

- Servir de subestructura de apoyo.
- Soportar esfuerzos estáticos y dinámicos de trenes y vía.
- Evitar deformaciones de vía.
- Drenar y evacuar aguas.

La plataforma sección tipo terracería constará de las siguientes partes.

Tabla 9. Cuerpo La plataforma sección tipo terracería.

| PARÁMETROS | DIMENSIÓN MÍNIMA |
|---------------------------------------|------------------|
| Ancho de corona del terraplén | 1,150 cm |
| Base sección del balasto | 436 cm |
| Corona de sección de balasto | 284 cm |
| Longitud de durmiente madera | 244 cm |
| Ancho de hombro de balasto | 20 cm |
| Ancho de hombro del terraplén | 75 cm |
| Espesor de balasto bajo del durmiente | 20 cm |
| Espesor del sub-balasto | 30 cm |
| Altura de terraplén | < 20 ó <40 cm |
| Altura de pedraplén | 150 cm |

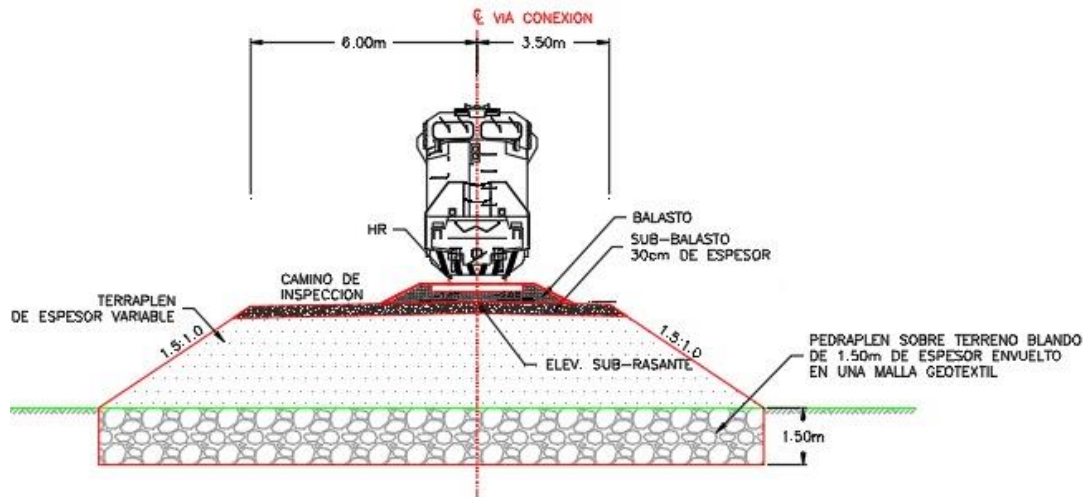


Figura 16. Sección transversal de la vía.

Pedraplén

Debido a que actualmente el área del proyecto presenta acumulación de humedad por la descarga de aguas negras y pluviales provenientes de colonias cercanas, se establecerá un pedraplén (relleno compactado constituido por materiales pétreos con tamaño entre 100 mm y 900 mm), de 1.5 m de

altura envuelto en una malla geotextil, para brindar el soporte necesario para la vía como se muestra en la Figura 16.

Terraplén

Se construirán y compactarán con las especificaciones técnicas establecidas en el Reglamento Técnico de Conservación de Vía, las cuales son:

- Granulometría: De acuerdo con manual de calidad para materiales en la sección estructural de vías férreas (Secretaría De Comunicaciones y Transportes, 1991) una calidad adecuada tendrá fragmentos de roca con un tamaño máximo de 1000 mm o medio espesor del cuerpo, el 80% con dimensiones menores a 750 mm, además de tener máximo el 40% compuesto de materiales finos con dimensiones menores de 0.074 mm.
- Límite líquido máximo: 50%
- Índice plástico máximo: 12%
- Valor soporte de california CBR mínimo: 5%
- Expansión máxima: 5%
- Grado de compactación mínimo, Proctor: 90%

Capas de menos de 20 cm si se trata de suelo arcilloso y menos de 40 cm si se trata de un suelo arenoso. No deben usarse suelos que no cumplan con las especificaciones anteriores.

Lecho de la vía.

- Ancho mínimo de corona del Terraplén: 586 cm (incluyendo camino de inspección 1,150 cm).

Sub-balasto

- Espesor mínimo: 30 cm
- Tamaño máximo de grano: 7.60 mm
- Límite líquido máximo: 40%
- Índice plástico máximo: 12%
- Valor soporte de California CBR mínimo: 20%
- Expansión máxima: 2%
- Grado de compactación Proctor: 97%

Capa subyacente (abajo del sub-balasto)

- Espesor mínimo: 30 cm
- Tamaño mínimo del grano: Que sea compactable
- Límite líquido máximo: 50%
- Índice plástico máximo: 12%
- Valor soporte de california CBR mínimo: 10%
- Expansión máxima: 3%
- Grado de compactación mínima, Proctor: 95%



Figura 17. Imagen ilustrativa de la construcción de terracerías (A) y conformación final (B).

Balasto

El material para construir el balasto puede ser de roca ígnea triturada o escoria de fundición. La roca puede ser basalto, granito, andesita o riolita. La granulometría deberá ser de acuerdo a lo especificado por Ferromex/Ferrosur (Tablas 10 y 11).

Tabla 10. Granulometría recomendada para la construcción del Balasto.

| TAMAÑO No. (ver nota 1) | TAMAÑO NOMINAL O ABERTURA DE LA MALLA | PROCENTAJE QUE PASA | | | | | | | | | |
|-------------------------|---------------------------------------|---------------------|----------------|------------|----------------|------------|--------------|--------------|-------------|----------------|----------------|
| | | 3" 76.2 mm | 2 1/2" 63.5 mm | 2" 50.8 mm | 1 1/2" 38.1 mm | 1" 25.4 mm | 3/4" 19.1 mm | 1/2" 12.7 mm | 3/8" 9.5 mm | No. 4 (47.5mm) | No.8 (2.38 mm) |
| 24 | 2 1/2" – 3/4" | 100 | 90-100 | --- | 25-60 | --- | 0-10 | 0-5 | --- | --- | --- |
| 25 | 2 1/2" – 3/8" | 100 | 80-100 | 60-85 | 50-70 | 25-50 | --- | 5-20 | 0-10 | 0-3 | --- |
| 3 | 2" - 1" | --- | 100 | 95-100 | 35-70 | 0-15 | --- | 0-5 | --- | --- | --- |
| 4A | 2" – 3/4" | --- | 100 | 90-100 | 60-90 | 10-35 | 0-10 | --- | 0-3 | --- | --- |
| 4 | 1 1/2" – 3/4" | --- | --- | 100 | 90-100 | 20-55 | 0-15 | --- | 0-5 | --- | --- |
| 5 | 1" – 3/8" | --- | --- | --- | 100 | 90-100 | 40-75 | 15-35 | 0-15 | 0-5 | --- |
| 57 | 1" – No. 4 | --- | --- | --- | 100 | 95-100 | --- | 25-60 | --- | 0-10 | 0-5 |

Nota. - Los números de granulometría 24, 25, 3, 4A y 4 son para vía principal y, Los números de granulometría 5 y 57 son para vías particulares.

Tabla 11. Materiales y dimensiones recomendada para la construcción del Balasto.

| Propiedad | Materiales que se pueden utilizar como balasto | | | | | | |
|---|--|---------|---------|----------|-----------------------|--------------------------------|-----------------|
| | Granito | Riolita | Basalto | Andesita | Escoria de alto horno | Escoria de hornos de aceración | Prueba A.S.T.M. |
| Porcentaje de material que pasa por la malla no.200 | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | C 117 |
| Volumen específico gravitacional (ver nota 2) | 2.60 | 2.60 | 2.60 | 2.60 | 2.30 | 2.90 | C 127 |
| Porcentaje de absorción | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 5.0 | 2.0 | C 127 |
| Trozos de arcilla y partículas desprendibles | 0.5% | 0.5% | 0.5% | 0.5% | 0.5% | 0.5% | C 142 |
| Degradación | LAA | 35% | 25% | 25% | 40% | 30% | ver nota 1 |
| Contenido de sulfato de sodio 5 ciclos | 5.0% | 5.0% | 5.0% | 5.0% | 5.0% | 5.0% | C 88 |
| Partículas alargadas y/o planas. | 5.0% | 5.0% | 5.0% | 5.0% | 5.0% | 5.0% | D 4791 |

Nota 1.- Los materiales que al cribarse contengan partículas retenidas en la malla de 1" serán analizados con el método de prueba A.S.T.M. C535. Los materiales que al cribarse pasen el 100% a través de la malla 1" serán analizados con el método

de prueba A.S.T.M. C131. Nota 2.- Solamente para el volumen específico gravitacional el valor límite se tomará al mínimo y los límites para las demás pruebas se tomarán los valores máximos. Unidades en ton/m³.

Para la construcción de la vía se utilizarán aquellos bancos de materiales que se encuentren cercanos al sitio de proyecto dedicados a la extracción y procesamiento de materiales pétreos (arena, grava y mezcla de estos) y que cuenten con permiso otorgado por las autoridades ambientales.

II.2.4.2.4. Armado de Vía

Para realizar el ensamble de las vías existentes y la nueva vía de interconexión, se realizará el desmantelamiento de las vías preexistentes, específicamente en los puntos de unión correspondientes al km 411+591.325 de la vía S y en el km 462+574.781 de la Vía V.

La infraestructura ferroviaria por realizar en este proyecto tendrá una longitud total de 1,682.296 m, la cual contempla los siguientes elementos:

- Riel calibre 115 lb/yd nueva para una longitud de vía de 1,682.296 m.
- Durmiente concreto distribuido a 60 cm centro a centro (2,834 piezas).
- Aplicación de soldadura 142 piezas.
- Balasto con un volumen total de 3,060 m³.
- 2 juegos de cambio No. 15.

El armado de vía contempla las siguientes actividades:

- a) Colocación y alineación de durmientes.
- b) Armado y fijación de rieles sobre durmientes.
- c) Suministro de balasto.
- d) Calzado y alineación de vía sobre balasto vía mediante maquinaria.
- e) Regulación de balasto a lo largo de la vía mediante maquinaria.
- f) Limpieza y entrega de vía acorde especificaciones establecidas.

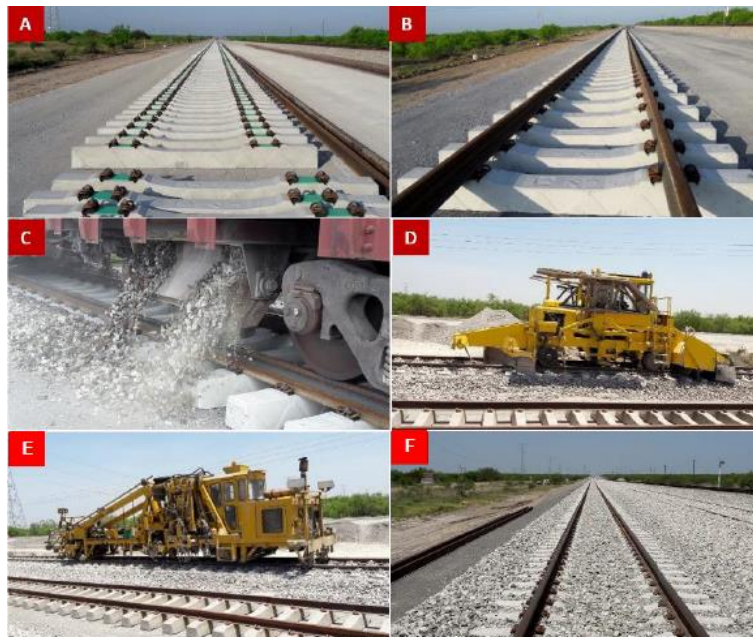


Figura 18. Imagen ilustrativa de las etapas de armado de vía.

II.2.4.2.5. Rectificación y encauzamiento de descarga pluvial.

Aprovechando la construcción de la vía, se rectificará y encauzará el canal que conduce la descarga pluvial y aguas sanitarias, que entran al área del proyecto proveniente del Fraccionamiento La Florida y parte de la colonia Valente Díaz (Figura 21), por medio de la rehabilitación y modificación de trazo del canal existente, además de la construcción de un tramo adicional del mismo que llegue hasta el límite del proyecto, de tal manera que a partir de allí la descarga continúe el flujo hidrológico natural hasta llegar a la laguna del Río Medio, evitando que en temporadas de lluvias el canal existente en el área del proyecto (el cual es alimentado por dichas aportaciones) aumente considerablemente su caudal ocasionando desbordamientos y fuertes erosiones, así como acarreo de materiales (arcillas y limos).

Además, al conducir las aguas se impedirá la modificación de las condiciones físicas y químicas del suelo con lo cual la Universidad Veracruzana podrá realizar estudios de desarrollo de pastos forrajeros, en los terrenos contiguos al proyecto los cuales están a cargo del área de veterinaria de dicha institución.

Ambos beneficios tienen relación con lo establecido en el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) UAB 75, en las estrategias 28 y 29 del Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana, siendo la primera de estas "Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico" y la segunda "Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional".

Para llevar a cabo la rectificación y el encauzamiento de las aguas pluviales, se proponen las siguientes obras:

- **Estructura 01 (Aportación 1)**

La aportación 1, se captará mediante una caja de concreto armado con dimensiones de 3 metros por 3 metros, con una altura de 2.4 m de altura, con losas y muros de 20 cm de ancho.

- **Estructura 02 (Aportación 2)**

La aportación 2, se captará mediante una caja de concreto armado con dimensiones de 3 metros por 3 metros, con una altura de 2.7 m de altura, con losas y muros de 20 cm de ancho.

- **Estructura 03 (Aportación 3)**

La aportación 3, se captará mediante una caja de concreto armado con dimensiones de 3 metros por 3 metros, con una altura de 2.7 m de altura, con losas y muros de 20 cm de ancho.

- **Tubería de conducción**

Una vez captadas las aportaciones existentes mediante las cajas anteriormente mencionadas, se conducirá el agua mediante tuberías de hierro galvanizado de 150 cm de diámetro con longitudes variables dependiendo de la lejanía de cada caja con la caja separadora correspondiente, utilizando para la estructura 01 una tubería de 6 metros de longitud y una pendiente de 5 milésimas, mientras para las estructuras 02 y 03 se utilizarán tuberías con longitudes de 5 metros con pendiente de 12 milésimas.

Caja separadora

En el caso de las aportaciones 01 y 02, las tuberías de conducción llegarán hasta una misma caja separadora, mientras que la aportación 03 tendrá su propia caja separadora. La función de esta estructura es dividir las aguas pluviales de las aguas negras, y se construirá de concreto armado con dimensiones de 3 metros por 3.5 metros, con una altura de 3.5m, con losas y muros de 20 cm de ancho.

- **Tubería y canal a cielo abierto**

Las aguas negras proveniente de la caja separadora serán conducidas mediante una tubería de 150 cm de Fierro Galvanizado (Figura 19).

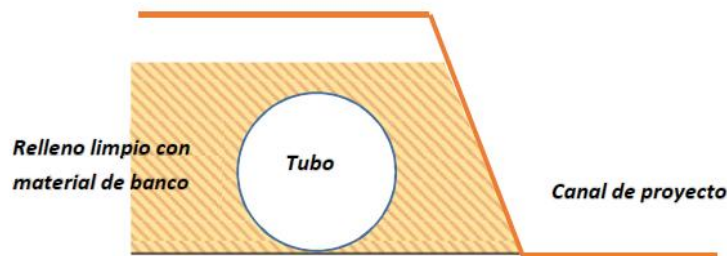


Figura 19. Esquema de la tubería y canal a cielo abierto hasta desembocadura.

Mientras que las aguas pluviales se liberaran al canal a cielo abierto que se rehabilitará y que a su vez se le construirá un tramo adicional con las dimensiones descritas en la siguiente figura.

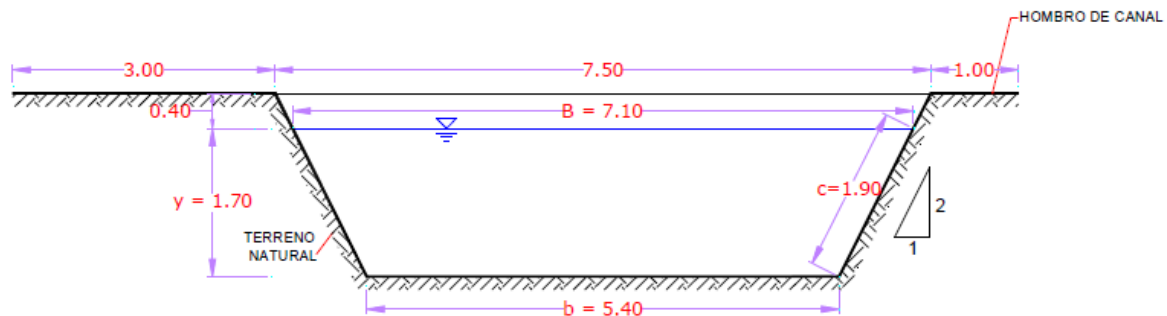


Figura 20. Dimensiones del canal a cielo abierto adyacente al proyecto.

Ambas estructuras seguirán longitudinalmente el largo de la vía férrea a construir (Figura 21), terminando cada una en el límite del proyecto, de tal manera que por medio de la hidrología y

topografía del terreno la descarga continúe hasta llegar a la Laguna del Río Medio, ubicada al norte del proyecto.



Figura 21. Ubicación de las aportaciones pluviales.

II.2.5. ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Durante el proceso de operación y mantenimiento se acatará lo establecido en el reglamento de conservación de vía y estructura para los ferrocarriles mexicanos, emitido el 1° de septiembre de 1996.

En esta etapa se presenta el desarrollo de la función de la nueva línea ferroviaria (conexión), la cual corresponde a la conexión de las líneas férreas S y V, dando un funcionamiento optimizado para el transporte de mercancías desde y hacia nuevo recinto portuario de Veracruz. En cuanto al mantenimiento de la misma, se tiene contemplado el relevado de durmientes cuando estos presenten un deterioro por causas ambientales o a causa de la descomposición mecánica de la vía, por medio de programas de mantenimiento para la conservación de la infraestructura ferroviaria, aplicados conforme al calendario de mantenimiento del departamento de infraestructura del concesionario. Así mismo, se llevará a cabo el deshierbe de la zona, revisión general, y la limpieza del área del proyecto por la basura que sea generada por las personas que transiten por el lugar.

Cabe mencionar que, Ferrosur S.A. de C.V tiene un plan maestro para la Prevención, Atención y Remediación de Emergencias Químicas (PAREQ), así como procedimientos de prevención y atención a accidentes ferroviarios.

El plan de emergencia, contempla el apoyo y solicitud coordinada de ayuda de instituciones como la Cruz Roja, los Bomberos y Protección Civil Municipal y Estatal. Durante la operación del proyecto, no se incrementará la probabilidad de ocurrencia de accidentes respecto a los que actualmente se presentan en la vía general de comunicación en operación. Los residuos generados en esta etapa del proyecto se manejarán con un programa de manejo integral de residuos.

Por su parte la rectificación y encauzamiento de descarga pluvial, cumplirá su función principal; la cual es el desagüe en el área del proyecto y de terrenos vecinos, y a su vez separe aguas negras de pluviales. El mantenimiento y desazolves a esta obra serán periódicos cuando esta lo requiera, realizando revisiones anuales.

II.2.5.1. SUSTANCIAS PELIGROSAS

De acuerdo con la Ley General de Salud⁶, una sustancia peligrosa es aquel elemento o compuesto, o la mezcla química de ambos, que tiene características de corrosividad, reactividad, inflamabilidad, explosividad, toxicidad, biológico-infecciosas, carcinogenicidad, teratogenicidad o mutagenicidad; y una sustancia tóxica es aquel elemento o compuesto, o la mezcla química de ambos que, cuando por cualquier vía de ingreso, ya sea inhalación, ingestión o contacto con la piel o mucosas, causan efectos adversos al organismo, de manera inmediata o mediata, temporal o permanente, como lesiones funcionales, alteraciones genéticas, teratogénicas, mutagénicas, carcinogénicas o la muerte.

⁶ Ley General de Salud, http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/142_240120.pdf

Por su parte, el artículo 3o., fracción XXII de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) define a los materiales peligrosos como los “elementos, sustancias, compuestos, residuos o mezclas de ellos que, independientemente de su estado físico representen un riesgo para el ambiente, la salud o los recursos naturales, por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas”.

Asimismo, el Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos, en su artículo 2o., determina que una sustancia peligrosa es “todo aquel elemento, compuesto, material o mezcla de ellos que independientemente de su estado físico, represente un riesgo potencial para la salud, el ambiente, la seguridad de los usuarios y la propiedad de terceros, también se consideran bajo esta definición los agentes biológicos causantes de enfermedades”.

Bajo este entendido, las sustancias que pueden ser consideradas como peligrosas para el presente proyecto son gasolina y, diésel usadas principalmente para el funcionamiento de los vehículos y maquinaria a utilizar, los cuales serán manejados de acuerdo con la normatividad vigente aplicable. En cuanto a la generación de aguas residuales de los sanitarios portátiles, las cuales serán producidas durante las etapas de preparación del sitio y construcción, el manejo, recolección y disposición correrá a cargo de la empresa que sea contratada para dar este servicio

II.2.6. DESMANTELAMIENTO Y ABANDONO DE LAS INSTALACIONES.

Para el presente proyecto no se contempla una etapa de desmantelamiento y abandono de las instalaciones (abandono de sitio), considerando que la vida útil del proyecto es de 50 años (concesionada por Gobierno Federal a través de SCT), prorrogable a 50 años adicionales, sin embargo, aún después de concluida la concesión, la Federación continuará con la operación ferroviaria de manera permanente e indefinida por tratarse de un servicio público de transporte.

II.2.7. OBRAS PROVISIONALES

Estas son necesarias para llevar a cabo algunas actividades relacionadas con el proyecto, para lo que se utiliza un remolque acondicionado como oficina de campo, almacén de materiales y herramienta menor, almacén de combustible y lubricantes, taller de maquinaria e instalaciones sanitarias.

II.2.7.1. Oficina de campo

Se recurre a un remolque, equipado con el mobiliario necesario para trabajar en él, instalaciones eléctricas para equipo de cómputo y comunicaciones (radio).

II.2.7.2. Almacén de materiales y herramienta menor

El almacén se instala con el fin de conservar en buen estado el equipo y herramienta menor, así como materiales que pueden sufrir deterioro por su exposición a la intemperie. El lugar donde se instale el almacén tendrá una superficie plana y exenta de vegetación nativa y estar provisto de extintores.

II.2.7.3. Almacén de combustibles y lubricantes

En este tipo de almacén provisional se protegerá el suelo con la colocación de tapete absorbente, y charolas para prevención de derrames, contará con ventilación natural, así como equipo adecuado para despachar el combustible y extintor.

II.2.7.4. Instalaciones sanitarias

Se contratará el servicio de una empresa que provea el servicio de instalaciones sanitarias, considerando un sanitario por cada 12 trabajadores en la obra, los cuales permanecerán durante el desarrollo de la construcción y hasta su finiquito.

II.2.8. RESIDUOS

Durante las diferentes etapas del proyecto se generan diversos tipos de residuos tanto de Manejo Especial, los cuales se describen en el presente apartado.

II.2.9.1. Residuos de Manejo Especial

De acuerdo a la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), artículo 2 principio XXX, son aquellos generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos, o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos.

Residuos generados por las actividades pesqueras, agrícolas, silvícolas, forestales, avícolas, ganaderas, incluyendo los residuos de los insumos utilizados en esas actividades.

Representan los principales residuos que se generarán durante las etapas del proyecto los cuales son los desechos producto del material vegetal originados del desmonte, los cuales se aprovecharán de manera eficiente durante la restauración de un predio de compensación adicional, como medida de mitigación para la conservación de suelo.

Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general.

En este caso son los residuos provenientes del material empleado en la construcción, aproximadamente representan entre el 5 y el 10% del total de los residuos generados. Estos residuos están constituidos principalmente por:

- Concreto.
- Morteros.
- Madera.
- Alambre.
- Resina.

- Plásticos.
- Cal.
- Varillas, entre otros.

Se implementará un Programa de manejo de residuos sólidos, que incluye capacitación a los trabajadores y se colocarán contenedores de 200 L, con tapa y rotulados, para almacenar temporalmente los diferentes tipos de residuos orgánicos e inorgánicos; se ubicarán en los diferentes frentes de trabajo para posteriormente ser trasladados a los lugares autorizados por el municipio para su disposición final conforme la normatividad aplicable. Por su parte, los residuos susceptibles de reutilizarse se enviarán a empresas para su reciclaje.

II.2.8.1. Residuos sólidos urbanos

De acuerdo a la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), artículo 2 principio XXXIII, los residuos sólidos urbanos, son los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos, siempre que no sean considerados por esta Ley como residuos de otra índole.

Para el presente proyecto son los residuos generados por los alimentos de los trabajadores, que aproximadamente por obrero se generan alrededor de 400 gramos de residuos de alimentos diarios. De igual forma se implementará el Programa de manejo de residuos sólidos, anteriormente descrito.

II.2.9. EMISIONES A LA ATMÓSFERA

II.2.9.1. Emisión de gases

En lo referente a la emisión a la atmósfera, estos están representados por los gases que generen los vehículos y maquinaria utilizados; los cuales se prevé mantener por debajo de los niveles máximos permisibles establecidos en la "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 utilizan gasolina como combustible, y la Norma Oficial Mexicana "NOM-042-SEMARNAT-2003", que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales o no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y partículas provenientes del escape de vehículos automotores nuevos cuyo peso bruto vehicular no exceda los 3,857 kg que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y diésel, así como emisiones de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible de dichos vehículos ambas publicadas en el Diario Oficial de la Federación.

II.2.9.2. Emisión de ruido

Las emisiones de ruido consistirán únicamente en las que generen los mismos vehículos y la maquinaria, los cuales se prevé estarán por debajo de los límites máximos permisibles de acuerdo con los parámetros estipulados en la Norma Oficial Mexicana "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, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 13 de enero de 1995.

II.3. BIBLIOGRAFÍA

- Ley General de Salud, *Diario Oficial de la Federación*, México, 7 de febrero de 1984, artículo 278, fracciones III y IV, respectivamente.
- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, *Diario Oficial de la Federación*, México, 28 de enero de 1988 y reformas del 13 de diciembre de 1996, artículo 3o., fracción XXII.
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes, "Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos", *Diario Oficial de la Federación*, México, 7 de abril de 1993 y reformas del 28 de noviembre de 2003, disponible en <http://portal.sct.gob.mx>.
- OMS, https://www.who.int/water_sanitation_health/mdg1/es/, consultado el 04/06/2020
- Guía para la interpretación de cartografía de uso de vegetación VI, 2017.
- Ferromex, https://www.ferromex.com.mx/pdf/vp_EspecificacionesTecnicas.pdf, consultado 07/06/2020.
- Secretaría De Comunicaciones y Transportes Manual de calidad para materiales en la sección estructural de vías férreas, 1991.
- Reglamento de conservación de vía y estructura para los ferrocarriles mexicanos, emitido el 1° de septiembre de 1996
- Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), *Diario Oficial de la Federación*, México, 8 de octubre de 2003, artículo 2 principio XXXIII.

Capítulo III

CONTENIDO

| | |
|---|----------|
| III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DEL USO DE SUELO | 1 |
| III.1. ORDENAMIENTO TERRITORIAL | 1 |
| III.2. VINCULACIÓN DE LOS PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICOS TERRITORIALES | 2 |
| III.2.1. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO (POEGT) | 2 |
| III.2.2. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO Y TERRITORIAL DE LA ENTIDAD FEDERATIVA DE VERACRUZ DE IGNACIO DE LA LLAVE | 11 |
| III.3. DECRETOS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS | 22 |
| III.3.1. ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS | 22 |
| III.3.2. ÁREAS DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN DE AVES (AICAS) | 24 |
| III.3.3. REGIONES TERRESTRES PRIORITARIAS (RTP) | 27 |
| III.3.4. REGIONES HIDROLÓGICAS PRIORITARIAS (RHP) | 29 |
| III.3.5. SITIOS RAMSAR | 31 |
| III.4. PLANES Y PROGRAMAS DE DESARROLLO | 33 |
| III.4.1. PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2019-2024 | 33 |
| III.4.2. PLAN ESTATAL DE DESARROLLO DEL ESTADO DE VERACRUZ DE IGNACIO DE LA LLAVE 2019-2024 | 34 |
| III.4.3. PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO DE VERACRUZ 2018 - 2021 | 36 |
| III.5. NORMAS OFICIALES MEXICANAS | 37 |
| III.6. OTROS INSTRUMENTOS LEGALES QUE RIGEN EL PROYECTO | 39 |
| III.6.1. CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS | 39 |
| III.6.2. LEYES FEDERALES VIGENTES | 42 |
| III.6.3. LEYES ESTATALES | 55 |
| III.6.4. REGLAMENTOS MUNICIPALES | 61 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| TABLA 1. CARACTERÍSTICAS DE LA UNIDAD AMBIENTAL BIOFÍSICA 75. | 4 |
| TABLA 2. RECTORES DE DESARROLLO PARA LA UAB 75..... | 5 |
| TABLA 3. ESTRATEGIAS SECTORIALES DIRIGIDAS A LOGRAR LA SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL DEL TERRITORIO. | 7 |
| TABLA 4. ESTRATEGIAS SECTORIALES DIRIGIDAS AL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA SOCIAL E INFRAESTRUCTURA URBANA. | 7 |
| TABLA 5. ESTRATEGIAS SECTORIALES DIRIGIDAS AL FORTALECIMIENTO DE LA GESTIÓN Y LA COORDINACIÓN INSTITUCIONAL. | 8 |
| TABLA 6 VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LAS ESTRATEGIAS ECOLÓGICAS APLICABLES..... | 8 |
| TABLA 7 VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LAS POLÍTICAS DE DESARROLLO URBANO. | 15 |
| TABLA 8 VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LAS DIRECTRICES DEL LINEAMIENTO DE MEDIO AMBIENTE Y ECOLOGÍA. | 16 |
| TABLA 9. EL PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2019-2024 Y SU VINCULACIÓN CON EL PROYECTO. 33 | |
| TABLA 10. VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON EL PLAN ESTATAL DE DESARROLLO 2019 – 2024 DE LA ENTIDAD FEDERATIVA VERACRUZ DE IGNACIO DE LA LLAVE..... | 34 |
| TABLA 11. VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON EL PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO DE VERACRUZ 2018 - 2021..... | 36 |
| TABLA 12. NORMATIVIDAD AMBIENTAL APLICABLE AL PRESENTE PROYECTO..... | 38 |
| TABLA 13. ARTÍCULOS CONSTITUCIONALES VINCULADOS CON EL PROYECTO. | 41 |
| TABLA 14 ARTÍCULOS DEL REGLAMENTO VINCULADOS CON EL PROYECTO. | 55 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| FIGURA 1 . ORGANISMOS TERRITORIALES Y SECTORIALES PRESENTES EN EL PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO. | 2 |
| FIGURA 2 . UNIDADES BIOFÍSICAS AMBIENTALES DEL TERRITORIO NACIONAL (UAB)..... | 4 |
| FIGURA 3. UNIDAD AMBIENTAL BIOFÍSICA EN LA QUE SE UBICA EL PROYECTO..... | 6 |
| FIGURA 4 . PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO EXPEDIDOS CON O SIN LA PARTICIPACIÓN DE SEMARNAT JUNIO DE 2015. | 12 |
| FIGURA 5. UBICACIÓN DEL PROYECTO RESPECTO A LA CIUDAD INDUSTRIAL BRUNO PAGLIAI. | 14 |
| FIGURA 6. RESERVAS ECOLÓGICAS PROPUESTOS EN LA ACTUALIZACIÓN DEL POU ZONA CONURBADA..... | 18 |
| FIGURA 7 . UBICACIÓN DEL PROYECTO CON RESPECTO A LOS SECTORES DEL PPEGV. | 20 |
| FIGURA 8 . UBICACIÓN DE LAS OBRAS DEL PROYECTO EJECUTIVO DEL SISTEMA LAGUNARIO RÍO MEDIO. | 21 |
| FIGURA 9 . UBICACIÓN DEL PROYECTO CON RESPECTO A LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS | 23 |
| FIGURA 10 . UBICACIÓN DEL PROYECTO CON RESPECTO A LAS AICAS..... | 26 |
| FIGURA 11 . UBICACIÓN DEL PROYECTO CON RESPECTO A LAS RTP. | 28 |
| FIGURA 12 . UBICACIÓN DEL PROYECTO CON RESPECTO A LAS RHP..... | 30 |
| FIGURA 13 . UBICACIÓN DEL PROYECTO CON RESPECTO A SITIOS RAMSAR..... | 32 |

III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DEL USO DE SUELO

III.1. ORDENAMIENTO TERRITORIAL

El concepto de Ordenamiento Territorial se refiere a la organización, planificación y gestión del uso y ocupación de territorio, en función de las características biofísicas, culturales, socioeconómicas y político-institucionales (Méndez, 2014¹).

El ordenamiento ecológico proporciona al ordenamiento territorial un diagnóstico de la estructura y dinámica del estado de los recursos naturales, una evaluación de los conflictos, las potencialidades y las propuestas de uso de suelo, con sus políticas y criterios ambientales (Reglamento de la LGGEPA en materia de ordenamiento Ecológico, 2014²).

Por otro lado, el ordenamiento ecológico es un instrumento normativo básico que se apoya en la evaluación del impacto ambiental, donde la consolidación operativa de estos dos instrumentos permite un acercamiento a los criterios de sustentabilidad del desarrollo regional (*Ibíd*).

De manera general, el ordenamiento ecológico es la base para los planes y programas de desarrollo y es un instrumento de la política ambiental requerido por las instituciones y la sociedad, porque:

- a) Permite dar coherencia a las políticas institucionales, de administración y gestión del territorio, en particular en la coordinación entre los diferentes órdenes de gobierno, y contribuye a conciliar los intereses de conservación de los recursos naturales con los de crecimiento económico derivados de los programas sectoriales de fomento económico, desarrollo urbano e infraestructura, agrícola, ganadero, entre otros, sobre una misma plataforma de información, siendo de importancia estratégica para la solución de conflictos (figura 1).
- b) Simplifica y apoya la aplicación de otros instrumentos de la política ambiental, como la planeación ambiental, la evaluación de impacto ambiental, la regulación ambiental de los asentamientos humanos, las normas oficiales mexicanas, la investigación y educación ecológica.

¹ Méndez Casariego, Hugo y Pascale Medina, Carla (Coordinación técnica). 2014. Ordenamiento Territorial en el Municipio: una guía metodológica. FAO. Santiago, Chile. 72 pp.

² Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al ambiente en Material de Ordenamiento Ecológico. 2014. Disponible en: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGEEPA_MOE_311014.pdf

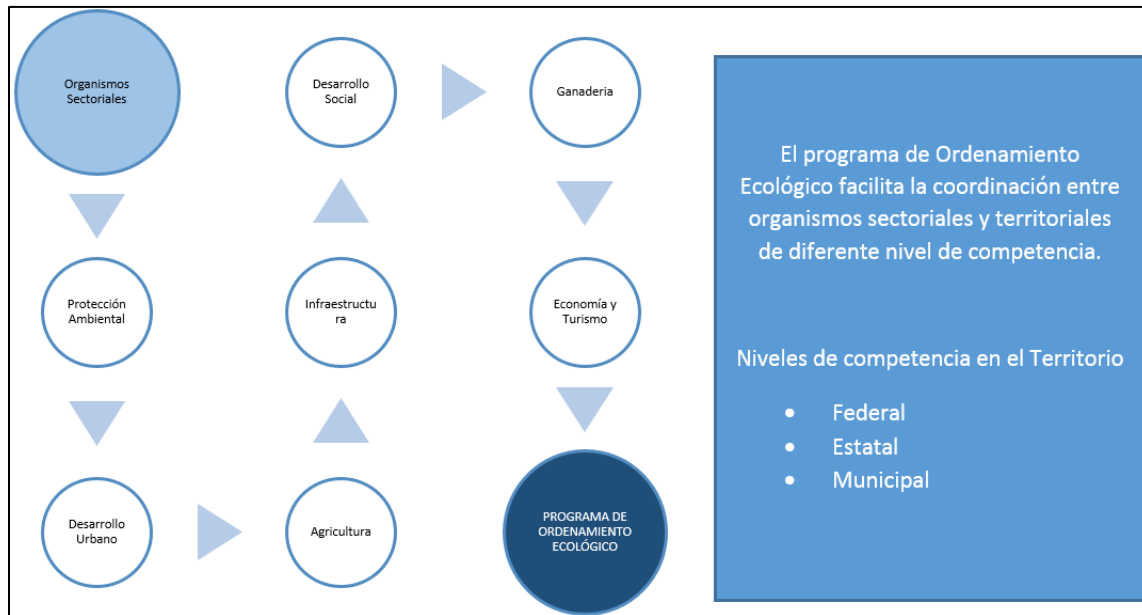


Figura 1 . Organismos territoriales y sectoriales presentes en el Programa de Ordenamiento Ecológico.

La interrelación entre los aspectos naturales, sociales y económicos tiene un papel muy importante en el ordenamiento ecológico, pues en el funcionamiento integral de sus variables es fundamental la periodicidad de los procesos, los estilos de desarrollo económico, el marco institucional, las formas de producción y el uso de tecnología, entre otros.

III.2. VINCULACIÓN DE LOS PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICOS TERRITORIALES

III.2.1. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO (POEGT)

El programa de ordenamiento ecológico general del territorio incluye la **regionalización del territorio nacional**, donde se señalan las áreas de atención prioritaria con sus respectivos lineamientos y estrategias ecológicas, así como las áreas de aptitud sectorial (**Artículo 26** del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Ordenamiento Ecológico, última reforma publicada DOF, 31-10-2014³).

Asimismo, el artículo 7 del reglamento, que hace referencia al ordenamiento ecológico de competencia federal deberá contener, entre otros puntos, el modelo de ordenamiento ecológico que contenga la **regionalización** o la determinación de las zonas ecológicas, según corresponda, y los lineamientos ecológicos aplicables al área de estudio, y en su caso, su decreto de expedición.

³ Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al ambiente en Material de Ordenamiento Ecológico. 2014. Disponible en: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGEEPA_MOE_311014.pdf

En este sentido el Artículo 22 donde se describe el objeto del POEGT, deberá dar cumplimiento a la **regionalización ecológica** del territorio nacional y de las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, identificando áreas de atención prioritaria y áreas de aptitud sectorial, conforme a las disposiciones contenidas en el Reglamento y tomando en consideración los criterios que se establecen en el artículo 20 de la Ley.

La base para dicha regionalización ecológica comprende unidades territoriales las cuales se integran a partir de los siguientes medios biofísicos:

- 1) Clima
- 2) Relieve
- 3) Vegetación y
- 4) Suelo

La interacción de estos medios determina la homogeneidad relativa del territorio hacia el interior de cada unidad y la heterogeneidad con el resto de las unidades. Obteniéndose bajo este principio la diferenciación del territorio nacional en 145 unidades denominadas **unidades ambientales biofísicas (UAB) (Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio, 2011⁴)**, representadas a escala 1:2,000,000 (figura 2).

Por lo tanto, la Unidad Ambiental Biofísica es una región ecológica o unidad del territorio nacional que comparten características ecológicas comunes (misma prioridad de atención, de aptitud sectorial y de política ambiental). De acuerdo con Dumanski y Craswell (1998⁵), una UAB es una unidad espacial que ofrece oportunidades para la identificación, la aplicación de opciones de manejo de los recursos naturales y son una herramienta base para la toma de decisiones durante el proceso de planeación.

⁴ Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio. 2011. Disponible en: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5267334

⁵ Dumanski, J. and E. Craswell (1998), "Resource management domains for evaluation and management of agro-ecological system", in Syers, J. K. (ed.), Proceedings of Conference on Resources Management Domains, Kuala Lumpur, International Board for Soil Research and Management (IBSRAM), Proceedings 16, pp. 1-16.

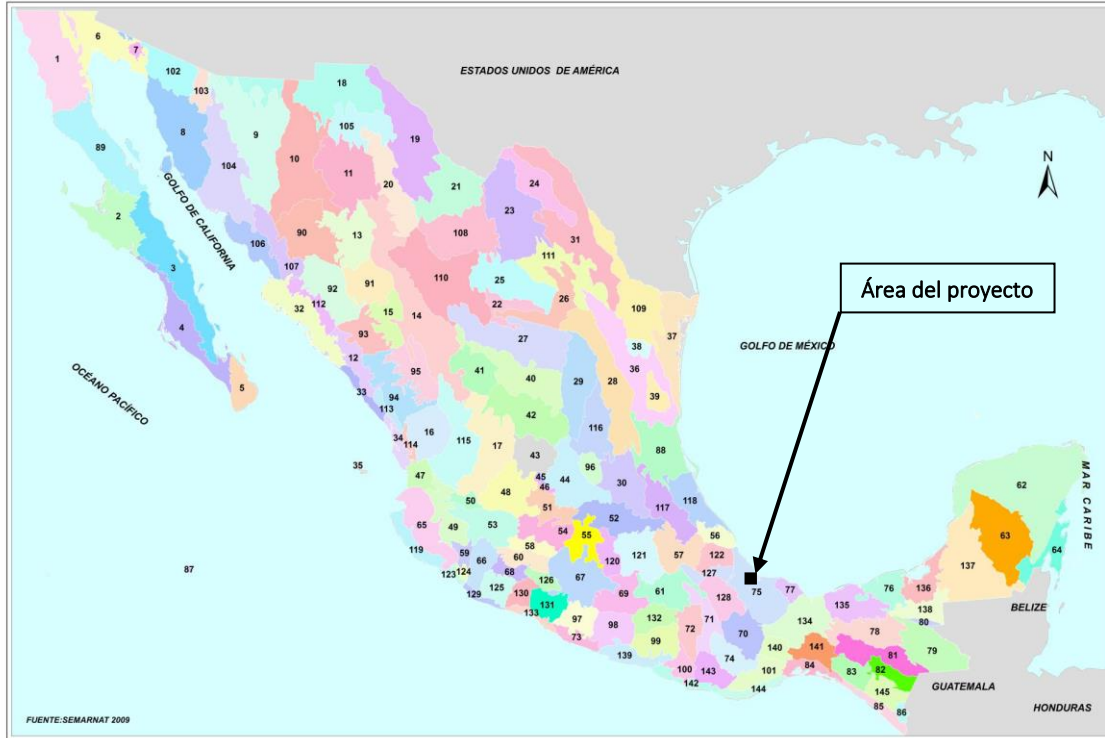


Figura 2 . Unidades Biofísicas Ambientales del territorio nacional (UAB).

De acuerdo con la zonificación del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) el área del proyecto se ubica en la UAB 75. En la siguiente tabla se presentan sus características.

Tabla 1. Características de la Unidad Ambiental Biofísica 75.

| UNIDAD AMBIENTAL BIOFÍSICA: 75.Llanura Costera Veracruzana Norte | | |
|---|--|--|
| | Localización: Llanura Costera Veracruzana Norte. | |
| | Superficie en km²: 18,099.28 | Estado Actual del Medio Ambiente 2008: No presenta superficie de ANP's. Media degradación de los Suelos. Muy alta degradación de la Vegetación. Sin degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es media. Longitud de Carreteras (km): Alta. Porcentaje de Zonas Urbanas: Baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab/km2): Media. El uso de suelo es Pecuario y Agrícola. Con disponibilidad de agua superficial. Con disponibilidad de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 0. Alta marginación social. Bajo índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Medio hacinamiento en la vivienda. Muy bajo indicador de consolidación de la vivienda. Medio indicador de capitalización industrial. Bajo porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Bajo porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola con fines comerciales. |
| | Población Indígena: Chinanteca | |
| | Población Total: 1,871,854hab. | |
| | Escenario al 2033: Inestable a crítico | |
| Política Ambiental: Aprovechamiento sustentable y restauración. | Prioridad de Atención: Muy Alta | |

| UNIDAD AMBIENTAL BIOFÍSICA: 75.Llanura Costera Veracruzana Norte | | |
|---|--|--|
| | | Media importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera. |

Tabla 2. Rectores de desarrollo para la UAB 75.

| UAB | RECTORES DE DESARROLLO | COADYUVANTES DEL DESARROLLO | ASOCIADOS DEL DESARROLLO | OTROS SECTORES DE INTERÉS | ESTRATEGIAS SECTORIALES |
|-----|------------------------|---|--------------------------|---------------------------|---|
| 75 | Forestal | Agricultura - Ganadería - Turismo | Minería - Poblacional | PEMEX | 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 18, 21, 22, 23, 28, 29, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 44 |

En la figura 3 se muestra la ubicación de la unidad ambiental biofísica a la que pertenece el área del proyecto.

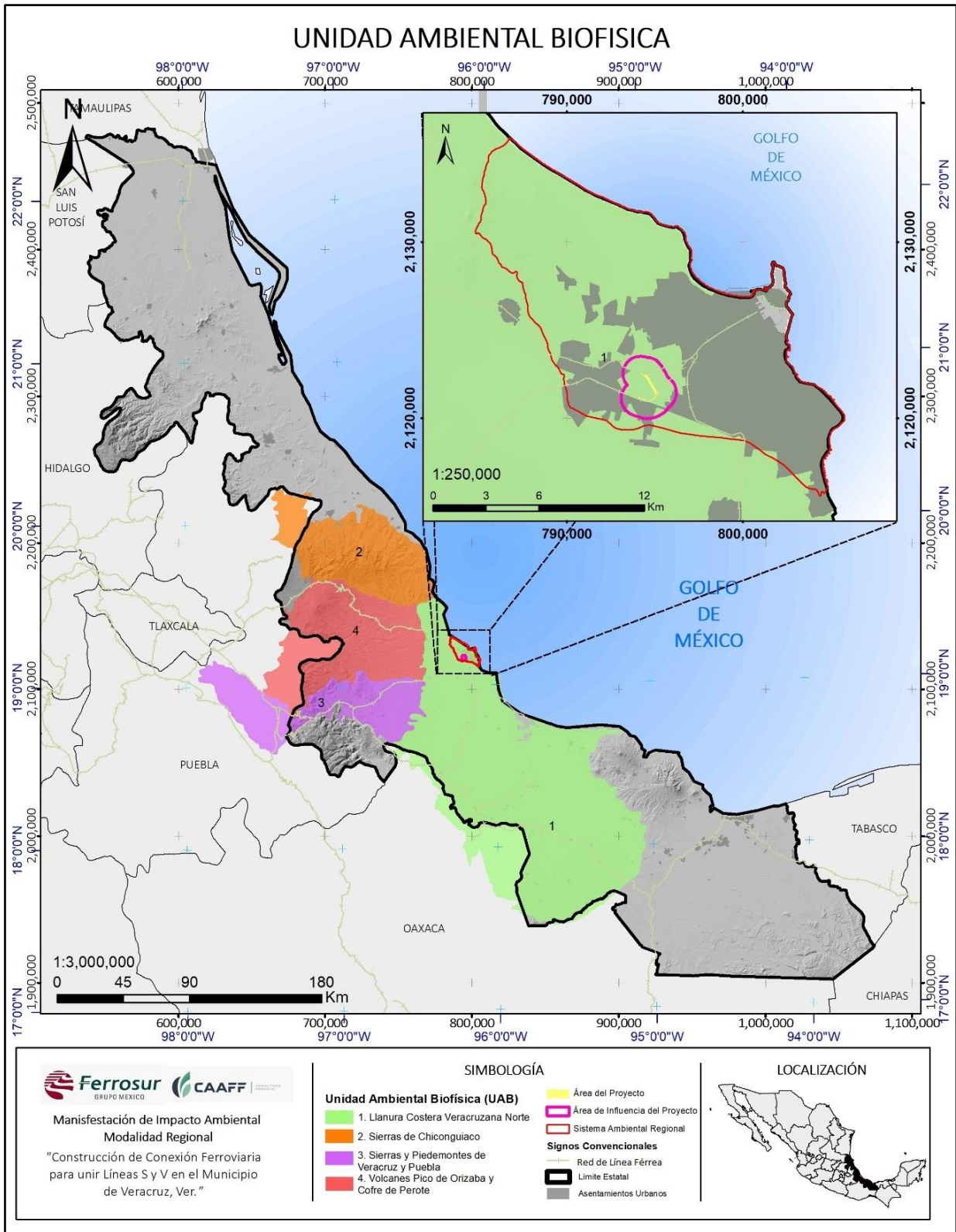


Figura 3. Unidad ambiental biofísica en la que se ubica el proyecto.

Las estrategias establecidas para la UAB 75 son 27, distribuidas de la siguiente forma: 14 dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio, 10 estrategias sectoriales dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana y 3 dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional (Hernández et al., 2011⁶).

En la siguiente tabla, se presentan las estrategias sectoriales dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio que aplican en la UAB 75.

Tabla 3. Estrategias sectoriales dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio.

| 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. |
| C) Protección de los Recursos Naturales | 8. Valoración de los servicios ambientales |
| | 12. Protección de los ecosistemas. |
| D) Restauración | 13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes- |
| | 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. |
| | 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). |

De la misma manera las estrategias dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana de la UAB 75 se describen a continuación.

Tabla 4. Estrategias sectoriales dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana.

| 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. |
| 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 |
| | 34. Integración de las zonas rurales de alta y muy alta marginación a la dinámica del desarrollo nacional. |
| | 35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos. |
| | 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. |

⁶ Hernández, J, et al.2011. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio de México; una primera aproximación en el sexenio 2006-2012. INECC. Disponible en: <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/699/programa.pdf>

| Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana | |
|--|--|
| | 37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas. |
| | 38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza. |
| | 40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación. |
| | 41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad. |

Las estrategias sectoriales dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional que aplican en la UAB se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 5. Estrategias sectoriales Dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional.

| 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. |

De acuerdo con las estrategias sectoriales de la unidad ambiental biofísica donde se ubica el proyecto, a continuación, se presenta la vinculación aplicable con los trabajos de remoción de vegetación por la realización del presente proyecto.

Tabla 6 Vinculación del proyecto con las estrategias ecológicas aplicables.

| GRUPO | ESTRATEGIA SECTORIAL | VINCULACIÓN CON EL PROYECTO |
|---|--|---|
| Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio | 4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales. | El proyecto no tiene como finalidad el aprovechamiento de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales; sin embargo, se implementarán actividades de reforestación y reubicación de flora con la finalidad de compensar la cobertura reducida por efectos del cambio de uso de suelo y los impactos ambientales. |
| | 5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios. | El presente proyecto no es vinculante, ya que no existirá aprovechamiento de suelos agrícolas y pecuarios. |
| | 6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas | La estrategia no es vinculante con el proyecto. |
| | 7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales. | El proyecto no tiene como finalidad el aprovechamiento de la vegetación forestal; sin embargo, se implementarán actividades de restauración forestal con la finalidad de compensar la cobertura reducida por efectos del proyecto. |
| | 8. Valoración de los servicios ambientales | En el presente estudio se han descrito y valorado los servicios ambientales en la zona del proyecto y se determinó que no se pone en riesgo ninguno de los servicios que actualmente presta el área del proyecto sujeta a impacto ambiental. Se proponen medidas ambientales para la compensación de los servicios ambientales. |

| GRUPO | ESTRATEGIA SECTORIAL | VINCULACIÓN CON EL PROYECTO |
|---|---|---|
| | 12. Protección de los ecosistemas. | En el presente estudio se analizan los posibles impactos ambientales al ecosistema resultantes de la ejecución del proyecto, así mismo, se proponen medidas para evitar, mitigar o compensar dichos impactos. Como parte de las medidas de se propone un programa de conservación de suelo y agua, un programa de reforestación, un programa de rescate y reubicación de flora y fauna en áreas estratégicas para la protección del ecosistema. |
| | 13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes- | Esta estrategia no se vincula con el proyecto. |
| | 14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas. | Se compensará la pérdida de cubierta vegetal que sea afectada por la remoción de vegetación arbórea, además de realizar acciones de restauración ambiental como son obras de conservación de suelos y agua, reforestación y rescate y reubicación de flora. |
| | 15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables. | Esta estrategia sectorial no se vincula con el proyecto. |
| | 15 bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable. | Esta estrategia sectorial no se vincula con el proyecto. |
| | 18. Establecer mecanismos de supervisión e inspección que permitan el cumplimiento de metas y niveles de seguridad adecuados en el sector de hidrocarburos. | Esta estrategia sectorial no se vincula con el proyecto. |
| | 21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo | Esta estrategia sectorial no se vincula con el proyecto. |
| | 22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional. | Esta estrategia sectorial no se vincula con el proyecto. |
| | 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). | Esta estrategia sectorial no se vincula con el proyecto. |
| Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana | 28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico. | El proyecto contempla la rectificación y encauzamiento de descargas pluviales provenientes de colonias cercanas y la separación de aguas negras de las pluviales, permitiendo que éstas drenen y evitando su estancamiento. |
| | 29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional. | El proyecto contempla la rectificación y encauzamiento de descargas pluviales provenientes de colonias cercanas y la separación de aguas negras de las pluviales, permitiendo que estas drenen y evitando su estancamiento, mediante colocación de tubería de conducción y un canal a cielo abierto. |
| | 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 | Esta estrategia sectorial no se vincula con el proyecto. |
| | 34. Integración de las zonas rurales de alta y muy alta marginación a la dinámica del desarrollo nacional. | Esta estrategia sectorial no se vincula con el proyecto. |

| GRUPO | ESTRATEGIA SECTORIAL | VINCULACIÓN CON EL PROYECTO |
|--|--|--|
| | 35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos. | Esta estrategia sectorial no se vincula con el proyecto. |
| | 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. | Esta estrategia sectorial no se vincula con el proyecto. |
| | 37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas. | Con el proyecto se podrán integrar en trabajos temporales a personas de comunidades cercanas, ya sea en actividades de reforestación, de rescate y reubicación de flora y fauna; así como en la elaboración de obras de conservación de suelo y agua. |
| | 38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza. | Esta estrategia sectorial no se vincula con el proyecto. |
| | 40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación. | Esta estrategia sectorial no se vincula con el proyecto. |
| | 41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad. | Esta estrategia sectorial no se vincula con el proyecto. |
| Grupo III. Dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional | 42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural. | Es importante mencionar que se cuenta la servidumbre perpetua y voluntaria de Paso para el aprovechamiento a nombre de FERROSUR S.A. DE C.V. |
| | 43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos. | El proyecto no se vincula con la presente estrategia. |
| | 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. | El proyecto se vincula con esta estrategia en el sentido de que se considera y se apega a la normatividad, y planes de los ordenamientos ecológico – territoriales aplicables. Es decir: el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio, el Programa parcial de Desarrollo Estratégico de Gran Visión del Surponiente de la Zona Conurbada Veracruz (Sector D), y la Actualización del Programa de Ordenamiento Urbano de la Zona Conurbada Veracruz-Boca del Río-Medellín-Alvarado (Sección A). |

III.2.2. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO Y TERRITORIAL DE LA ENTIDAD FEDERATIVA DE VERACRUZ DE IGNACIO DE LA LLAVE.

De acuerdo con los Ordenamientos Ecológicos decretados en el Diario Oficial de la Federación (DOF), hasta junio de 2015, en la República Mexicana existen 71 ordenamientos a nivel local y 45 ordenamientos a nivel regional (SEMARNAT, 2016⁷).

En la figura 4 se aprecia la distribución de los Ordenamientos Ecológicos en la Entidad Federativa de Veracruz de Ignacio de la Llave, donde se identifica que el área del proyecto no forma parte de algún ordenamiento ecológico expedido para la Entidad Federativa de Veracruz de Ignacio de la Llave; sin embargo, está influenciada por la Actualización del Programa de Ordenamiento Urbano de la Zona conurbana Boca del Río-Medellín-Alvarado, Veracruz de Ignacio de la Llave.

Así mismo, es importante mencionar que el proyecto no se encuentra en ninguna Unidad de Gestión Ambiental (UGA), de acuerdo con el Departamento de Planeación Ambiental y Ordenamiento Ecológico Territorial, (2020).⁸

⁷ Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2016. Subsistema de Información para el Ordenamiento Ecológico, Disponible en: https://gisviewer.semarnat.gob.mx/aplicaciones/uga_oe/indexs.html#

⁸ Departamento de Planeación Ambiental y Ordenamiento Ecológico Territorial, 2020. Gobierno de Estado de Veracruz Ignacio de la Llave. Disponible en: <http://www.veracruz.gob.mx/medioambiente/ordenamiento-ecologico/>

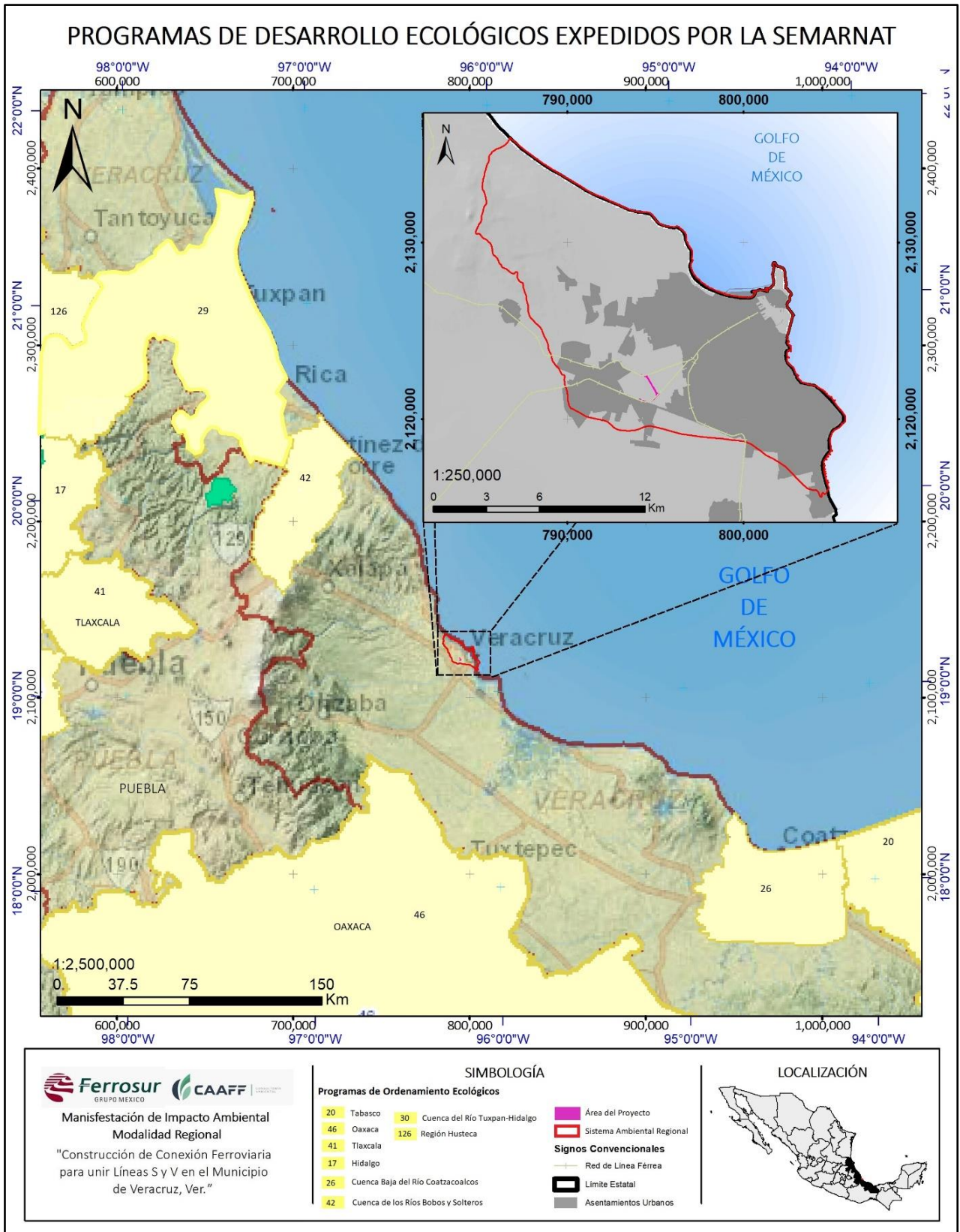


Figura 4 . Programas de ordenamiento Ecológico expedidos con o sin la participación de SEMARNAT junio de 2015.

III.2.2.1. Actualización del Programa de Ordenamiento Urbano de la Zona Conurbada Veracruz-Boca del Río-Medellín-Alvarado, Veracruz.

La Actualización del Programa de Ordenamiento Urbano de la Zona Conurbada Veracruz-Boca del Río-Medellín-Alvarado, Veracruz (Gobierno de la Entidad Federativa de Veracruz Ignacio de la Llave, 2008) ⁹(en adelante Actualización del POU Zona Conurbada), fue aprobado o por el cabildo de Veracruz el 8 de mayo de 2007 en Sesión Ordinaria, por el cabildo de Boca del Río el 7 de noviembre de 2003 en Sesión Ordinaria, por el cabildo de Medellín el 1 de junio de 2004 en Sesión Ordinaria, por el cabildo de Alvarado el 14 de septiembre de 2006 en Sesión Extraordinaria y por la sesión de la Conurbación el 16 de junio de 2008.

El programa busca propiciar un óptimo desarrollo urbano y regional sustentable, además de ejercer un control sobre el uso y ocupación del espacio urbano mediante procesos regulatorios, que alienten la inversión, sean comprensibles a la población y respeten la autonomía municipal.

Dentro de la Actualización del POU Zona Conurbada, en la etapa de Estrategia se hace mención de la Estrategia General del Plan la cual dice a letra:

"Con la finalidad de lograr una integración de los aspectos social, económico, técnico y presupuestal del nivel estratégico se han considerado como criterios fundamentales la eficiencia, la eficacia, la factibilidad y la conveniencia. Para lograr el funcionamiento óptimo del área urbana de la Zona Conurbada y, por lo tanto, el consecuente mejoramiento de la calidad de vida de sus habitantes es necesaria la correcta disposición de los elementos interurbanos del ordenamiento territorial que contribuyan a maximizar el atractivo de la localidad para la atracción de inversiones y el aprovechamiento adecuado de los recursos naturales, económicos y humanos de los cuales dispone."

En este sentido, el proyecto es vinculante con la estrategia general, ya que, al tratarse de la Construcción de la Conexión Ferroviaria para unir Líneas S y V, este forma parte de la inversión en el sector de vías de comunicación que permitirá un funcionamiento óptimo del área urbana, al reducir el movimiento de ferrocarriles que necesiten cambiar de línea, sin necesidad de viajar hasta el patio de maniobras en el puerto de Veracruz. Por otra parte, la presente MIA-R analiza los posibles impactos ambientales al ecosistema resultantes de la ejecución del proyecto y se proponen medidas para evitar, mitigar o compensar dichos impactos. Es importante mencionar que, como parte de las medidas de mitigación se propone un programa de conservación de suelo y agua, un programa de reforestación, un programa de rescate y reubicación de flora y fauna en áreas estratégicas para la protección del ecosistema.

⁹ Gobierno de la Entidad Federativa de Veracruz Ignacio de la Llave, 2008. Actualización del Programa de Ordenamiento Urbano de la Zona Conurbada Veracruz-Boca del Río-Medellín-Alvarado, Veracruz. Tomo CLXXVII. Disponible en: <http://www.veracruz.gob.mx/desarrollosocial/direcciones/direccion-general-de-desarrollo-urbano-y-ordenamiento-territorial/programas-de-ordenamiento/>

Por otra parte, dentro de la Actualización del POU Zona Conurbada se hace mención de las políticas de desarrollo. A continuación, se hace la vinculación de las políticas con el proyecto.

1. Políticas de ordenamiento territorial

En este rubro se establece una política de impulso que establezca condiciones favorables para la ubicación de actividades industriales que refuercen la actividad industrial existente en torno a la ciudad industrial Bruno Pagliai, preferentemente hacia el Oeste dentro de los límites de la poligonal de la zona conurbada propiciando una adecuada interrelación socioeconómica de los tres sectores productivos. El proyecto no se vincula con esta política ya que este no se encuentra en la ciudad industrial Bruno Pagliai.

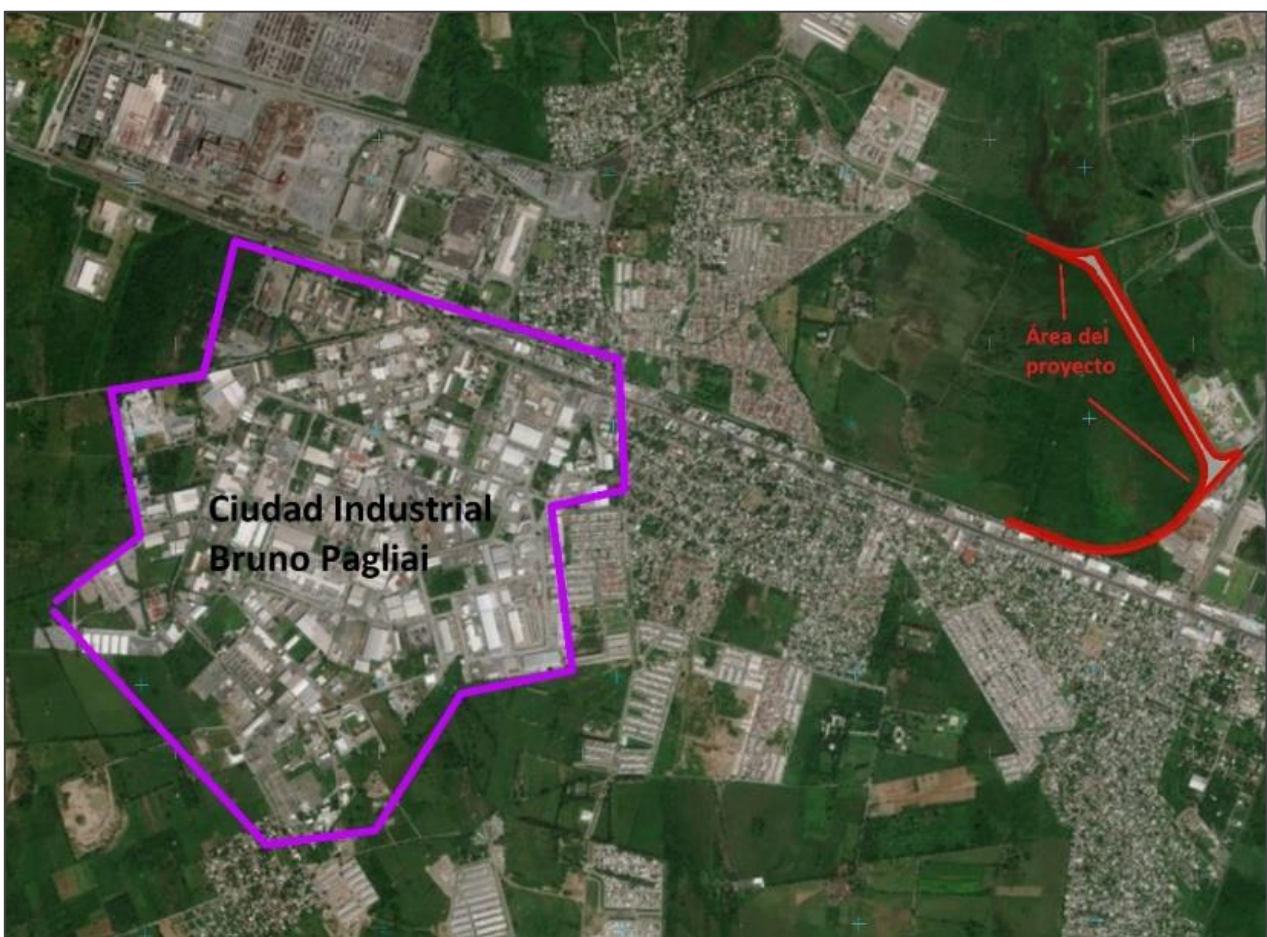


Figura 5. Ubicación del Proyecto respecto a la Ciudad Industrial Bruno Pagliai.

2. Políticas de desarrollo urbano

Las políticas de desarrollo urbano tienen la finalidad garantizar que los usos de suelo actuales sean los adecuados y que no alteren el medio ambiente ni el desarrollo a futuro. A continuación, se hace la vinculación de estas políticas con el Proyecto.

Tabla 7 Vinculación del proyecto con las políticas de desarrollo urbano.

| RUBRO | POLÍTICAS DE DESARROLLO URBANO | VINCULACIÓN |
|---------------------------|---|--|
| Política de crecimiento | Distribución dentro del área urbana de los componentes de la estructura urbana de manera que se armonice y equilibre el uso del suelo. Adecuación de los usos del suelo urbano a las necesidades actuales y previsibles. Crecimiento en zonas que no representen un obstáculo al desarrollo futuro o que no alteren el medio ambiente urbano. | El proyecto permite un desarrollo que no representa un obstáculo al desarrollo del futuro, así mismo, con la implementación adecuada de las medidas de mitigación y prevención, la interconexión de la línea S y V no alterara el medio ambiente urbano. |
| Políticas de Mejoramiento | Mejoramiento de la calidad del agua que consume la población. | El proyecto contempla medidas de prevención y mitigación permitiendo que la calidad del agua no se vea afectada. Así mismo, con la rectificación y encauzamiento de aguas pluviales se tendrá una separación de las aguas negras provenientes de colonias cercanas. |

3. Políticas de ordenamiento.

Estas políticas tienen la finalidad de establecer la base para el ordenamiento ecológico de la Zona Conurbada de Veracruz – Boca del Río – Medellín - Alvarado, y se refieren al control, aprovechamiento, protección, mejoramiento y prevención del medio ambiente.

El proyecto contempla actividades de reforestación, y conservación y restauración de suelo y agua, en áreas aledañas a éste, con el fin de mitigar los posibles impactos ambientales, como lo es el incremento de erosión y la disminución de la infiltración y de esta manera, se protege al medio ambiente.

Así mismo, en la misma etapa de Estrategia se hace mención de los lineamientos estratégicos los cuales son: 1. Vivienda, 2. Incorporación del suelo al desarrollo, 3. Reservas, 4 Estructuración de la zona conurbada, 5. Estructura urbana, 6. Equipamiento, 7. Infraestructura primaria, 8. Viabilidad y transporte, 9. Medio ambiente y ecología, 10. Riesgo y vulnerabilidad, 11. Patrimonio cultural, 12. Imagen urbana y, 13. Síntesis de estrategia. A continuación, se hace la vinculación con los lineamientos aplicables (3, 8 y 9)

- **Lineamiento reservas**

Este lineamiento contempla 3 tipos de reserva: habitacional, industrial y ecológica, sin embargo, el proyecto se encuentra fuera de alguna de las reservas antes mencionadas, siendo la más cercana una reserva restrictiva ecológica (Figura 6).

- **Lineamiento viabilidad y transporte**

La Estructura vial propuesta se basa en el planteamiento de un sistema que integra la vialidad regional con la vialidad intraurbana a partir del establecimiento de una serie de circuitos intraurbanos y el mejoramiento del libramiento extraurbano que rodea la mancha urbana de la Zona Conurbada Veracruz - Boca del Río – Medellín - Alvarado de noroeste a sureste, conectando la autopista Veracruz- Cardel, la autopista Veracruz – Córdoba y la carretera libre a Alvarado.

La red vial y de transporte determinados en la estrategia correspondiente a esta tercera actualización del Programa de Ordenamiento se enfoca básicamente a la circulación vehicular, no obstante, **se establecen recomendaciones generales para vías férreas a partir de la propuesta de un libramiento ferroviario** desde Paso del Toro a la zona portuaria sin atravesar la mancha urbana, **evitando los cruces conflictivos entre vía férrea y vialidad vehicular. En este sentido, el proyecto se vincula con este lineamiento** ya que a partir de la construcción de la conexión ferroviaria de la línea S y V se evita los conflictos entre viabilidad férrea y la vehicular, alineándose a las recomendaciones generales para vías férreas establecidas en el Programa de Ordenamiento Urbano de la Zona Conurbada Veracruz-Boca del Río-Medellín-Alvarado, Veracruz.

- **Lineamiento medio ambiente y ecología**

Este lineamiento señala las directrices generales del lineamiento de mejoramiento y conservación del medio ambiente urbano. A continuación, se hace la vinculación de las directrices con el proyecto:

Tabla 8 Vinculación del proyecto con las directrices del lineamiento de medio ambiente y ecología.

| Directrices | Vinculación |
|--|---|
| En el plazo inmediato: Prohibición para ocupar áreas ecológicas restringidas para usos urbanos cuyas características las hacen sujeto de protección. | El área del proyecto no se vincula con esta directriz ya que no se encuentra en un área restrictiva. |
| Preservación en plazo inmediato del sistema lagunar de Mandinga y Matoza. | El área del proyecto no se vincula con esta directriz ya que no interviene con estos cuerpos de agua. |
| Preservación de la laguna de San Julián. | El área del proyecto no se vincula con esta directriz ya que no interviene con este cuerpo de agua. |
| Eliminación de los focos de contaminación del suelo por basura en el plazo inmediato y en el mediano plazo a partir de las acciones que surjan de la implementación del relleno sanitario. La presente estrategia contempla la desaparición de los basureros clandestinos que aún existen al interior de la mancha urbana con la implementación de sanciones a los propietarios de baldíos y vacantes que no cuiden el buen estado de estos. | El proyecto contempla medidas preventivas para evitar la contaminación de suelos por residuos, llevando a cabo supervisión para su clasificación, almacenamiento y disposición final en sitios autorizados. |
| Estabilización de dunas por medio de restauración de la vegetación original para evitar deslizamientos y erosión eólica en el plazo inmediato. | El proyecto no se vincula con esta directriz; sin embargo, se contemplan actividades de reforestación, y conservación y restauración de suelo y agua, en áreas aledañas a éste, con el fin de mitigar los posibles impactos ambientales, como lo es el incremento de erosión. |
| Arborización intensiva en áreas de amortiguamiento con la finalidad de contener humos de las áreas industriales, así como tolvaneras provocadas por los nortes y vientos regulares a plazo corto. | Como parte del proyecto se propone un programa de reforestación con el que se busca obtener beneficios ambientales y compensar los posibles impactos generados. |

| Directrices | Vinculación |
|--|--|
| Monitoreo permanente de la caída de agua en las lagunetas, esteros, río y lagunas de la zona conurbada a plazo inmediato. | El proyecto no se vincula con esta directriz, sin embargo, se contempla la rectificación y encauzamiento de descargas pluviales y su separación de las aguas negras, ambas provenientes de colonias cercanas. |
| Prohibición de la quema de pastizales dentro de los límites de la zona conurbada. | El proyecto en ningún momento contempla el uso de fuego para el desarrollo de actividades. |
| Conservación y mantenimiento de las áreas verdes urbanas ubicando en ellas vegetación originaria de la región. Establecimientos de viveros para la reforestación de las áreas verdes. | Como parte del proyecto, se llevará cabo una reforestación con especies representativas de la región. |
| Utilización de las áreas sujetas a inundabilidad, así como de las lagunetas y lagunas localizadas en la zona conurbada como espacios abiertos públicos para fines recreativos. | El proyecto no contempla la utilización de áreas sujetas a inundabilidad, lagunetas, ni lagunas, para usos recreativos. |
| Fomentar la orientación de las edificaciones preferentemente en sentido noroeste – sureste con la finalidad de aprovechar los vientos dominantes. | El proyecto no contempla el desarrollo de edificaciones. |
| Mantenimiento y puesta en operación del sistema de plantas de tratamiento de aguas negras con la finalidad de mejorar la calidad de las aguas servidas que se viertan a los cuerpos de agua. | El proyecto no se vincula con esta directriz, sin embargo, se contempla la rectificación y encauzamiento de descargas pluviales y su separación de las aguas negras, lo que permitirá una mejor calidad del agua. Durante la construcción del proyecto se contará con baños portátiles para la contención de aguas residuales y la disposición final la llevará a cabo una empresa calificada. |

De acuerdo con lo anterior, el proyecto no afecta a los objetivos, a las políticas de desarrollo y a los lineamientos estratégicos la Actualización del Programa de Ordenamiento Urbano de la Zona Conurbada Veracruz-Boca del Río-Medellín-Alvarado, Veracruz.

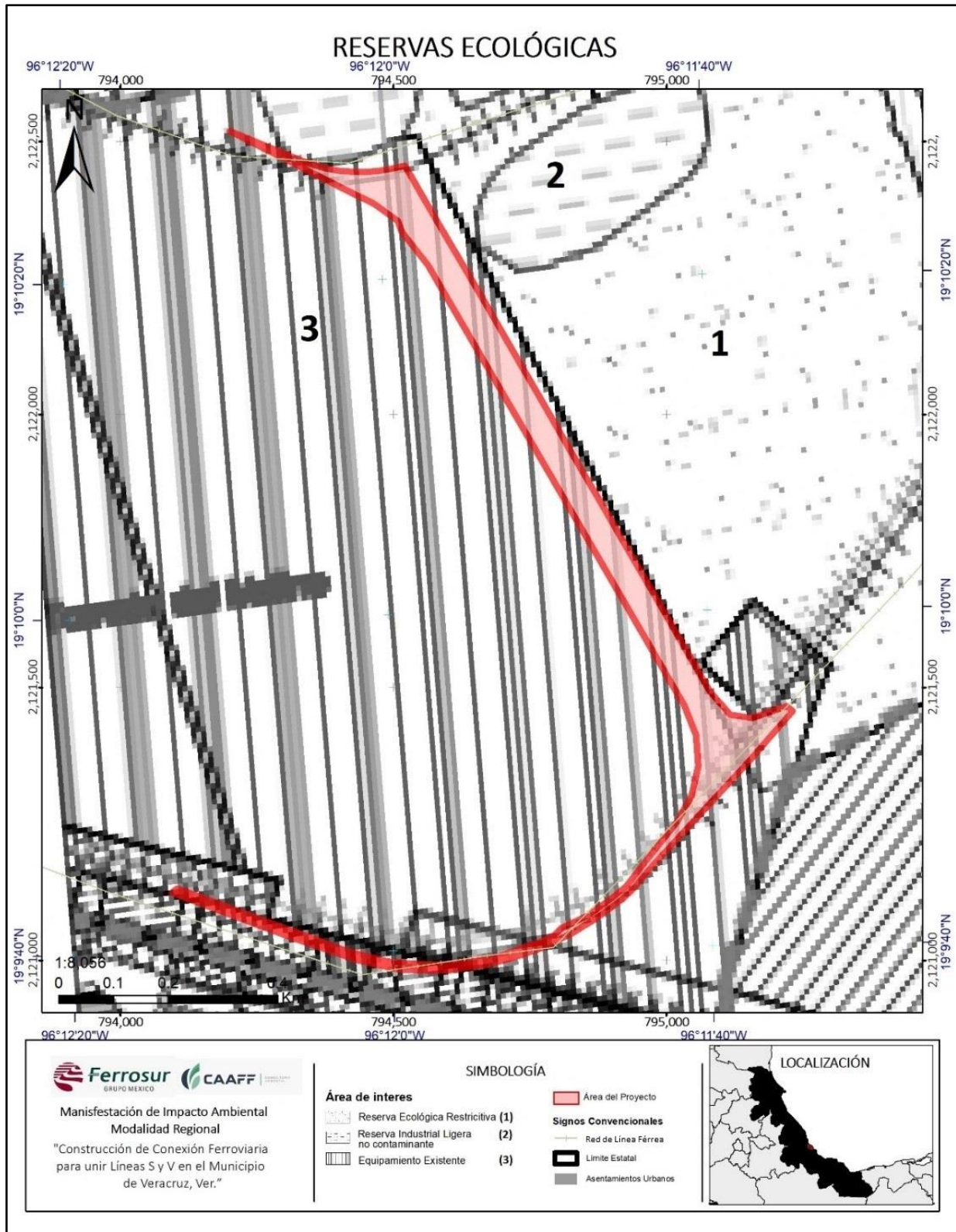


Figura 6. Reservas ecológicas propuestas en la Actualización del POU Zona Conurbada.

III.2.2.2. Programa Parcial de Desarrollo Estratégico de Gran Visión del Superponente de la Zona Conurbada Veracruz.

El Programa Parcial Estratégico de Gran Visión (PPEGV) tiene como objetivo principal sentar las bases para propiciar el manejo Sustentable del territorio, con el fin de aprovechar de manera racional las grandes áreas susceptibles de desarrollo urbano, industrial, comercial, turístico y de servicios, pero con la amplia participación del sector público y privado, como los principales actores del desarrollo.

En el PPEGV se realiza la zonificación primaria y secundaria de los usos de suelo. En el caso de la Zonificación primaria se definen 5 zonas: Área no urbanizable, Área urbana actual, Área urbanizable, Urbanización con restricciones y Urbanizable condicionada.

Así mismo, la zonificación secundaria define al área conurbada en 19 Sectores (del Sector A al sector Q), donde el proyecto se encuentra dentro del sector D. Aluminio (figura 7). El sector D. Aluminio se encuentra ubicado en el extremo centro-oriente del Programa y dentro del municipio de Veracruz, se trata de la sección más pegada a la mancha urbana de la ciudad de Veracruz.

El uso propuesto para ella es predominantemente habitacional, convirtiéndose así en una de las zonas de crecimiento más inmediatas de la urbe. Dentro de este distrito o sector se ubica el proyecto inmobiliario Nuevo Veracruz, es decir un espacio concentrador de servicios especializados, comercio de alto impacto y equipamientos, los cuales fungirían como abastecedores de esta zona de la ciudad. También se considera una parte con uso urbano condicionado.

Por otra parte, dentro del PPGVT se realizaron varios proyectos ejecutivos de las obras de interconexión y/o descargas de los sistemas lagunarios del Municipio de Veracruz. En el caso, la Construcción de Conexión Ferroviaria para unir Líneas S y V en el Municipio de Veracruz, Ver., se encuentra dentro del proyecto ejecutivo del Sistema Lagunario Río Medio (figura 8).

De acuerdo con el proyecto ejecutivo, las obras propuestas por realizar en el cuerpo Lagunario Río Medio son 24, sin embargo, en el área del proyecto únicamente intervienen dos: 1) La Revisión y Rectificación del Canal del Río Medio (Tamsa-Descarga al mar, así como sus cruces con vías de comunicación (A) y 2) La limpieza y conformación del Bordo de la Laguna “Río Medio” (S).

En este sentido el proyecto en evaluación no interfiere con las obras propuestas en el proyecto ejecutivo del Sistema Lagunario Río Medio, en el sentido de que, con Rectificación y encauzamiento de descarga pluvial se evitará el estancamiento de aguas, las cuales serán dirigidas hacia la Laguna, así mismo, como parte de las medidas propuestas en la MIA-R para este proyecto, se plantea el manejo adecuado de residuos, y de ser necesario una brigada de limpieza, por lo que no se contraviene la obra referente a la limpieza del bordo de la Laguna (el proyecto en ningún momento interfiere con la Laguna).

Así mismo, la Conexión ferroviaria de la Línea S y V, permitirá un comercio de alto impacto y equipamiento el cual se considera como abastecedor de la ciudad.

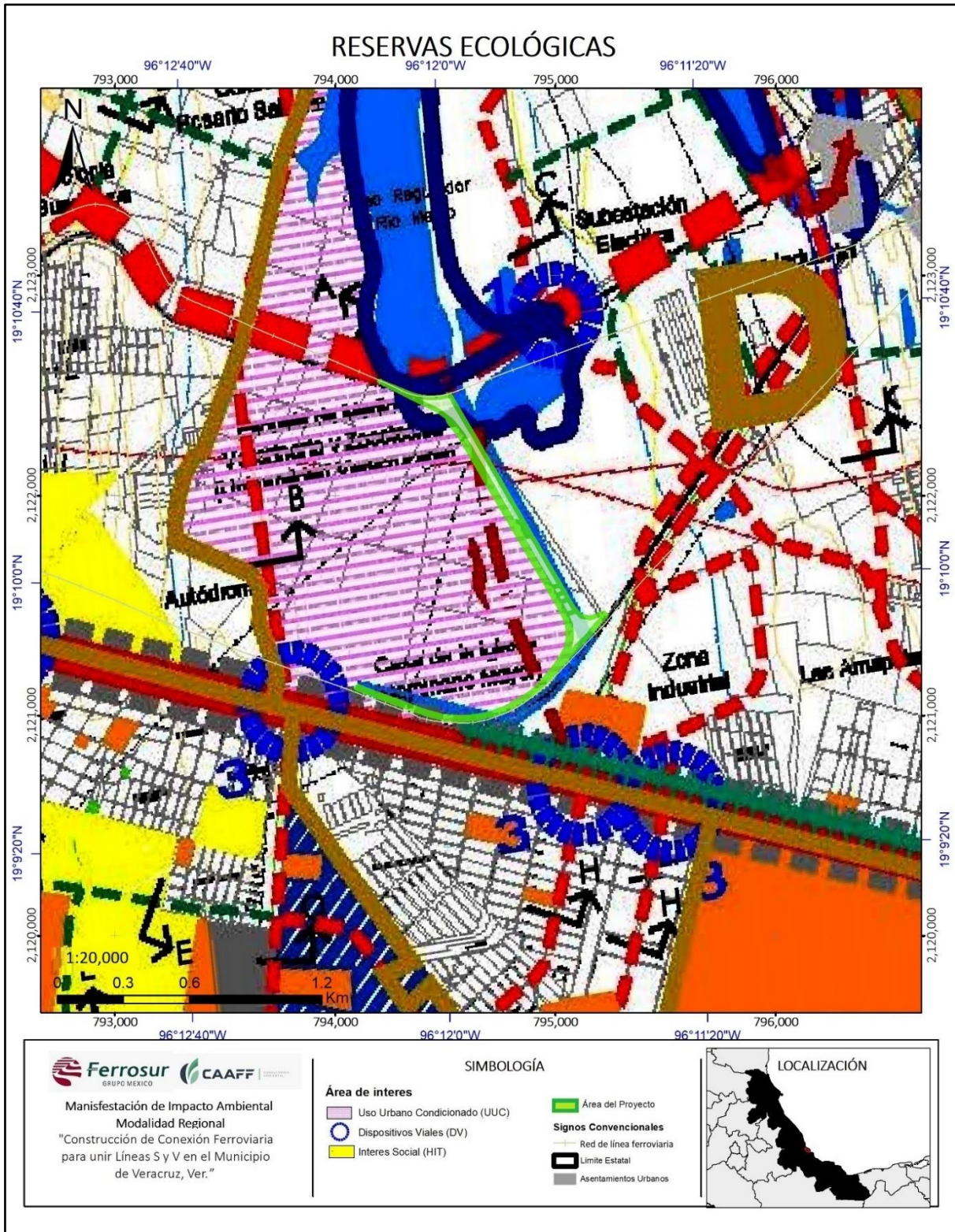


Figura 7 . Ubicación del Proyecto con respecto a los Sectores del PPEGV.

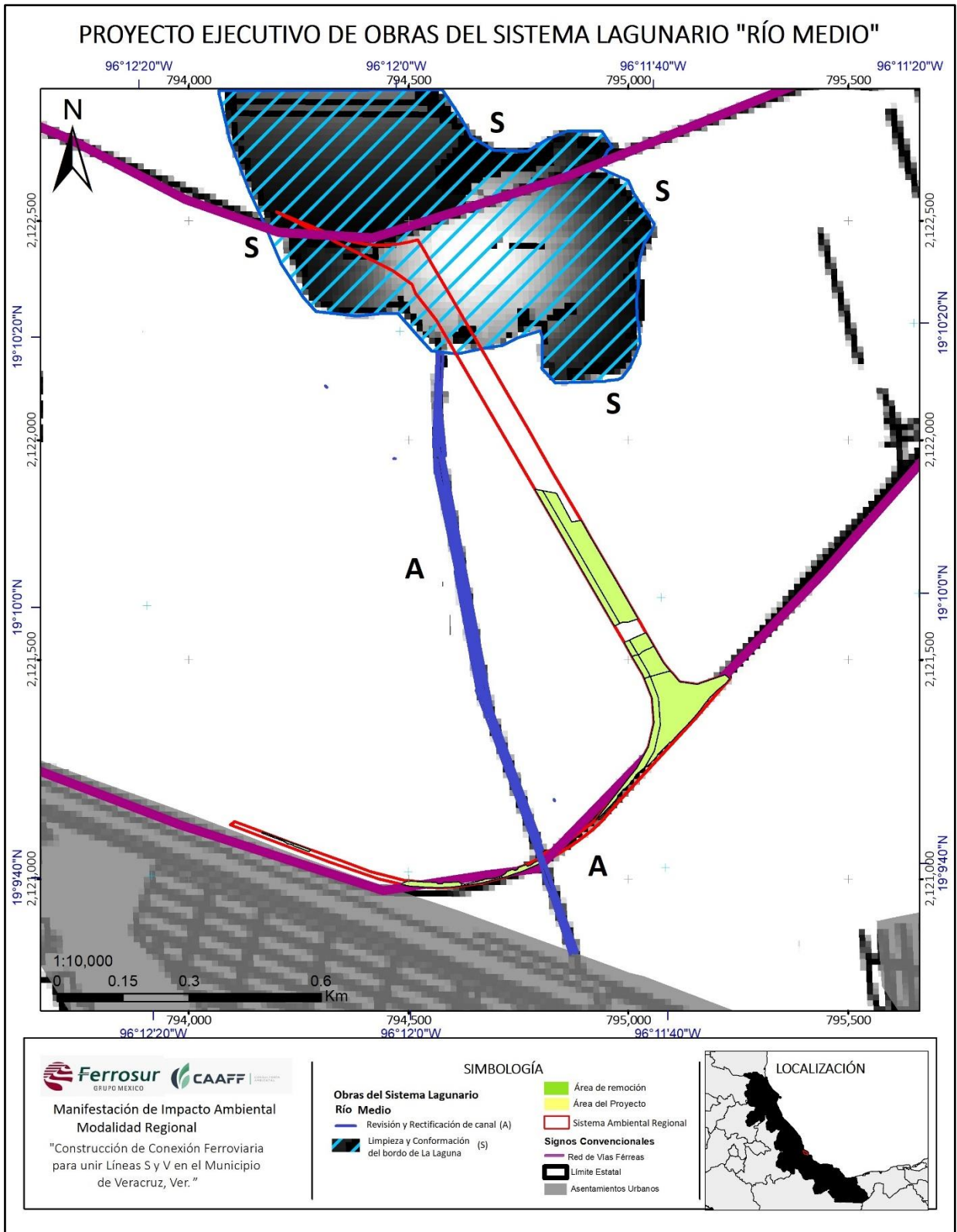


Figura 8 . Ubicación de las obras del proyecto ejecutivo del Sistema Lagunario Río Medio.

III.3. DECRETOS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

III.3.1. ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

Las Áreas Naturales Protegidas (ANP) son las zonas del territorio nacional y aquellas 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.

Se crean mediante un decreto presidencial y las actividades que pueden llevarse a cabo en ellas se establecen de acuerdo con la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, su Reglamento, el programa de manejo y los programas de ordenamiento ecológico. Están sujetas a regímenes especiales de protección, conservación, restauración y desarrollo, según categorías establecidas en la Ley.

Considerando ello, se ubicó el polígono del Proyecto con respecto a las Áreas Naturales Protegidas competencia del gobierno de la Entidad Federativa de Veracruz Ignacio de la Llave. En este sentido, no fue identificado que el Proyecto incida dentro de algún Área Natural Protegida de competencia estatal; siendo las más próxima "Médano del Perro" y "Arroyo Moreno" las cuales se ubican aproximadamente a 7 y 9 km respectivamente.

Sin embargo, el área del proyecto no se ubica dentro de alguna de estas ANP, por lo que la ejecución del mismo no representa ningún problema al respecto (figura 9).

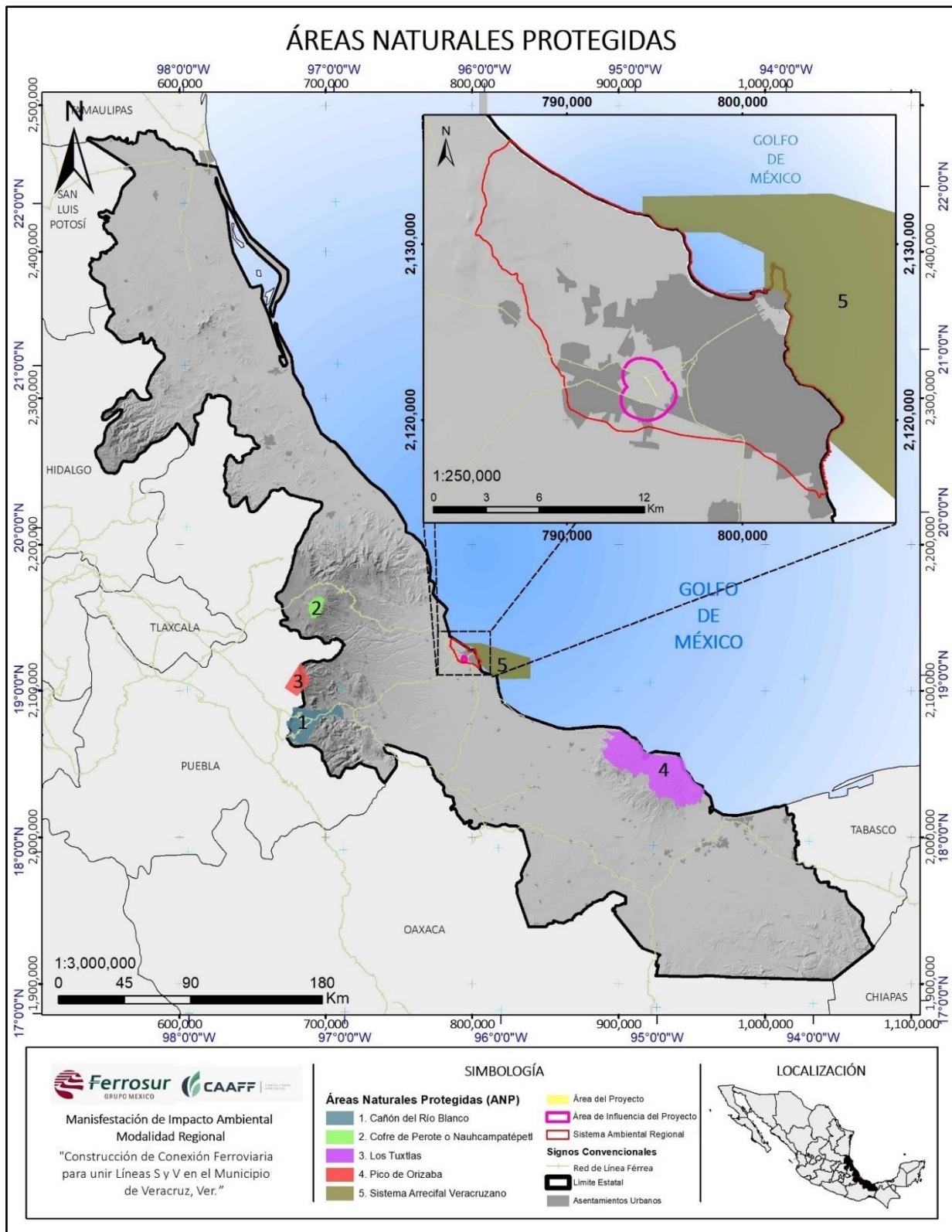


Figura 9 . Ubicación del Proyecto con respecto a las áreas Naturales Protegidas

III.3.2. ÁREAS DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN DE AVES (AICAS)

El programa de las AICAS es el resultado de una iniciativa conjunta de la Sociedad para el Estudio y Conservación de las Aves en México A.C. (CIPAMEX) y BirdLife International, que con el apoyo de la Comisión para la Cooperación Ambiental de Norteamérica, la CONABIO y el INE y con la participación de expertos produjeron una red de áreas importantes para la conservación de las aves en México. Dicha red o regionalización, a diferencia de las anteriores, fue determinada por asociaciones científicas de ornitólogos, el CIPAMEX y BirdLife International, y fue realizada en base a tres talleres participativos que se efectuaron durante 1996, 1997 y 1998 con más de 200 especialistas (Arriaga *et al*, 2009).¹⁰

En dichos talleres se determinaron ciertos criterios que fueron agrupados en cinco categorías: **(a) categoría 1**, sitio en donde se presentan números significativos de especies que se han catalogado como amenazadas, en peligro de extinción, vulnerables o declinando numéricamente; **(b) Categoría 2**, el sitio mantiene poblaciones locales con rangos de distribución restringido; **(c) Categoría 3**, el sitio mantiene conjuntos de especies restringidos a un bioma o hábitat único o amenazado; **(d) Categoría 4**, sitios que se caracterizan por presentar congregaciones grandes de individuos y **(e) Categoría 5**, sitios importantes para la investigación ornitológica.

Para México se reportan un total de 272 AICAS declaradas, de las cuales 16 se encuentran en la Entidad Federativa de Veracruz Ignacio de la Llave; sin embargo, el proyecto se encuentra relacionado únicamente por la AICA "Centro de Veracruz". (figura 10).

III.3.2.1. Descripción del área de importancia para la conservación de aves "centro de Veracruz"

El AICA cuenta con una superficie de 803,150.703 hectáreas. Esta área se encuentra en la región del centro de Veracruz Ignacio de la Llave el cual está formada por una "extensión" del eje Neovolcánico al este del volcán Cofre de Perote, que parte la Planicie costera del Golfo en dos mitades. Con el único manchón de selvas bajas en la vertiente del Golfo (exceptuando la parte norte de la Península de Yucatán), la región tiene adicionalmente 18 tipos de vegetación y una variación de pisos altitudinales de 0 a 4400 msnm en una distancia lineal de aproximadamente 85km (CONABIO, 2015)¹¹.

En esta AICA se presentan distintos tipos de vegetación como matorral xerófilo, bosque de coníferas, bosque de encino, bosque mesófilo de montaña, zonas urbanas y áreas agrícolas. La combinación de humedales y diversidad de ecosistemas atrae a miles de aves.

¹⁰

Arriaga Cabrera, L, et al. (2009). Regiones prioritarias y planeación para la conservación de la biodiversidad, en Capital natural de México, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. Conabio, México, pp. 433-457.

¹¹ CONABIO (2015). Área de importancia para la conservación de las Aves "Centro de Veracruz". Revisado el 5 de junio de 2020 disponible en: http://avesmx.conabio.gob.mx/FichaRegion.html#AICA_150.

Es importante mencionar que esta AICA no cuenta con un plan de manejo, no obstante, el proyecto no representa una afectación directa a la fauna aviar. Durante la ejecución del proyecto se considerarán las medidas de mitigación adecuadas como el ahuyentamiento, rescate y reubicación de individuos, la concientización al personal contratista y operativo para evitar el daño a la fauna, así como asegurar que las actividades se realicen de manera paulatina para que los individuos puedan escapar.

El área del proyecto se encuentra cubierto totalmente por el AICA (10.146), lo que representa el 0.0013% de afectación a esta zona de conservación, no obstante, con la ejecución adecuada de las medidas antes mencionadas, aseguran que durante el desarrollo del proyecto no se compromete la integridad de la fauna ni el AICA.

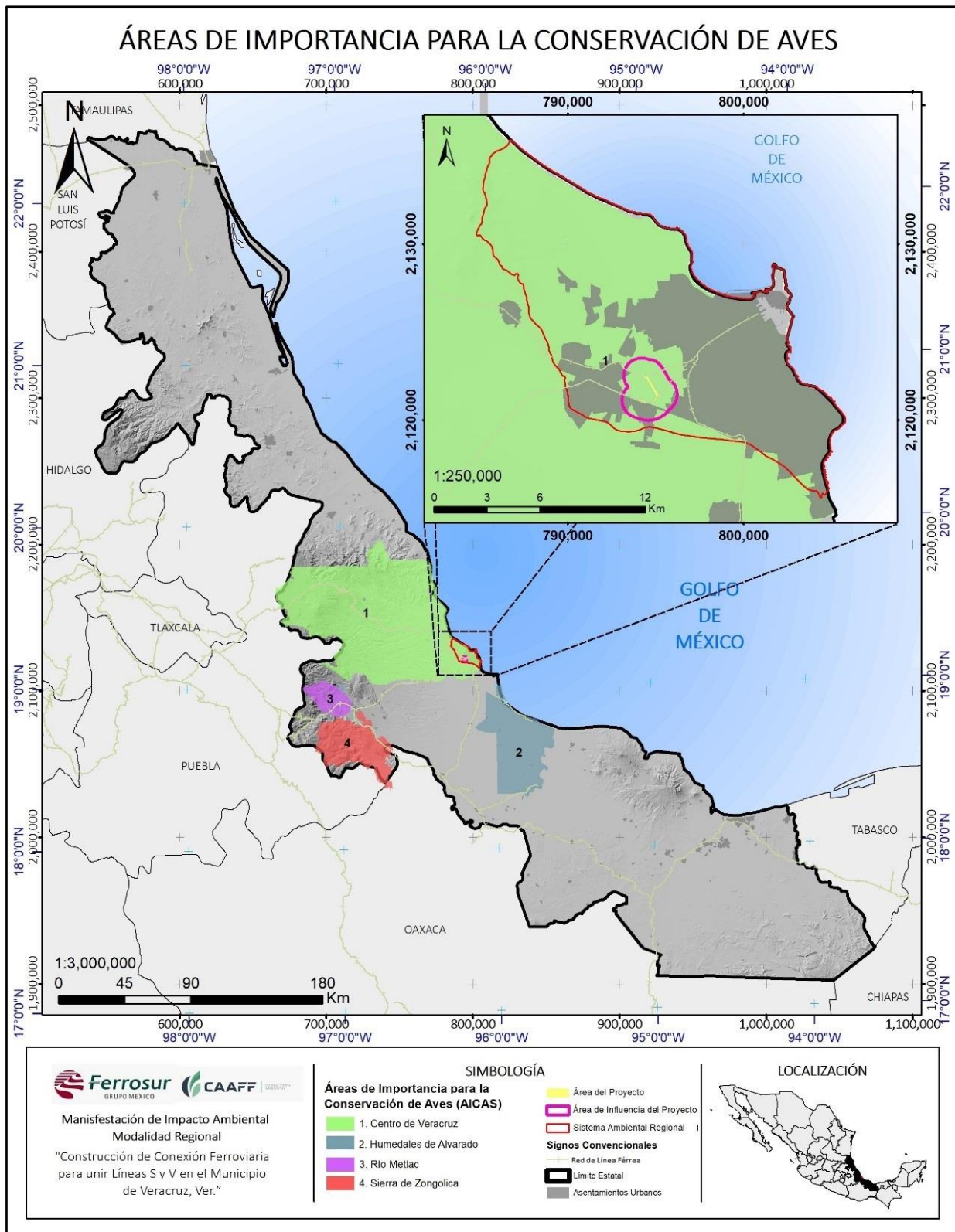


Figura 10 . Ubicación del Proyecto con respecto a las AICAS

III.3.3. REGIONES TERRESTRES PRIORITARIAS (RTP)

La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) puso en marcha el Programa Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad, el cual se orienta a la detección de áreas, cuyas características físicas y bióticas favorezcan condiciones particularmente importantes desde el punto de vista de la biodiversidad.

Dentro de este programa, se delimitaron Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), las cuales representan unidades físico-temporales 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 y una presencia de especies endémicas comparativamente mayor que en el resto del país, así como por una integridad biológica significativa y una oportunidad real de conservación.

Como producto de este programa se obtuvo un mapa en escala 1:1 000 000 con 152 regiones prioritarias terrestres para la conservación de la biodiversidad en México. En la Entidad Federativa de Veracruz de Ignacio de la Llave se localiza 10 de estas 152 Regiones Terrestres Prioritarias. Específicamente el área del proyecto no se encuentra relacionado con ninguna de estas, siendo la más cercana "Dunas Costeras del Centro de Veracruz" ubicada a 4 km hacia el Oeste (figura 11).

REGIONES TERRESTRES PRIORITARIAS

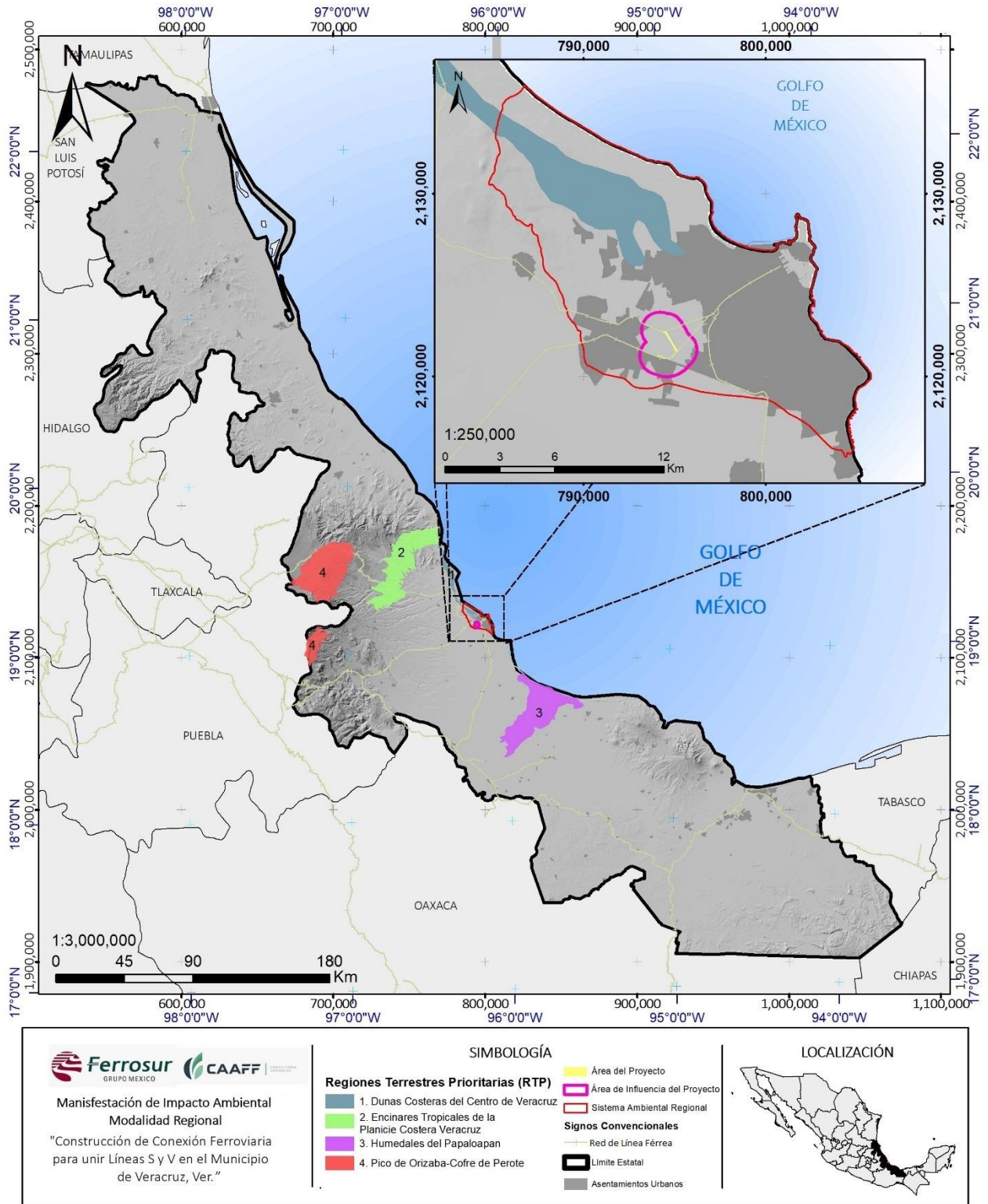


Figura 11 . Ubicación del Proyecto con respecto a las RTP

III.3.4. REGIONES HIDROLÓGICAS PRIORITARIAS (RHP)

Las Regiones Hidrológicas Prioritarias permiten tener un panorama general de la situación de las principales cuencas, subcuencas y sistemas acuáticos del país, considera patrones sociales, económicos y de biodiversidad, esto con el fin de tener un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo en investigación, conservación y manejo sustentable de los recursos naturales (Arriaga *et al.*, 2008).

En México se tienen identificadas 110 regiones hidrológicas prioritarias (RHP) y para la Entidad Federativa de Veracruz de Ignacio de la Llave se tienen registradas 12 RHP's, sin embargo, el área del proyecto no se relacionado con ninguna RHP siendo la más cercana corresponde al "Río La Antigua", ubicada a 13 kilómetros en dirección este (figura 12).

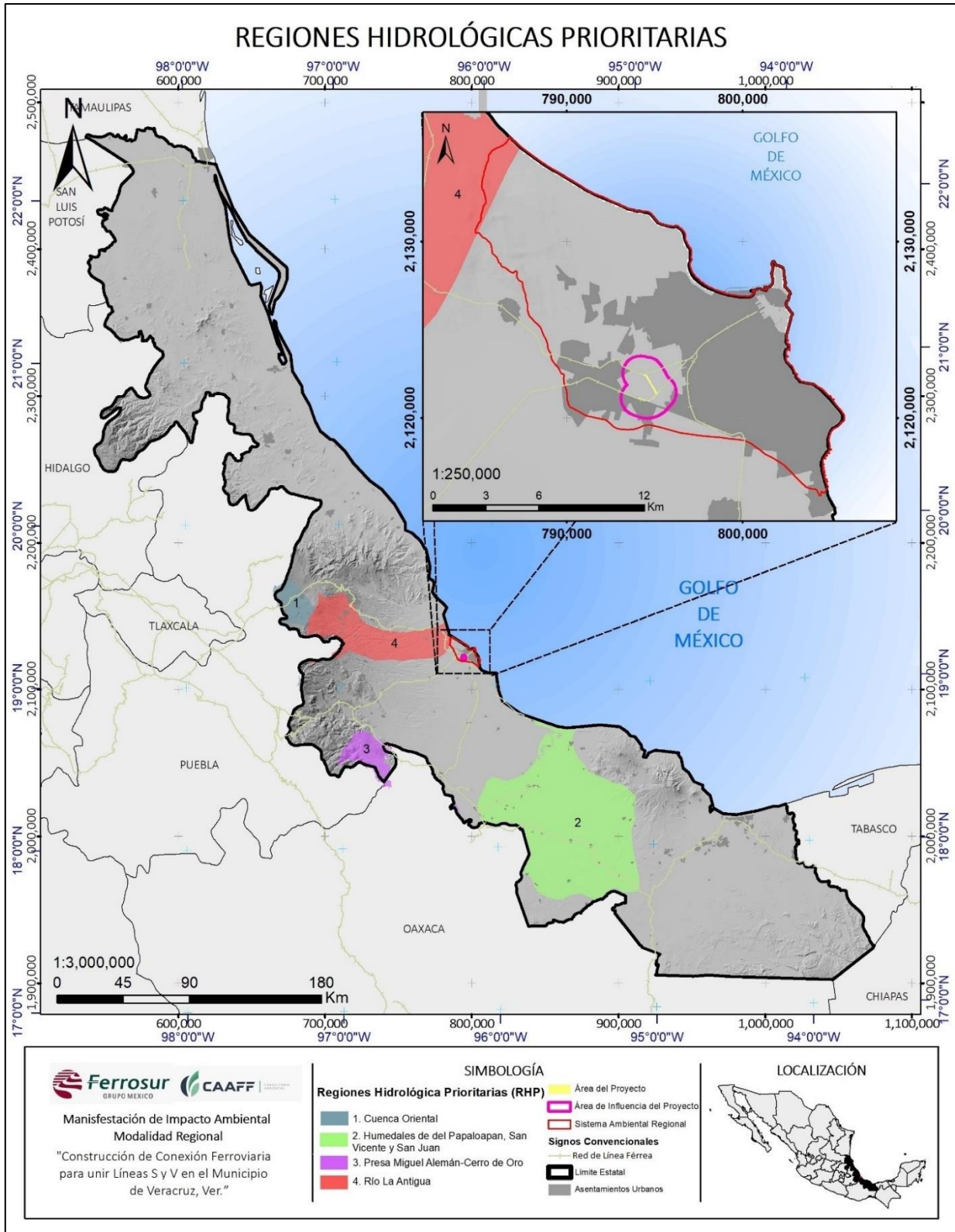


Figura 12 . Ubicación del Proyecto con respecto a las RHP.

III.3.5. SITIOS RAMSAR

Con arreglo al texto de la Convención sobre los humedales firmada el 2 de febrero de 1971 en la ciudad de Ramsar situada a orillas del mar de Caspio (Artículo 1.1), se entiende por humedales: “las extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros”.

Además, a efectos de proteger sitios coherentes, el Artículo 2.1 estipula que los humedales que se incluirán en la Lista de Ramsar de Humedales de Importancia Internacional: “podrán comprender sus zonas ribereñas o costeras adyacentes, así como las islas o extensiones de agua marina de una profundidad superior a los seis metros en marea baja, cuando se encuentren dentro del humedal”.

La Convención de Ramsar ha adoptado un Sistema Ramsar de Clasificación de Tipos de Humedales que incluye 42 tipos, agrupados en tres categorías: humedales marinos y costeros, humedales continentales y humedales artificiales.

Los humedales figuran entre los medios más productivos del mundo. Son cunas de diversidad biológica y fuentes de agua y productividad primaria de especies vegetales y animales; e importantes depósitos de material genético vegetal. Brindan protección contra tormentas e inundaciones; estabilizan la línea costera; controlan la erosión; retienen nutrientes y sedimentos; filtran contaminantes y estabilizan las condiciones climáticas locales, particularmente lluvia y temperatura; aseguran el abastecimiento de agua (cantidad y calidad); mantienen los recursos pesqueros; proveen madera y forman parte del patrimonio cultural.

De acuerdo con datos de la CONANP, México se adhirió a este Convenio en 1986, contando en la actualidad con 130 sitios RAMSAR en una superficie de casi nueve millones de hectáreas. Que incluyen, entre otros tipos de humedales, manglares, pastos marinos, humedales de alta montaña, arrecifes de coral, oasis, sistemas cársticos y sitios con especies amenazadas.

Particularmente, la Entidad Federativa de Veracruz de Ignacio de la Llave cuenta con 9 sitios RAMSAR, sin embargo, es importante mencionar que el área del proyecto no afectará a ninguno de estos, ya que se encuentra fuera de dicha área, el más cercana el sitio Ramsar “Sistema de Lagunas Interdunarias de la Ciudad de Veracruz”, ubicada a 245 kilómetros en dirección suroeste (figura 13).

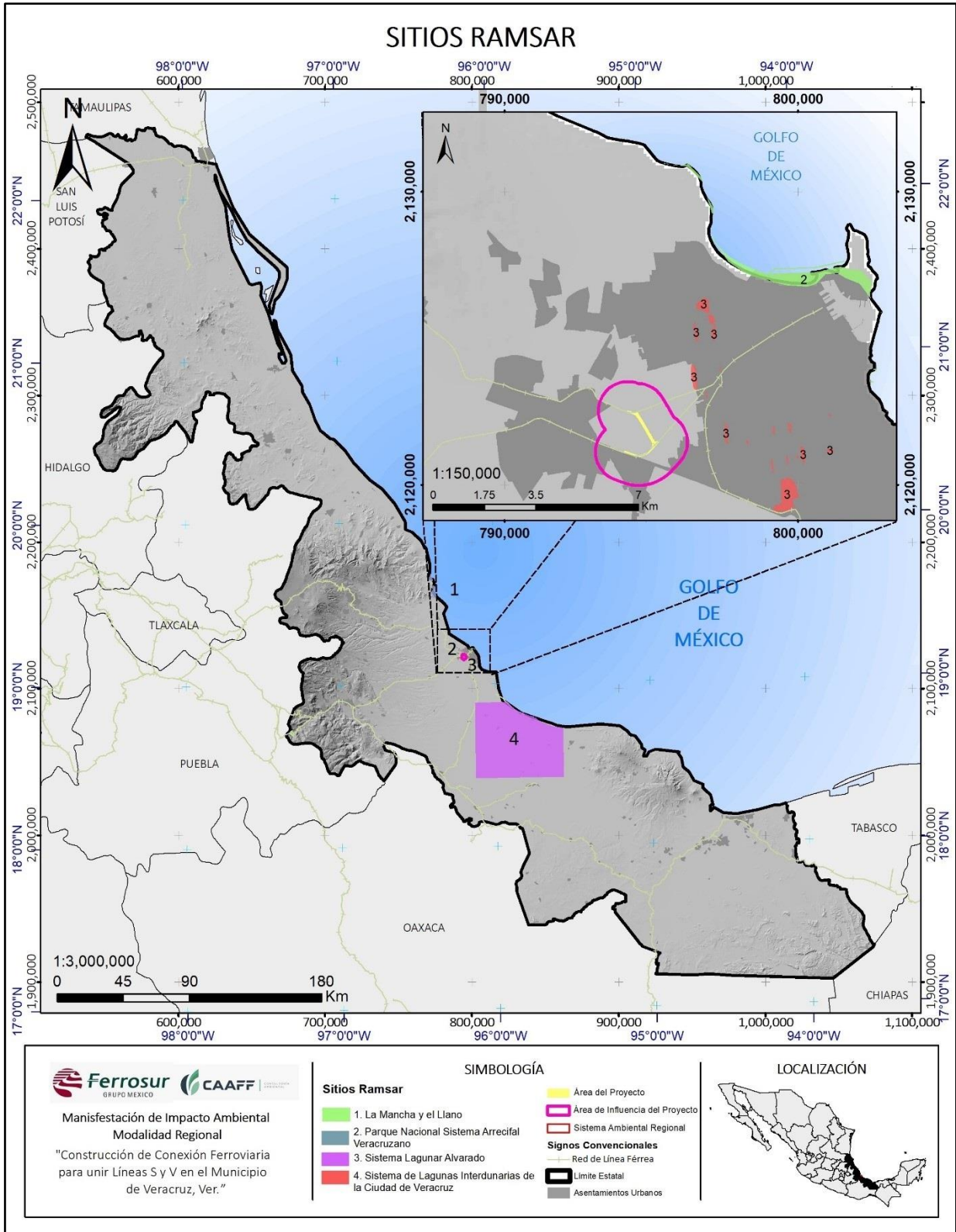


Figura 13 . Ubicación del Proyecto con respecto a sitios RAMSAR.

III.4. PLANES Y PROGRAMAS DE DESARROLLO

El marco jurídico está constituido por el conjunto de leyes, reglamentos, decretos, acuerdos, convenios y otras figuras jurídicas asociadas. Es el sustento para definir y considerar, entre otras cosas, el esquema de planeación del desarrollo y los instrumentos complementarios, así como una base para la toma de decisiones en sus diferentes ámbitos.

El artículo 26 de la **Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos** establece la participación de diversos sectores de la sociedad y la incorporación de sus demandas en el Plan y los programas de desarrollo, declarando que, los fines del proyecto nacional contenidos en la Constitución determinarán los objetivos de la planeación, mediante la participación de los diversos sectores sociales para incorporarlas al plan y los programas de desarrollo.

Es importante mencionar que los Planes y Programas considerados para la vinculación, son hasta el momento los documentos oficiales actualizados y disponibles.

III.4.1. PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2019-2024

El objetivo general del *Plan Nacional de Desarrollo* (PND) busca establecer y orientar todo el trabajo que realizarán las y los servidores públicos los próximos seis años, para lograr el desarrollo del país y el bienestar de las y los mexicanos.

El eje general para el desarrollo económico que garantiza el uso eficiente y responsable de recursos y la generación de los bienes, servicios y capacidades humanas para crear una economía fuerte y próspera. Por lo que, con la ejecución del proyecto favoreciendo el desarrollo de la región donde se encuentra. A continuación, se presenta la vinculación del proyecto con las estrategias inmersas en el PND 2019 – 2024.

Tabla 9. El Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 y su vinculación con el proyecto.

| PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2019-2024 | | | |
|---------------------------------------|----------------------------------|---|--|
| RUBRO | ESTRATEGIA | OBJETIVOS | VINCULACIÓN CON EL PROYECTO |
| POLÍTICA Y GOBIERNO | Cambio de paradigma en seguridad | Garantizar empleo, educación, salud y bienestar mediante la creación de puestos de trabajo, el cumplimiento del derecho de todos los jóvenes del país a la educación superior, la inversión en infraestructura y servicios de salud y por medio de los programas regionales, sectoriales y coyunturales de desarrollo | Con la realización del proyecto se generarán empleos directos e indirectos. |
| POLÍTICA SOCIAL | Desarrollo sostenible | El gobierno de México está comprometido a impulsar el desarrollo sostenible, que en la época presente se ha evidenciado como un factor indispensable del bienestar. | Se propone una serie de actividades para la conservación de suelo y agua y restauración forestal con las que se mantengan un equilibrio ecológico en el SAR. |

| PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2019-2024 | | | |
|---------------------------------------|---|--|---|
| RUBRO | ESTRATEGIA | OBJETIVOS | VINCULACIÓN CON EL PROYECTO |
| ECONOMÍA | Impulsar la reactivación económica, el mercado interno y el empleo. | Una de las tareas centrales del actual gobierno federal es impulsar la reactivación económica y lograr que la economía vuelva a crecer a tasas aceptables. Para ello se requiere, en primer lugar, del fortalecimiento del mercado interno, lo que se conseguirá con una política de recuperación salarial y una estrategia de creación masiva de empleos productivos, permanentes y bien remunerados. | <p>Con la realización del proyecto se generarán empleos directos e indirectos.</p> <p>Fortalecer el sistema de logística y transporte de mercancías repercute directamente en el mercado interno.</p> |

III.4.2. PLAN ESTATAL DE DESARROLLO DEL ESTADO DE VERACRUZ DE IGNACIO DE LA LLAVE 2019-2024

La Entidad Federativa de Veracruz Ignacio de la Llave cuenta con un Plan Estatal de Desarrollo (PED) que presenta el diagnóstico de los principales problemas estatales y describe las líneas de política, objetivos, estrategias, líneas de acción, metas e indicadores que guían a la administración estatal. En la tabla siguiente se hace una vinculación del proyecto con los objetivos y estrategias para cada elemento contemplado para la sustentabilidad.

Tabla 10. Vinculación del proyecto con el Plan Estatal de Desarrollo 2019 – 2024 de la Entidad Federativa Veracruz de Ignacio de la Llave.

| PLAN ESTATAL DE DESARROLLO DE LA ENTIDAD FEDERATIVA DE VERACRUZ 2019-2024 | | | | |
|---|---|---|--|---|
| EJE | OBJETIVO | ESTRATEGIA | LÍNEAS DE ACCION | VINCULACIÓN CON EL PROYECTO |
| EJE TRANSVERSAL II: Política Económica | Definir los Programas y Políticas Públicas Estatales dirigidos a la mejora del crecimiento económico sostenible e inclusivo a través de la innovación, el emprendimiento, la participación de la sociedad en su conjunto y de las administraciones estatal y municipal, garantizando la transparencia de las Finanzas Públicas. | Promover las inversiones en la entidad a nivel nacional e internacional, propiciando su desarrollo sostenible, la generación de empleos formales, así como el apoyo al sector microempresario y emprendedor mediante la gestión de recursos | Impulsar proyectos gubernamentales en conjunto con la iniciativa privada. | La empresa Ferrosur SA de CV es una empresa concesionada por el gobierno federal, la cual busca promover el desarrollo de este proyecto, con lo que se tendrá una mejor logística y movilidad de carga que entra y sale del puerto de Veracruz. |
| | | | Incentivar la asociación entre inversionistas extranjeros y empresariado local para consolidar sociedades comerciales benéficas para la comunidad. | El proyecto apoyara el desarrollo comercial facilitando el traslado de productos. |
| | | | Promover el desarrollo industrial y tecnológico del Estado, a partir de la infraestructura portuaria y los servicios asociados de competencia estatal. | La implementación del proyecto apoyará con el desarrollo de la infraestructura, beneficiando la movilidad de carga que tiene como origen o fin el puerto de Veracruz. |

| PLAN ESTATAL DE DESARROLLO DE LA ENTIDAD FEDERATIVA DE VERACRUZ 2019-2024 | | | | |
|---|---|---|---|--|
| EJE | OBJETIVO | ESTRATEGIA | LÍNEAS DE ACCIÓN | VINCULACIÓN CON EL PROYECTO |
| | | públicos y privados, con Perspectiva de Género que reduzca las brechas de desigualdad. | Vincular a los ayuntamientos con los sectores social y privado para el establecimiento de nuevas industrias, la ejecución de proyectos productivos y el desarrollo portuario. | |
| | Impulsar la obra pública del Estado para fortalecer la infraestructura estatal, generando una integración económica y territorial que contribuya al bienestar social de la Entidad. | Invertir en infraestructura básica para fomentar el bienestar económico y social de cada región. | Construir vías de comunicación que conecten las regiones del norte, centro y sur del Estado. | El proyecto consiste en la construcción de vías ferroviarias para conectar líneas que permiten la comunicación en el estado y centro del país. |
| EJE TRANSVERSAL IIV Bienestar social | Garantizar un medio ambiente sano donde las y los veracruzanos se desarrollen de manera integral, en armonía y equilibrio con la biodiversidad, mediante la preservación y la restauración del patrimonio natural del Estado. | Definir la política ambiental estatal que considere la protección del patrimonio natural, así como la mitigación y adaptación a los efectos del Cambio Climático. | Establecer las normas preventivas para contrarrestar la contaminación del suelo, aire y agua. | Como parte del proyecto, se implementarán medidas preventivas y de mitigación, con las que se busque contrarrestar los posibles impactos ambientales. |
| | | | Gestionar alianzas estratégicas con el sector empresarial, agroindustrial y comercial con enfoque de desarrollo sostenible. | El proyecto no se vincula directamente con esta línea de acción; sin embargo, se realizará con un enfoque de desarrollo económico, social y ambiental, que permitan un desarrollo sostenible. |
| | | | Articular modelos preventivos en materia ambiental con el sector educativo a fin de contribuir a formar personas con mejores proyectos de vida. | Como parte de las medidas de prevención, se impartirán pláticas semanales a los trabajadores, con la finalidad de que no promuevan actividades que repercutan al ambiente, lo cual tendrá como beneficio adicional la concientización y respeto por el ambiente. |
| | | | Ordenar los programas de preservación de la cubierta vegetal. | El presente proyecto se alineará a la normatividad ambiental vigente, de manera que no se llevarán a cabo actividades que repercutan la cubierta vegetal sin antes contar con la autorización de CUST y en materia de impacto ambiental. |

En este sentido, el desarrollo del proyecto se relaciona directamente con lo que se establece en el Plan de Desarrollo Estatal, ya que se verá un mejoramiento de la economía de la región.

III.4.3. PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO DE VERACRUZ 2018 - 2021

El Plan Municipal de Desarrollo Veracruz 2018-2021 se sustenta en los artículos 25 y 26 de la constitución política de los Estados Unidos Mexicanos.

El Plan Municipal de Desarrollo tiene la función de hacer de Veracruz un Municipio con un nivel sostenible de desarrollo, referente nacional en bienestar humano y calidad de vida, con un crecimiento económico que se sustenta en su competitividad energética, turística y portuaria, teniendo una ciudad, una zona rural y un puerto respetuosos del medio ambiente, en orden y limpios. Esto se logra a través de un modelo de gobernanza municipal que trabaja en corresponsabilidad y pone al ciudadano en el centro de las decisiones. A continuación, se presenta la vinculación que se tiene con el desarrollo del proyecto.

Tabla 11. Vinculación del proyecto con el Plan Municipal De Desarrollo De Veracruz 2018 - 2021

| PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO VERACRUZ 2018-2021 | | | | |
|---|--|---|--|--|
| EJE | OBEJTIVO | ESTRATEGIA | LINEA DE ACCION | VINCULACIÓN CON EL PROYECTO |
| Te quiero Renovado | Mejorar la calidad de vida de la población mediante una eficiente planeación de recursos que promuevan un municipio ordenado, compacto, resiliente, equitativo y próspero, y sostenible. | Rehabilitar, mejorar y construir la infraestructura urbana con visión de futuro, para renovar la imagen urbana y tener servicios de eficientes y eficaces, que ayuden al medio ambiente y contribuyan a la calidad de vida de los ciudadanos. | Desarrollar un programa de red pluvial para el desazolve y limpieza de canales y colectores, así como contemplar la construcción de infraestructura pluvial. | Como parte del proyecto se llevarán a cabo obras que permitan la canalización de aguas pluviales provenientes de colonias cercanas y su separación de aguas negras mediante tubería de conducción, evitando su estancamiento en el área y dejando el libre paso de esta. |
| | | Prevenir la contaminación ambiental desde sus orígenes para proteger tanto la salud humana como la de especies naturales del municipio. | Actualizar la normatividad medioambiental municipal y ejercer su estricta aplicación. | El proyecto no busca la actualización de normatividad ambiental, sin embargo, su desarrollo de apegará a leyes y normas vigentes, evitando la contaminación al ambiente y afectaciones en la salud de la población y especies naturales del municipio. |
| | | Fomentar un municipio limpio, tanto en el ámbito urbano como rural, que procure a los habitantes un | Realizar campañas de concientización para la separación y buen manejo de los residuos | Como parte del proyecto se contemplan medidas con las que se mantendrá un espacio limpio, libre de residuos sólidos urbanos, |

| PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO VERACRUZ 2018-2021 | | | | |
|---|--|---|--|---|
| EJE | OBEJIVO | ESTRATEGIA | LINEA DE ACCION | VINCULACIÓN CON EL PROYECTO |
| | | entorno saludable y que contribuya al cuidado del medio ambiente. | Separar los desechos sólidos urbanos en el municipio de Veracruz | <p>como es el caso de un manejo adecuado y disposición de estos respetando la normatividad ambiental.</p> <p>Así mismo, se impartirán pláticas semanales a los trabajadores, con la finalidad de que no promuevan actividades que repercutan al ambiente, y contribuyan en tener un área limpia.</p> <p>Se realizarán medidas preventivas para la clasificación, recolección, almacenamiento y disposición final de los residuos que se puedan generar.</p> |
| Te quiero Trabajando | Facilitar y promover el crecimiento económico, comercial e industrial del municipio e incentivar la productividad rural, creando círculos productivos, así como ampliar la oferta turística, mejorando con ello la calidad de vida de la ciudadanía. | Promoción de la ciudad a nivel mundial debido a la construcción del nuevo Puerto de Veracruz, para atraer empresas de nivel mundial al municipio. | Implementar el modelo de desarrollo integral en el municipio, a través de la innovación que permita atender las áreas de desarrollo, como son: urbanismo, energía sustentable, agua, residuos, sociedad de la información (tic), movilidad, salud, educación, comercio, seguridad y gobernanza, que garanticen la calidad de vida de los ciudadanos. | <p>Con la implementación del proyecto se tendrán beneficios que permitan una mejor movilidad de carga que tiene como origen o fin el puerto de Veracruz, mejorando la logística ferroviaria.</p> <p>Así mismo con las obras de drenaje a implementar se evitarán posibles focos de infección por la acumulación de aguas negras, mejorando la calidad de vida de los ciudadanos.</p> |

III.5. 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.

La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) expide las NOM del Sector Ambiental con el fin de establecer las características y especificaciones, criterios y procedimientos, que permitan proteger y promover el mejoramiento del medio ambiente y los ecosistemas, así como la preservación de los recursos naturales (CMIC, 2015).

Tabla 12. Normatividad ambiental aplicable al presente proyecto.

| NOM | DESCRIPCIÓN | VINCULACIÓN |
|---|---|---|
| NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-SEMARNAT-1996 | Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. | Se colocarán sanitarios portátiles para el control de desechos y evitar la contaminación del agua. |
| NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-005-SEMARNAT-1997 | Que establece los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de corteza, tallos y plantas completas de vegetación forestal. | El producto de desmonte será picado y dispersado en áreas desprovistas de vegetación aledañas al proyecto. |
| NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-059-SEMARNAT-2010. | Tiene por objeto identificar las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo en la República Mexicana, mediante la integración de las listas correspondientes, así como establecer los criterios de inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo para las especies o poblaciones, mediante un método de evaluación de su riesgo de extinción. | En el muestreo realizado se encontró dentro del área del proyecto a la especie <i>Ctenosaura acanthura</i> la cual se enlista en la categoría de protección especial de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, no obstante, se realizarán actividades de ahuyentamiento y rescate, y de esta manera evitar cualquier afectación. |
| NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-007-SEMARNAT-1997. | Que establece los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de ramas, hojas o pencas, flores, frutos y semillas. | El producto de desmonte será utilizado como parte de obras de conservación (acordonamiento de material vegetal), apegándose al plan de manejo de residuos vegetales anexo 11.37 a la presente MIA. |
| NORMA OFICIAL MEXICANA 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. | Todos los vehículos automotores que usen gasolina, que se utilizarán en la ejecución del proyecto cumplirán con las especificaciones de esta norma, la cual indica los límites máximos permisibles de emisiones de gases contaminantes. |
| NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-042-SEMARNAT-2003. | Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales o no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y partículas provenientes del escape de los vehículos automotores nuevos cuyo peso bruto vehicular no exceda los 3,857 kilogramos, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y diésel, así como de las emisiones de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible de dichos vehículos. | Todo vehículo utilizado en la ejecución del proyecto cumplirá con las especificaciones de los límites máximos permisibles de esta Norma. |
| NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-044-SEMARNAT-2017. | Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales, hidrocarburos no metano, monóxido de carbono, óxido de nitrógeno, partículas y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diésel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores nuevos con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos, así como para unidades nuevas con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos equipadas con este tipo de motores. | Todo vehículo utilizado en la ejecución del proyecto cumplirá con las especificaciones de los límites máximos permisibles de esta Norma. |
| NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-045-SEMARNAT-2017. | Vehículos en circulación que usan diésel como combustible - límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición. | Todos los vehículos que usen diésel cumplirán con las especificaciones de esta norma. |
| NORMA OFICIAL MEXICANA NOM- | Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos. | Residuos líquidos como pueden ser grasas o aceites derivados de la maquinaria a utilizar serán clasificados e identificados en |

| NOM | DESCRIPCIÓN | VINCULACIÓN |
|---|--|--|
| 052-SEMARNAT-2005. | | envases para su tratamiento conforme a la normatividad aplicable. |
| 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. | La incompatibilidad de dos o más residuos peligrosos se determinará considerando la NOM-052-SEMARNAT-2005, y se tomarán las medidas correspondientes. |
| NORMA OFICIAL MEXICANA 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. | Ningún vehículo automotor rebasará los límites máximos permisibles de ruido. |
| NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-017-STPS-2008. | Equipo de protección personal-selección, uso y manejo en los centros de trabajo. | El personal contará con la seguridad de protección física de acuerdo con la actividad que desarrolle y en función de las necesidades básicas. |
| NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-019-STPS-2011 | Establece los requerimientos para la constitución, integración, organización y funcionamiento de las comisiones de seguridad e higiene en los centros de trabajo | El aprovisionamiento, retiro y manejo de los residuos generados en el proyecto será contratado a empresas que cuenten con autorizaciones sanitarias para estos efectos |
| NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-024-SSA1-1993 | Establece el valor permisible para la concentración de partículas suspendidas totales en el aire ambiente. | Se llevarán riegos en zonas de tránsito que sea necesario con el fin prevenir levantamiento de partículas en el aire. |
| NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-025-SCT2-2016 | Establecer los parámetros de seguridad que debe cumplir el Equipo Ferroviario de Arrastre, con el propósito de garantizar y preservar la seguridad operativa en el servicio comercial ferroviario. | Se tomarán los parámetros de seguridad establecidos en la norma para el equipo ferroviario de arrastre. |
| NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-050-SCT2-2017 | Establece los señalamientos y dispositivos que deben instalarse, así como las disposiciones y los métodos de calificación que deben observarse para brindar seguridad a usuarios en los cruces a nivel de caminos, calles y carreteras con vías férreas. | Se colocarán los señalamientos necesarios en los cruces que existan con las vías férreas. |

III.6. OTROS INSTRUMENTOS LEGALES QUE RIGEN EL PROYECTO

III.6.1. CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, tuvo su última reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación (DOF), el 06-03-2020. La Constitución es la norma fundamental, establecida para regir jurídicamente al país, la cual fija los límites y define las relaciones entre los poderes de la federación: poder legislativo, ejecutivo y judicial, entre los tres órdenes diferenciados del gobierno: el federal, estatal y municipal, y entre todos aquellos y los ciudadanos. Asimismo, fija las bases para el gobierno y para la organización de las instituciones en que el poder se asienta y establece, en tanto que pacto social supremo de la sociedad mexicana, los derechos y los deberes del pueblo mexicano.

Las materias que encuadra este texto son: universalidad de los derechos humanos, medio ambiente, desarrollo sustentable y participación de los particulares dentro del sector de las vías generales de comunicación, los cuales dan sustento a las leyes y reglamentos, que serán desarrollados en párrafos posteriores y que se vinculan directamente con el desarrollo del Proyecto.

El **artículo 1°** de la Constitución señala la universalidad de los derechos humanos reconocidos por los tratados internacionales y por el propio texto constitucional que gozan todas las personas, así como las garantías para su protección.

Dichas normas relativas a los derechos humanos deberán ser interpretadas conforme a la Constitución y los tratados internacionales de la materia, en este caso ambiental, favoreciendo en todo momento la protección más amplia la persona.

En este sentido, **el artículo 1°** se vincula con el proyecto al ser la base que da validez a las normas relativas a los derechos humanos, entre las que se encuentra el derecho humano a un medio ambiente sano, derecho a la información, así como las obligaciones de respeto hacia estos derechos y todo lo que a ellos se asocia.

El **artículo 4°** en su párrafo quinto, señala que toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar, siendo el Estado quien garantice el respeto a este derecho. También indica que el daño y deterioro ambiental generarán responsabilidad para quien lo provoque en términos dispuestos por las leyes, a partir de ello es la importancia de procurar un estricto cumplimiento a las normas ambientales para este tipo de proyectos.

Este artículo contiene la obligación de las autoridades en el ámbito de sus competencias para actuar en pro del cuidado y bienestar del medio ambiente, así como de los efectos que se generan al causar un daño o deterioro al ambiente por parte de cualquier persona que lo cause, remitiéndolo a las leyes aplicables.

El **artículo 25** contiene la rectoría que posee el Estado para el desarrollo nacional, debiendo garantizar que éste sea de manera integral y sustentable, visión que permea los demás órdenes de gobierno. El proyecto se vincula con este artículo en función de que su realización dará cumplimiento a los distintos planes y programas sectoriales. Asimismo, este artículo es el fundamento legal para esos mismos planes y programas.

El **artículo 27**, menciona, entre otras cosas que, la nación tendrá en todo tiempo el derecho de imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público, así como el de regular, en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, con objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, cuidar de su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana.

El proyecto está sujeto a las leyes, reglamentos, planes, programas y a la normatividad ambiental vigente aplicable garantizando la conservación de los recursos naturales.

El **artículo 28**, menciona, entre otras cosas que, la comunicación vía satélite y los ferrocarriles son áreas prioritarias para el desarrollo nacional en los términos del artículo 25 de esta Constitución; el

Estado al ejercer en ellas su rectoría, protegerá la seguridad y la soberanía de la Nación, y al otorgar concesiones o permisos mantendrá o establecerá el dominio de las respectivas vías de comunicación de acuerdo con las leyes de la materia.

De acuerdo con este artículo el proyecto es prioritario para el desarrollo nacional, ya que, a medida que crece y se favorece este tipo de infraestructura ferroviaria, se robustece la competitividad del sector económico del país, al reducir costos logísticos, del mismo modo, la mayor participación del ferrocarril en el sector de comunicaciones mexicanas terrestres genera beneficios tanto a la comunidad como al ambiente al reducir la emisión de gases de efecto invernadero. Cabe mencionar que, se llevaran a cabo las medidas de mitigación para contrarrestar los impactos ocasionados con el desarrollo del proyecto, como es la construcción de obras de conservación y restauración de suelo y agua, actividades de restauración forestal para la protección y conservación de la biodiversidad.

En el **artículo 73 fracción XXIX-G**, señala la concurrencia del Gobierno Federal y de los gobiernos de las entidades federativas, Municipios y en su caso de las demarcaciones territoriales de la Ciudad de México, en el ámbito de sus respectivas competencias en materia de protección al ambiente, preservación y restauración del equilibrio ecológico. Razón por la cual la presente MIA-R se ingresa ante la autoridad competente, así mismo, el proyecto se apega a las Leyes que proceda de la constitución en materia de protección al ambiente, de reservación y restauración del equilibrio ecológico.

La naturaleza del proyecto es federal, sin embargo, será necesario atender las disposiciones estatales y municipales, en lo relacionado a permisos de construcción y recolección de residuos que serán generados en las distintas etapas del proyecto. Para este efecto, el **artículo 115** contiene las funciones y servicios públicos de los cuales estarán a cargo de los municipios.

La siguiente tabla contiene, a manera de resumen, la base Constitucional aplicable al proyecto, la cual brinda validez y seguridad jurídica a las actividades a realizar.

Tabla 13. Artículos Constitucionales vinculados con el Proyecto.

| ARTÍCULO | PÁRRAFO/FRACCIÓN | DERECHO QUE SE CONSAGRA |
|--|----------------------|---|
| 1° - Derechos Humanos | Párrafos 1°, 2° y 3° | Reconocimientos de los derechos consagrados en la Constitución y derechos internacionales, universalidad de los derechos humanos. |
| 4° - Derecho a un medio ambiente sano | Párrafo 5° | Derecho a un medio ambiente sano y responsabilidad por daño ambiental. |
| 25° - Desarrollo sustentable | Párrafo 1° | Contiene la rectoría del estado para un desarrollo integral y sustentable. |
| 27° - Derechos de la Nación | Párrafo 3° | Corresponde a la Nación el derecho de imponer a la propiedad privada modalidades al interés público, así como regular el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de aprobación. |
| 28° - Comunicación para el desarrollo nacional | Párrafo 4° | Los ferrocarriles son áreas prioritarias para el desarrollo nacional, así mismo, |

| ARTÍCULO | PÁRRAFO/FRACCIÓN | DERECHO QUE SE CONSAGRA |
|---|------------------|--|
| | | el estado le corresponde el otorgamiento de concesiones o permisos de las respectivas vías de comunicación de acuerdo con las leyes de la materia. |
| 73 – De las facultades del congreso | Fracción XXIX-G | Expedir leyes por el Gobierno Federal, Estatal, y municipal en el ámbito de sus perspectivas competencias, en materia de protección al ambiente y de preservación y restauración del equilibrio ecológico. |
| 115° - Servicios públicos a cargo de los Municipios | Fracción III y V | Funciones y servicios públicos que los municipios tendrán a su cargo, así como las facultades para otorgar licencias y permisos para construcciones |

Derivado de los artículos anteriores, el Promovente comprende los derechos humanos y los objetivos del estado en materia de desarrollo y medio ambiente, por lo que aplicará las mejores prácticas y tecnologías disponibles en el país para el desarrollo del proyecto.

III.6.2. LEYES FEDERALES VIGENTES

III.6.2.1. Ley General de Bienes Nacionales

Esta Ley publicada en el 2004, con su última reforma publicada en el DOF el 19 de abril de 2018; tiene por objeto establecer:

- I. Los bienes que constituyen el patrimonio de la Nación;
- II. El régimen de dominio público de los bienes de la Federación y de los inmuebles de los organismos descentralizados de carácter federal;
- III. La distribución de competencias entre las dependencias administradoras de inmuebles;
- IV. Las bases para la integración y operación del Sistema de Administración Inmobiliaria Federal y Paraestatal y del Sistema de Información Inmobiliaria Federal y Paraestatal, incluyendo la operación del Registro Público de la Propiedad Federal;
- V. Las normas para la adquisición, titulación, administración, control, vigilancia y enajenación de los inmuebles federales y los de propiedad de las entidades, con excepción de aquéllos regulados por leyes especiales;
- VI. Las bases para la regulación de los bienes muebles propiedad de las entidades, y
- VII. La normatividad para regular la realización de avalúos sobre bienes nacionales.

En su **Artículo 3** menciona, entre otras cosas que, son bienes nacionales:

- II.- Los bienes de uso común a que se refiere el Artículo 7 de esta Ley.

Por otra parte, el **Artículo 7** menciona entre otras cosas que, son bienes de uso común

XI.- Los caminos, carreteras, puentes y vías férreas que constituyen vías generales de comunicación, con sus servicios auxiliares y demás partes integrantes establecidas en la ley federal de la materia.

El proyecto cumple con la definición marcada en el presente Artículo ya que se trata de "Construcción de conexión ferroviaria para unir Líneas S – V en el municipio de Veracruz"

El **Artículo 16** menciona que, las concesiones, permisos y autorizaciones sobre bienes sujetos al régimen de dominio público de la Federación no crean derechos reales; otorgan simplemente frente a la administración y sin perjuicio de terceros, el derecho a realizar los usos, aprovechamientos o explotaciones, de acuerdo con las reglas y condiciones que establezcan las leyes y el título de la concesión, el permiso o la autorización correspondiente.

El proyecto forma parte de la servidumbre perpetua y voluntaria otorgada a Ferroсур S.A. de C.V., para que se construya y opere la vía de interconexión, y para la obra en el canal, por lo que su desarrollo no irrumpe lo establecido en la presente Ley.

III.6.2.2. Ley de Vías Generales de Comunicación

Esta Ley fue publicada el 19 de febrero de 1940 y tuvo su última reforma el día 15 de junio de 2018.

El **Artículo 8** menciona que, para construir, establecer y explotar vías generales de comunicación, o cualquiera clase de servicios conexos a éstas, será necesario el tener concesión o permiso del Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y con sujeción a los preceptos de esta Ley y sus Reglamentos.

En su **Artículo 14** menciona que, los interesados en obtener concesión o permiso para construir, establecer o explotar vías generales de comunicación, elevarán solicitud a la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, de conformidad con los preceptos de esta Ley y sus reglamentos, acompañándola de los estudios a que se refiere el Artículo 8o.

Así mismo, el **Artículo 16** menciona que, para el otorgamiento de permisos se seguirán los trámites que señalen los reglamentos o disposiciones administrativas correspondientes.

Mientras que el **Artículo 41** dice a letra que, *"no podrán ejecutarse trabajos de construcción en las vías generales de comunicación, en sus servicios auxiliares y demás dependencias y accesorios, sin la aprobación previa de la Secretaría"*.

En este sentido, la presente MIA-R es ingresada ante la autoridad competente, para que sea evaluada, así mismo, como parte del proceso, se somete a evaluación la solicitud de autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, por lo que no se realizará ninguna actividad hasta contar con las autorizaciones correspondientes. Teniendo en cuenta que el proyecto se apegará a las Leyes que

proceda de la constitución en materia de protección al ambiente, de reservación y restauración del equilibrio ecológico

Por otra parte, el proyecto y todo el DDV forma parte de la servidumbre perpetua y voluntaria otorgada a Ferrosur S.A. de C.V., por lo que tiene el derecho de realizar la "**Construcción de conexión ferroviaria para unir Líneas S y V en el municipio de Veracruz**".

III.6.2.3. Ley Reglamentaria del Servicio Ferroviario y su Reglamento.

Esta Ley tuvo su última reforma el día 24 de abril de 2018 y tiene por objeto regular la construcción, operación, explotación, conservación, mantenimiento y garantía de interconexión en las vías férreas cuando sean vías generales de comunicación, así como procurar las condiciones de competencia en el servicio público de transporte ferroviario que en ellas opera y los servicios auxiliares.

El proyecto "Construcción de conexión ferroviaria para unir Líneas S y V en el municipio de Veracruz", cumple y atiende a lo establecido en los Artículos que se enlistan.

El **Artículo 2** menciona que, entre otras cosas, se entiende por derecho de vía, la franja de terreno que se requiere para la construcción, conservación, ampliación, protección y en general para el uso adecuado de una vía general de comunicación ferroviaria, cuyas dimensiones y características fije la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

Así mismo, **el Artículo 3**, menciona, entre otras cosas, que las vías férreas son vías generales de comunicación cuando:

- I. Comuniquen entre sí a dos o más entidades federativas;
- II. En todo o parte del trayecto, estén dentro de la zona fronteriza de cien kilómetros o en la faja de cincuenta kilómetros a lo largo de las costas, con excepción de las líneas urbanas que no crucen la línea divisoria con otro país y que no operen fuera de los límites de las poblaciones, y
- III. Entronquen o conecten con alguna otra vía férrea de las enumeradas en este artículo, siempre que presten servicio al público. Se exceptúan las líneas urbanas que no crucen la línea divisoria con otro país.

Son parte integrante de la vía general de comunicación ferroviaria el derecho de vía, los centros de control de tráfico y las señales para la operación ferroviaria.

Por otra parte, **el artículo 7**, menciona que, se requiere de concesión para:

- I. Construir, operar y explotar vías férreas, que sean vía general de comunicación. Los concesionarios podrán contratar con terceros, la construcción, la conservación y el mantenimiento de las vías férreas, pero, en todo momento, el concesionario será el único

responsable ante el Gobierno Federal por las obligaciones establecidas a su cargo en la respectiva concesión, y

II. Prestar el servicio público de transporte ferroviario. Las concesiones de que trata el presente artículo podrán comprender los permisos para prestar servicios auxiliares, caso en el cual no será necesario obtener el permiso a que se refiere el artículo 15 de la presente Ley

Así mismo, el **artículo 8** menciona que, las vías generales de comunicación ferroviaria se mantendrán en todo momento dentro del dominio público de la Federación. Las vías férreas que se construyan al amparo de un título de concesión pasarán a formar parte del dominio público inmediatamente, con independencia de las condiciones y plazo de la concesión.

El presente estudio da cumplimiento a la fracción III del Artículo 3, ya que se trata de la construcción de la conexión ferroviaria para unir las Líneas S – V, teniendo servidumbre perpetua y voluntaria otorgada a Ferrosur S.A. de C.V. por parte de la Universidad Veracruzana.

En su **artículo 25** establece que de utilidad pública la construcción, conservación y mantenimiento de las vías férreas.

La Secretaría por sí, o a petición y por cuenta de los interesados o concesionarios, efectuará la compraventa o, en su defecto, promoverá la expropiación de los terrenos, construcciones y bancos de material, necesarios para la construcción, conservación y mantenimiento de vías férreas, incluyendo los derechos de vía.

Los terrenos federales y aguas nacionales, así como los materiales existentes en éstos, podrán ser utilizados para la construcción, conservación y mantenimiento de las vías férreas, y derechos de vía correspondientes, conforme a las disposiciones legales aplicables.

La construcción de la conexión ferroviaria para unir las Líneas S y V es un proyecto que, en todo momento, estará sujeto a la normatividad y a las disposiciones legales aplicables.

Así mismo, el **Artículo 27** menciona, entre otras cosas que, para realizar trabajos de construcción o reconstrucción en las vías férreas concesionadas, se requerirá la aprobación previa de la Secretaría del proyecto ejecutivo y demás documentos relacionados con las obras que pretendan ejecutarse. Razón por la cual el presente estudio es ingresado para su evaluación ante la SEMARNAT, así mismo, el proyecto se apega a las Leyes que proceda de la constitución en materia de protección al ambiente, de reservación y restauración del equilibrio ecológico.

Su **artículo 53** menciona que, es obligación de los concesionarios del servicio público de transporte ferroviario de pasajeros o de carga, en los términos que determine la Secretaría, conforme al Reglamento de esta Ley:

II. Garantizar el pago de los daños que puedan ocasionarse a terceros en su persona y sus bienes, vías generales de comunicación y cualquier otro daño que pudiera generarse por el equipo o por la carga. Tratándose de materiales, sustancias, residuos, remanentes y desechos tóxicos o peligrosos, deberá contratarse un seguro en los términos

En caso de accidentes o contingencias se harán válidas las pólizas de seguro para atender las necesidades según sea el caso, incluyendo la atención de contingencias ambientales.

REGLAMENTO DE LA LEY REGLAMENTARIA DEL SERVICIO FERROVIARIO

El presente reglamento fue publicado en el DOF el 30 de septiembre de 1996, cuya última reforma fue realiza el 18 de agosto de 2016. Este reglamento tiene por objeto o regular el Servicio Público de Transporte Ferroviario y las vías generales de comunicación ferroviaria, su construcción, conservación, mantenimiento, operación, explotación y garantía de Interconexión, Derechos de Arrastre y de Paso, así como la prestación de los servicios ferroviarios, en los que se procurarán condiciones de competencia, conforme a la Ley Reglamentaria del Servicio Ferroviario.

En su **Artículo 2** menciona que, para efectos de este Reglamento, además de las definiciones establecidas en el artículo 2 de la Ley, se entenderá por:

XXII. Punto de Interconexión: Lugar determinado para prestar los servicios de Interconexión;

XXIII. Ramal o Vía Corta: Vía general de comunicación ferroviaria alimentadora o de enlace entre Vías Troncales;

El proyecto cumple con la definición marcada en el presente Artículo ya que se trata de "Construcción de conexión ferroviaria para unir Líneas S – V en el municipio de Veracruz".

Por otra parte, en su **Artículo 4** menciona, entre otras cosas que, las concesiones a que se refiere el Artículo 7 de la Ley podrán otorgar derechos a una misma persona tanto para construir, operar y explotar una vía general de comunicación ferroviaria, como para prestar el Servicio Público de Transporte Ferroviario de Carga y Pasajeros o para realizar alguna de estas actividades:

En los títulos de concesión respectivos la Secretaría establecerá, además de lo señalado en el Artículo 12 de la Ley, lo siguiente:

I. Los límites y condiciones conforme a los cuales se otorgará a los concesionarios los derechos a que se refiere el primer párrafo de este Artículo;

II. La obligación de realizar las aportaciones al Fondo de conformidad con las disposiciones jurídicas aplicables;

III. La obligación de otorgar mutuamente entre los concesionarios los servicios de Interconexión y de Terminal, incluidos los Derechos de Paso obligatorios y los Derechos de Arrastre, y

IV. La obligación de proporcionar el Servicio Público de Transporte Ferroviario a comunidades aisladas que no cuenten con otro medio de transporte al público, en términos del Artículo 43 de la Ley. La Secretaría podrá reservarse la facultad de otorgar concesiones a terceros para que en una Vía Férrea concesionada presten el Servicio Público de Transporte en general o respecto de alguna modalidad de éste, así como establecer condiciones suspensivas para ello.

El proyecto forma parte de la servidumbre perpetua y voluntaria otorgada a Ferrosur S.A. de C.V., del predio donde se pretende llevar a cabo.

En su **Artículo 29** menciona que, el Derecho de Vía será determinado por la Secretaría conforme a las condiciones de la topografía de la región, a la geometría de la Vía Férrea y, en su caso, al proceso de construcción que se llevará a cabo, en el entendido que deberá comprender una franja de terreno de por lo menos quince metros de cada lado de la Vía Férrea, medidos a partir del eje horizontal de la misma, entendiéndose por éste la parte media del escantillón de vía. Únicamente en casos debidamente justificados y que no pongan en riesgo la seguridad de la operación de las Vías Férreas y la prestación de los servicios ferroviarios se podrá autorizar que sean menos de quince metros. Tratándose de Vías Férreas que cuenten con doble vía o Laderos, el Derecho de Vía se determinará a partir del eje de la vía del extremo que corresponda.

En este caso, las dimensiones del proyecto fueron determinadas de acuerdo con los requerimientos y las condiciones topográficas de la región, contando con la servidumbre perpetua y voluntaria otorgada a Ferrosur S.A. de C.V.

En su **Artículo 104** menciona que, el servicio de Interconexión deberá garantizar en todo tiempo que la prestación del Servicio Público de Transporte Ferroviario en las Vías Férreas de los concesionarios sea una Ruta continua de comunicación.

Mientras que su **Artículo 108** dice a letra que, el concesionario al que se le concedan servicios de interconexión y, en su caso, de terminal, derechos de paso o derechos de arrastre, quedará sujeto a los términos y condiciones que para la operación ferroviaria se establezcan en el reglamento interno del transporte y los Horarios que se apliquen en la vía férrea respectiva y demás disposiciones aplicables.

Por otra parte, su **Artículo 160** menciona, entre otras cosas que, en presencia de caso fortuito o fuerza mayor, previa opinión técnica y operativa de la Agencia, la Secretaría estará facultada para imponer en la operación y explotación de las Vías Férreas, así como en la prestación del Servicio Público de Transporte Ferroviario, y sólo por el tiempo y en la proporción que resulten estrictamente necesarios, las modalidades siguientes:

- I. Interrupción total o parcial de los servicios ferroviarios;
- II. Otorgamiento de derechos de paso y derechos de arrastre a otros concesionarios o a terceros;

V. Prestación de los servicios de terminal e interconexión a terceros, y

El proyecto garantiza una ruta continua ya que se trata de una interconexión entre la Línea S y V. Así mismo, el proyecto está sujeto a la Ley Ferroviaria y su reglamento, así como a la normatividad vigente aplicable.

III.6.2.4. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) y su Reglamento

Esta Ley tiene por objeto regular y fomentar la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos a fin de propiciar el desarrollo forestal sustentable. Dicha ley es reglamentaria del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, sus disposiciones son de orden e interés público y de observancia general en todo el territorio nacional, así como distribuir las competencias que en materia forestal correspondan a la federación, los estados, el distrito federal y los municipios bajo el principio de concurrencia previsto en el artículo 73 fracción XXIX-G de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, con el fin de propiciar el desarrollo forestal sustentable.

El Artículo 93 de ésta ley, hace referencia a la autorización del cambio de uso del suelo en terrenos forestales, los cuales solo podrán ser autorizados por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos que demuestren que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación; y que los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo.

En este sentido, adicional a la presente MIA-R, se ha sometido a evaluación la solicitud de autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales a través de un Estudio Técnico Justificativo apegado a la normatividad ambiental aplicable con las medidas de prevención y mitigación para mitigar los efectos durante la ejecución del proyecto.

REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE

Asimismo, el reglamento tiene por objeto regular la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable en el ámbito de competencia federal, en materia de instrumentos de política forestal, manejo y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas forestales del país y de sus recursos, así como su conservación, protección y restauración. Establece los instrumentos de política forestal, manejo y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas forestales del país y sus recursos, así como su conservación, protección y restauración. Asimismo, contempla las disposiciones que tienen que ver con el cambio de uso de suelo en terreno forestal.

Este reglamento establece que, para solicitar la autorización de cambio de uso de suelo, el interesado deberá requerirlo mediante el formato que expida la Secretaría (SEMARNAT), el cual contendrá los

requisitos para la solicitud de autorización. Dicha solicitud deberá acompañarse de un Estudio Técnico Justificativo que informe los usos que se pretendan dar en la zona donde se pretenda ejecutar remoción de vegetación, así como, los volúmenes y/o superficies que sufrirán la alteración de su entorno natural.

El Estudio Técnico Justificativo que se entregue contendrá los requisitos que especifica la guía para la elaboración de estudios técnicos justificativos y deberá ser autorizado por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT-DGGFS).

En cumplimiento con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su reglamento, se ha sometido a evaluación la solicitud de autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales a través de un Estudio Técnico Justificativo, con el que se demuestra que el desarrollo del proyecto no compromete la biodiversidad, no provocará la erosión de los suelos, no provocará el deterioro de la calidad del agua ni la disminución en su captación; y que los usos propuestos del suelo serán más productivos a largo plazo, tal como lo establece la Ley General de Desarrollo Forestal y su Reglamento en observancia a los instrumentos jurídicos ambientales con respecto a las obras y/o actividades que contemplen un cambio de uso del suelo en terreno forestal.

III.6.2.5. Ley General de Equilibrio Ecológico Y Protección al Ambiente (LGEEPA) y su Reglamento en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental

Esta ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para: garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente sano para su desarrollo, salud y bienestar, definir los principios de la política ambiental y los instrumentos para su aplicación, la preservación, la restauración y el mejoramiento del ambiente, la preservación y protección de la biodiversidad, así como el establecimiento y administración de las áreas naturales protegidas, el aprovechamiento sustentable, la preservación y, en su caso, la restauración del suelo, el agua y los demás recursos.

En cumplimiento con la LGEEPA, se presenta la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional la cual demuestra que el cambio de uso del suelo para el desarrollo del proyecto no compromete el equilibrio ecológico. Es importante mencionar que, se proponen las medidas de prevención y mitigación en el factor agua, suelo y aire, propiciando el desarrollo sustentable, garantizando ser la base que da validez a las normas relativas a los derechos humanos, entre las que se encuentra el derecho humano a un medio ambiente sano, derecho a la información, así como las obligaciones de respeto hacia estos derechos y todo lo que a ellos se asocia.

REGLAMENTO EN MATERIA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DE LA LGEEPA

El Reglamento de la presente Ley determinará las obras o actividades a que se refiere este artículo, que por su ubicación, dimensiones, características o alcances no produzcan impactos ambientales significativos, no causen o puedan causar desequilibrios ecológicos, ni rebasen los límites y condiciones establecidos en las disposiciones jurídicas referidas a la preservación del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, y que por lo tanto no deban sujetarse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental previsto en este ordenamiento.

El Reglamento de la presente Ley determinará las obras o actividades a que se refiere este Artículo, que por su ubicación, dimensiones, características o alcances no produzcan impactos ambientales significativos, no causen o puedan causar desequilibrios ecológicos, ni rebasen los límites y condiciones establecidas en las disposiciones jurídicas referidas a la preservación del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, y que por lo tanto no deban sujetarse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental previsto en este ordenamiento.

En este sentido, en el Capítulo II del Artículo 5° del reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación de Impacto Ambiental, se establece que, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental: inciso **B) Vías generales de comunicación**, e inciso **O) Cambios de Uso del Suelo de Áreas Forestales, así como en Selvas y Zonas Áridas**:

Finalmente, en el mismo reglamento de la LGEEPA en materia de EIA, en el capítulo III, Artículo 11, Fracción I, establece para el proyecto la realización de una Manifestación de Impacto ambiental modalidad regional por tratarse de vías férreas.

III.6.2.6. Ley General de Vida Silvestre

El objeto de la Ley General de Vida Silvestre es establecer la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, relativa a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas en donde la Nación ejerce su jurisdicción. Esta Ley es de orden público y de interés social, reglamentaria del párrafo tercero del artículo 27 y de la fracción XXIX, inciso G del artículo 73 constitucionales.

El **Artículo 19** de esta Ley menciona que las autoridades que, en el ejercicio de sus atribuciones, deban intervenir en las actividades relacionadas con la utilización del suelo, agua y demás recursos naturales con fines agrícolas, ganaderos, piscícolas, forestales y otros, observarán las disposiciones de esta Ley y las que de ella se deriven, y adoptarán las medidas que sean necesarias para que dichas actividades se lleven a cabo de modo que se eviten, prevengan, reparen, compensen o minimicen los efectos negativos de las mismas sobre la vida silvestre y su hábitat.

Por lo que, de acuerdo con los resultados presentados el capítulo 4 de la presente MIA-R se hizo una comparación con la lista emitida en la NOM-059-SEMARNAT-2010 sobre aquellas especies de flora registradas en la salida de campo, sin embargo, no se encontró ninguna en el área del proyecto. En lo que corresponde a las especies faunísticas, se tuvo registro de una especie en el área del proyecto (*Ctenosaura acanthura* bajo la categoría de protección especial), y cuatro registradas en el SAR (estando bajo protección especial (Pr) *Ctenosaura acanthura*, *Kinosternon leucostomum* y *Lithobates berlandieri*, así como *Ctenosaura pectinata*, en la categoría de Amenazada (A)). Así mismo, de acuerdo con la revisión de literatura presentada, existe la posibilidad de que en algún momento alguna otra especie en la norma pueda presentarse, considerando su movilidad; no obstante, se realizarán actividades de ahuyentamiento, rescate y reubicación, a través de la implementación de un programa, con la finalidad de evitar cualquier afectación.

III.6.2.7. Ley de Aguas Nacionales

Esta Ley es reglamentaria del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de aguas nacionales; es de observancia general en todo el territorio nacional, sus disposiciones son de orden público e interés social y 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.

De acuerdo con el mapa de hidrología superficial el área del proyecto presenta un escurrimiento de tipo intermitente y de acuerdo con la visita de campo, no se presentan escurrimientos superficiales en el área del proyecto que pudieran verse afectados, no obstante, se encontró un canal de aguas negras. Es importante mencionar que, dentro de las actividades del proyecto, se contempla el encauzamiento y la rectificación de descarga pluvial.

En cuanto a la hidrología subterránea, el responsable de la ejecución de las obras gestionará un manejo adecuado de los residuos que se generan, evitando la posible contaminación de agua, por otro lado el impacto de la remoción de la cobertura forestal implica directamente en la disminución de la captación de agua y aumento del escurrimiento superficial tal, por lo que para compensar esta pérdida, el promovente será el responsable de llevar la ejecución de obras de conservación de suelo y agua, en conjunto con otras actividades de restauración descritas en el capítulo VI de la presente MIA-R.

III.6.2.8. Ley Federal de Responsabilidad Ambiental

La Ley Federal de Responsabilidad Ambiental (en adelante LFRA) publicada en el DOF el 7 de junio de 2013. La LFRA 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.

Los preceptos de esta ley son reglamentarios del **Artículo 4°** Constitucional, de orden público e interés social y tienen por objeto la protección, la preservación y restauración del ambiente y el equilibrio ecológico, para garantizar los derechos humanos a un medio ambiente sano para el desarrollo y bienestar de toda persona, y a la responsabilidad generada por el daño y el deterioro ambiental.

El **Artículo 10** menciona que, toda persona física o moral que con su acción u omisión ocasione directa o indirectamente un daño al ambiente, será responsable y estará obligada a la reparación de los daños, o bien, cuando la reparación no sea posible a la compensación ambiental que proceda, en los términos de la presente Ley. De la misma forma estará obligada a realizar las acciones necesarias para evitar que se incremente el daño ocasionado al ambiente.

III.6.2.9. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos, en el territorio nacional. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente sano y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación.

Esta Ley tiene por objeto reglamentar y regir en todo el territorio nacional y las zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción; su aplicación corresponde al Ejecutivo Federal por conducto de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Hace especial énfasis en el manejo integral de residuos peligrosos (almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento, disposición final). Las disposiciones en materia de residuos, tanto peligrosos como los residuos sólidos urbanos para el desarrollo del proyecto serán acatadas conforme a la presente ley.

De acuerdo con esta ley es obligación del responsable de la ejecución de las obras, gestionar un manejo adecuado de los residuos que se generen, lo anterior se presentó en el capítulo VI del presente MIA-R, detallándose las medidas de prevención para el manejo de residuos generados del presente proyecto, donde se consideran la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, que

establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.

REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS

El Reglamento de la LGPGIR tiene por objeto reglamentar la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y rige en todo el territorio nacional y las zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción y su aplicación corresponde al Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

El **Artículo 36** menciona que, las normas oficiales mexicanas que especifiquen la forma de determinar las características de peligrosidad de un residuo.

Mientras que su Artículo 37 dice a letra que, la determinación de un residuo como peligroso, basada en el conocimiento empírico del generador, aplica para aquellos residuos derivados de procesos o de la mezcla de residuos peligrosos con cualquier otro material o residuo.

Si con base en el conocimiento empírico de su residuo, el generador determina que alguno de sus residuos no es peligroso, ello no lo exime del cumplimiento de las disposiciones jurídicas que resulten aplicables.

De acuerdo con este reglamento, es obligación del responsable de la ejecución de las obras, gestionar un manejo adecuado de los residuos que se generen, lo anterior se presentó en el capítulo VI del presente MIA-R, detallándose las medidas de prevención para el manejo de residuos generados del presente proyecto, donde se consideran la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.

III.6.2.10. Ley General de Cambio Climático y su Reglamento

La Ley General de Cambio Climático (en adelante LGCC) publicada en el DOF el 06 de junio de 2012, con su última reforma el 13 de julio de 2018 es aplicable al proyecto, ya que, durante la construcción del proyecto se generaron Gases de Efecto Invernadero a la atmósfera.

En su Artículo 1° señala que la presente ley es de orden público, interés general y observancia en todo el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción y establece disposiciones para enfrentar los efectos adversos del cambio climático. Es reglamentaria de las disposiciones de la CPEUM en materia de protección al ambiente, desarrollo sustentable, preservación y restauración del equilibrio ecológico.

El Artículo 1° se vincula con el proyecto, ya que se proponen medidas de mitigación para para contrarrestar los impactos ocasionados con el desarrollo del proyecto, como es la construcción de

obras de conservación y restauración de suelo y agua y actividades de reforestación. Así mismo, en su momento, en la etapa de construcción se aplicarán las medidas de prevención para disminuir los impactos generados al factor aire, suelo y agua.

El **Artículo 2** de la LGCC señala una serie de objetivos entre los que destacan para el proyecto los siguientes:

I. 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;

VII. Promover la transición hacia una economía competitiva, sustentable, de bajas emisiones de carbono y resiliente a los fenómenos hidrometeorológicos extremos asociados al cambio climático;

Los convenios de colaboración se encuentran descritos en el Artículo 10 en el que señala que la Federación y las entidades federativas, con la participación en su caso de sus Municipios y demarcaciones territoriales de la Ciudad de México, podrán suscribir convenios de coordinación o concertación con la sociedad en materia de cambio climático que, entre otros elementos, incluirán acciones, lugar, metas y aportaciones financieras que corresponde realizar a cada parte.

Durante la etapa de construcción del proyecto, se generará únicamente emisiones atmosféricas asociadas al uso de maquinaria y equipo por lo que se aplicaron medidas de prevención para regular los límites máximos permisibles. Así mismo, durante la etapa de operación y mantenimiento se generarán gases provenientes de los vehículos utilizados, sin embargo, se tendrán en observancia con el fin de mantenerse dentro de los límites permisibles por la normatividad aplicable.

Es importante mencionar que, se implementaran medidas de mitigación que garanticen la regulación ambiental como es la construcción de obras de conservación y restauración de suelo y agua, así como actividades de reforestación.

REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE CAMBIO CLIMATICO EN MATERIA DEL REGISTRO NACIONAL DE EMISIONES

Este Reglamento de observancia general en todo el territorio nacional y tiene por objeto reglamentar la Ley en lo que se refiere al Registro Nacional de Emisiones; su aplicación corresponde al Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría, sin perjuicio de las atribuciones que correspondan a otras Dependencias del Ejecutivo Federal.

Desarrolla las disposiciones legales en materia del Registro Nacional de Emisiones, incluyendo los establecimientos sujetos a reporte y los umbrales para el reporte. En la siguiente tabla se menciona la vinculación de la Ley General de Cambio Climático en Materia del Registro Nacional de Emisiones, con el Proyecto.

Tabla 14 Artículos del Reglamento vinculados con el Proyecto.

| ARTÍCULO | VINCULACIÓN |
|---|---|
| <p>Artículo 4.- Las actividades que se considerarán como Establecimientos Sujetos a Reporte agrupadas dentro de los sectores y subsectores señalados en el Artículo anterior, son las siguientes:</p> <p>Sector Comercio, subsector de vía de comunicación.</p> <p>Sector de transporte, subsector de transporte ferroviario (transporte por ferrocarril, de carga y de pasajeros).</p> | <p>El objetivo del proyecto es la construcción de conexión ferroviaria para unir Líneas S-V por lo que las principales emisiones a la atmósfera generadas se deberán al uso de equipos, maquinaria y vehículos empleados en las etapas de preparación de sitio, construcción y operación, así como de los gases provenientes de los vehículos utilizados en el mantenimiento de las vías férreas.</p> <p>Estas emisiones se mantendrán en observancia con el fin de mantenerse en dentro de los límites permisibles por las Normas Oficiales Mexicanas que resulten aplicables.</p> |
| <p>Artículo 6.- Para los efectos del Artículo 87, 2° párrafo, fracción II de la Ley, el umbral a partir del cual los Establecimientos Sujetos a Reporte, identificados conforme a los Artículos 3 y 4 del presente Reglamento, deben presentar la información de sus Emisiones Directas o Indirectas, será el que resulte de la suma anual de dichas Emisiones, siempre que tal resultado sea igual o superior a 25,000 Toneladas de Bióxido de Carbono Equivalente.</p> <p>La suma anual a la que se refiere el párrafo anterior resultará del cálculo de las Emisiones de cada una de las Fuentes Fijas y Móviles identificadas en dichos Establecimientos Sujetos a Reporte.</p> | <p>Las emisiones del Proyecto se originarán principalmente durante las etapas de preparación del sitio y construcción. En caso de que durante estas etapas la suma de emisiones, directas o indirectas, sea igual o superior a 25,000 toneladas de CO₂ de equivalente (anual), se presentará la información correspondiente.</p> |

III.6.3. LEYES ESTATALES

III.6.3.1. Ley Para el Desarrollo Forestal Sustentable Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave y su Reglamento

La Ley de Desarrollo Forestal Sustentable del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave (LDFSEVIL), fue publicada en la Gaceta Oficial del Estado número 163 del día 14 de julio de 2006, última reforma el 11 de noviembre de 2016 con número 452, teniendo por objeto regular y fomentar las acciones de conservación, protección, restauración, producción, ordenación, cultivo, manejo y aprovechamiento que se realicen sobre los ecosistemas forestales, los servicios ambientales que estos ofrecen, las cuencas hidrológico forestales y los recursos forestales maderables.

En lo previsto por la LDFFS, se atendió en forma supletoria las disposiciones de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

El **Artículo 11** de la LDFFS es aplicable al Proyecto, ya que requiere del cambio de uso de suelo de áreas forestales por la presencia de vegetación forestal. El Proyecto se ajustará a los preceptos establecidos de la ley, cumplimiento con la elaboración y entrega de la presente MIA-R para su elaboración y autorización correspondiente.

En el **Artículo 48** establece que la Secretaría procurará establecer los mecanismos y sistemas de coordinación para eficientar la participación oportuna de los sectores público, social y privado en la prevención y combate de incendios forestales. Por lo cual se llevarán medidas preventivas para evitar incendios forestales al momento de realizar el proyecto.

En su **Artículo 53** de dicha ley establece que, La Secretaría y la CONAFOR, escuchando la opinión de los Consejos Forestales y tomando en cuenta los requerimientos de recuperación en zonas degradadas y las condiciones socioeconómicas de los habitantes de las mismas, promoverán la elaboración y aplicación de programas e instrumentos económicos que se requieran para fomentar las labores de conservación y restauración de los recursos forestales y las cuencas hidrográficas. Por ello se llevarán a cabo programas de reforestación y conservación y restauración de suelo y agua, con el fin de restaurar zonas degradadas dentro del SAR.

Además, el **Artículo 57** menciona que en los programas de reforestación que promueva y apoye la Secretaría y otras dependencias, se dará énfasis a la producción de planta de calidad de especies adecuadas al terreno a reforestar, de acuerdo con sus objetivos, y al establecimiento de un sistema de incentivos para su plantación y mantenimiento durante los primeros años sobre bases de evaluación de resultados.

En este sentido, el Proyecto, contempla en su diseño medidas de prevención y se acata a lo que dictan los ordenamientos ecológicos vigentes aplicables. Aparte se implementarán actividades de rescate y reubicación de flora y fauna, reforestación, conservación de suelo y agua para mantener la preservación y restauración del equilibrio ecológico.

REGLAMENTO DE LA LEY DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE PARA LA ENTIDAD FEDERATIVA DE VERACRUZ DE IGNACIO DE LA LLAVE.

El Reglamento de la Ley de Desarrollo Forestal Sustentable de la Entidad Federativa de Veracruz de Ignacio de la Llave (RLDFSEVIL), fue publicada el 20 de octubre de 2010, teniendo por objeto proveer acciones, así como determinar términos, bienes y recursos que deberán acordarse por parte de los promotores y agentes del desarrollo forestal sustentable para la ejecución y cumplimiento de las disposiciones contenidas en la LDFSEVIL.

En este sentido, el proyecto contempla en su diseño medidas de prevención y se acata a lo que dictan los ordenamientos ecológicos vigentes aplicables. Aparte se implementarán actividades de rescate y reubicación de flora y fauna, reforestación, conservación de suelo y agua para mantener la preservación y restauración del equilibrio ecológico.

III.6.3.2. Ley Estatal para la Protección Ambiental del Estado De Veracruz De Ignacio de la Llave y su Reglamento en Materia de Impacto Ambiental de La Ley Estatal De Protección Ambiental.

La Ley Estatal Para la Protección Ambiental de la Entidad Federativa de Veracruz Ignacio de la Llave (LEPA) fue publicada el 30 de junio de 2000, con la última reforma publicada oficial el 22 de febrero de 2010. La LEPA tiene por objeto la preservación y restauración del equilibrio ecológico, la protección al ambiente, así como propiciar el desarrollo sustentable.

Se establece en el **Artículo 12** que, para la formulación y conducción de la política ambiental estatal y la aplicación de las medidas e instrumentos previstos en esta Ley, se observarán los siguientes principios:

IV. Quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar al ambiente está obligado a prevenir, minimizar o reparar los daños que cause, así como a asumir los costos que dicha afectación implique. Asimismo, debe incentivarse a quien proteja al ambiente y aproveche de manera sustentable los recursos naturales.

XI.- En el ejercicio de las atribuciones que las leyes confieren al Estado y a sus Municipios para regular, promover, restringir, prohibir, orientar y, en general, inducir las acciones de los particulares en los campos económico y social, se considerarán los criterios de preservación, conservación y restauración del equilibrio ecológico.

Se tomarán medidas preventivas, así como, de mitigación para la prevención y restauración del medio ambiente, además que se respetará la flora y fauna que se encuentre aledaña al proyecto.

Se tomarán las medidas preventivas para el almacenamiento y manejo de los residuos que se generarán en el proyecto siguiendo las normas establecidas.

El **Artículo 41**, menciona que, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación del Impacto ambiental, que en su caso deberá ir acompañada de un estudio de riesgo de la obra y de sus modificaciones, consistente en las medidas técnicas preventivas y correctivas para mitigar los efectos adversos al equilibrio ecológico durante su ejecución, operación normal y en caso de accidente.

Así mismo, **su Artículo 42** menciona que, la manifestación de impacto ambiental se presentará conforme a los instructivos que expida la Secretaría y el Reglamento que al efecto se expida

Por otra parte, el **Artículo 120** menciona que, en las licencias o permisos que se expidan para la utilización del suelo, se aplicarán los criterios para prevenir y controlar la contaminación, respetando

según sea el caso lo ordenado en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y en esta Ley, así como de las disposiciones que de ella emanen.

En este sentido, se ingresa la Manifestación de Impacto Ambiental apegado a la normatividad ambiental aplicable con las medidas de prevención y mitigación para mitigar los efectos durante la ejecución del proyecto.

Artículo 122. Deberá regularse la emisión de contaminantes a la atmósfera que ocasione o pueda ocasionar desequilibrios a los ecosistemas o daños al ambiente. Toda maquinaria o vehículo del proyecto

Con base al **Artículo 123:** para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios:

- I. La calidad del aire debe ser satisfactoria en los asentamientos humanos y, en general, en todo el territorio del Estado;
- II. La emisión de contaminantes a la atmósfera, sean de fuentes naturales o artificiales, fijas o móviles, debe ser reducida y controlada para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.

Por otra parte, el **Artículo 130** menciona que, quienes realicen actividades que contaminen a la atmósfera deberán:

- I. Instalar y operar equipos o sistemas para el control de sus emisiones, que garanticen el cumplimiento de lo establecido en las Normas Oficiales Mexicanas.
- II. Proporcionar toda la información que las autoridades les requieran a efecto de integrar y mantener actualizado el inventario de fuentes fijas de contaminación a la atmósfera.

En su **Artículo 132** se menciona que, las personas físicas o morales que operen sistemas de producción industrial, comercial, agropecuaria o de servicios, que tengan fuentes emisoras de contaminantes, deberán:

- I.- Instalar equipos o sistemas de control de emisiones para cumplir con los niveles permisibles de contaminantes;

Mientras que el **Artículo 133** menciona que, las emisiones de contaminantes tales como: gases, partículas sólidas y líquidas que se generen por fuentes fijas, no deberán exceder los niveles máximos permisibles de emisiones e inmisiones por contaminantes y por fuentes de contaminación, que se establezcan en las Normas Oficiales Mexicanas.

El **Artículo 164** menciona que, no podrán emitirse ruidos, vibraciones, energía térmica, energía lumínica ni olores, que rebasen los límites máximos contenidos en las Normas Oficiales Mexicanas, así como establecido en los reglamentos, criterios y normas técnicas ambientales que expida la Secretaría.

Por su parte, el **Artículo 173** dice a letra que; en el manejo y disposición de los residuos sólidos no peligrosos se deberá prevenir:

- I.- La contaminación del suelo y del ambiente en general.
- II.- Las alteraciones en los procesos biológicos de los suelos y demás componentes de los ecosistemas afectados.

El Proyecto cumplirá con lo señalado en los Artículos anteriores a través de la aplicación de la normatividad ambiental aplicable (Leyes, reglamentos y Normas Oficiales Mexicanas). Cabe mencionar que Se tomarán las medidas preventivas para el almacenamiento y manejo de los residuos o contaminante que se generarán en el proyecto siguiendo las normas establecidas.

REGLAMENTO EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL DE LA LEY ESTATAL DE PROTECCIÓN AMBIENTAL.

El Reglamento en Materia de Impacto Ambiental de la Ley Estatal de Protección Ambiental fue publicado el 20 de mayo de 2005, el cual tiene como objetivo reglamentar en materia de impacto ambiental la conservación, la preservación y la restauración del equilibrio ecológico, la protección al ambiente y la procuración del desarrollo sustentable.

Es importante mencionar que adicional a la presente MIA-R, se ha sometido a evaluación la solicitud para autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales a través de un Estudio Técnico Justificativo para el presente proyecto. Así mismo, en el capítulo V del presente estudio se presentan los impactos que se generaran durante la elaboración del proyecto y las medidas que se llevaran a cabo para su prevención y mitigación.

III.6.3.3. Ley del Agua del Estado de Veracruz de Ignacio de La Llave y su Reglamento.

La Ley del Agua del Estado de Veracruz De Ignacio De La Llave (LA), fue publicada en la Gaceta Oficial el 29 de junio de 2001, con su última actualización el 4 de febrero de 2019, tiene por reglamentar el Artículo 8 de la Constitución Política del Estado, en materia de aguas de jurisdicción estatal, así como establecer las bases de coordinación entre los ayuntamientos y el Ejecutivo del Estado, en caso de aguas de jurisdicción nacional estarán a los dispuesto por la legislación federal respectiva.

El **Artículo 84** corresponde a los usuarios no domésticos que efectúen descargas de aguas residuales a los sistemas de drenaje y alcantarillado, reintegrarlas en condiciones para su aprovechamiento y mantener el equilibrio ecológico de los ecosistemas o, en su caso, cubrir al prestador del servicio los costos por el servicio de tratamiento de agua.

Durante la elaboración del proyecto no se generará contaminación al no descargar las aguas de origen sanitario durante sus distintas etapas a las redes de alcantarillado cercanos a los polígonos del

proyecto. Así mismo, para evitar la contaminación de agua, se pondrán baños temporales donde el aprovisionamiento, retiro y manejo de los residuos generados serán realizadas por empresas que cuentan con autorizaciones sanitarias para estos efectos.

REGLAMENTO DE LA LEY DE AGUAS DE LA ENTIDAD FEDERATIVA DE VERACRUZ DE IGNACIO DE LA LLAVE

Reglamento publicado en la Gaceta Oficial del Estado de Veracruz, el 28 de octubre de 2002. Que tiene como objetivo reglamentar las Aguas de la Entidad Federativa de Veracruz de Ignacio de la Llave.

En el **Artículo 70** se establece que las personas físicas o morales que exploten utilicen o aprovechen aguas de jurisdicción estatal en cualquier uso o actividad, están obligadas, bajo su responsabilidad y en términos de ley, realizar las medidas necesarias para prevenir su contaminación y en su caso, para reintegrarlas en condiciones adecuadas, a fin de permitir su utilización posterior en otras actividades o usos y mantener el equilibrio de los ecosistemas.

Es importante mencionar que se elaborarán obras de canales a cielo abierto las cuales permitirán el paso del agua. Además de realizar medidas preventivas para la contaminación del agua.

III.6.3.4. Ley de Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial para la Entidad Federativa de Veracruz de Ignacio de la Llave.

La Ley de Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial para el Entidad Federativa de Veracruz De Ignacio De La Llave, publicada en la Gaceta Oficial el 28 de junio de 2004, y su última reforma publicada el 29 de noviembre de 2018. La ley tiene por objeto regular la prevención de la generación y la gestión integral de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial que no sean considerados como peligrosos por la legislación federal de la materia.

En el Artículo 25 se establece que, en la realización de sus actividades, los responsables de la identificación, acopio, almacenamiento y transporte de residuos sólidos urbanos y de manejo especial deberán observar medidas para prevenir, controlar y solucionar mediante la remediación de manera segura y ambientalmente adecuada cualquier anomalía.

Para el Artículo 31 se señala que la instalación y operación de las cadenas productivas que intervienen en la identificación, acopio, almacenamiento, transporte o cualquier otra actividad en preparación de los residuos para su reutilización, reciclado, remanufactura, tratamiento o disposición final, incluyendo grupos de personas de escasos recursos, microempresas familiares y pequeñas empresas que forman parte de las instalaciones para la recuperación de recursos, además de obtener autorizaciones en materia de impacto ambiental y uso del suelo.

Es importante mencionar que, los residuos generados durante la etapa de operación serán residuos sólidos domésticos (urbanos), por ello en el Capítulo VI se presenta como medida de prevención, el manejo adecuado de los residuos conforme a la jurisdicción ambiental vigente. Que incluye, entre otras cosas la separación y el almacenamiento adecuado de los residuos, mismos que se recogerán de los colectores ubicados por todo el desarrollo y serán transportados por la empresa autorizada para tal efecto, disponiendo de éstos en los sitios autorizados.

III.6.4. REGLAMENTOS MUNICIPALES

III.6.4.1. reglamento municipal de equilibrio ecológico y protección ambiental de Veracruz

El reglamento municipal de equilibrio ecológico y protección ambiental del municipio de Veracruz, perteneciente a la Entidad Federativa de Veracruz Ignacio de la Llave, fue publicada el 6 de junio de 2007 y tiene por objeto el cuidado, la preservación, la conservación y restauración del equilibrio ecológico, así como la protección, el mejoramiento del ambiente y la procuración del desarrollo sustentable.

En el **Artículo 17°** se señala que los residuos producto de las construcciones, remodelaciones, modificación parcial o total de edificaciones, los lugares que al efecto autorice la Dirección de Planeación y Licencias, así como el producto de la poda desrame y corte de elementos arbóreos deberán depositarse en los lugares que al efecto autorice la Dirección de Medio Ambiente. Queda expresamente prohibido arrojarlos a las playas, cuerpos de agua, predios vecinos, camellones y áreas verdes. Es por ello que se llevaran a cabo medidas de prevención con los residuos generados en área del proyecto.

En el caso del **Artículo 20°** se establece que, al formular la política de Gestión Ambiental, la Autoridad Municipal debe observar los siguientes lineamientos:

III. De acuerdo al Plan Municipal de Desarrollo, promoverá la participación y concertación de los diferentes sectores de la población en asumir la responsabilidad de la protección de los ecosistemas, elaborando y

IV. Ejecutando planes y programas tendientes a prevenir, preservar y restaurar el deterioro del ambiente y el equilibrio ecológico, a través de la implementación de un modelo de desarrollo sustentable.

Se realizarán los programas de reforestación, rescate y reubicación de flora y fauna, conservación y restauración de suelo y agua, con el fin de mitigar los impactos que se puedan generar con la realización del proyecto.

Para el **Artículo 40°** señala que se prohíbe descargar, sin su previo tratamiento, en las redes colectoras, ríos, cuencas, mares, vasos reguladores y demás depósitos o corrientes de agua o infiltrar en terrenos, aguas residuales que contengan contaminantes, desechos, materiales radiactivos o cualquier otra sustancia dañina a la salud humana, flora, fauna o a los bienes de este municipio, o que altere el paisaje. Todos los residuos generados en las actividades del proyecto contarán con almacenamiento, manejo y disposición final adecuada según su clasificación.

En el **Artículo 49°** queda prohibido descargar, depositar o infiltrar contaminantes en los suelos sin el cumplimiento de las normas que al efecto determine la Secretaría.

Se establece en el **Artículo 50°** que toda persona física o moral, pública o privada, que realice actividades que genere, almacene, recolecte, aproveche o disponga de residuos sólidos, deberá ajustarse a las disposiciones que fija el presente Reglamento.

Para el **Artículo 87** se señala que, en materia de contaminación atmosférica, el Ayuntamiento en el ámbito de su jurisdicción:

- I. Llevará a cabo las acciones de prevención y control de la contaminación del aire en bienes y zonas de jurisdicción Municipal.

Para el **Artículo 101°** se establece que, en la construcción de obras o instalaciones, o en la realización de actividades que generen ruido, vibraciones, energía térmica, energía lumínica y olores, deberán realizarse acciones preventivas y correctivas necesarias para evitar los efectos nocivos de tales contaminantes.

Todos los residuos generados con la construcción del proyecto contarán con almacenamiento, manejo y disposición final como se establezca en el presente reglamento y las normas.

El **Artículo 115°** establece que queda prohibido remover la cubierta vegetal de cualquier predio, excepto en las áreas a ocuparse por las construcciones aprobadas por las autoridades competentes, para lo cual la Dirección señalará los lineamientos de la remoción. En el caso del proyecto, únicamente se removerá la vegetación autorizada para cambio de uso de suelo respetando los lineamientos y la vegetación aledaña al proyecto.

III.6.4.2. REGLAMENTO PARA CONSTRUCCIONES PÚBLICAS Y PRIVADAS DEL MUNICIPIO LIBRE DE VERACRUZ

El reglamento se publicó en la Gaceta Oficial el 19 de agosto de 2015. El objeto de este Reglamento es promover y proteger los derechos y cultura del consumidor y procurar la equidad, certeza y seguridad jurídica en las relaciones entre comerciantes y clientes, así como la consecución de un uso ordenado de los espacios públicos en la medida que las actividades contempladas por este ordenamiento inciden en ello.

El Artículo 116 menciona que, en construcciones de edificaciones nuevas y en ampliaciones de edificaciones existentes, ya sean públicas o privadas se requiere:

- I. Optimización de los recursos naturales y aplicación sistemas de edificación que minimicen el impacto de los edificios sobre el medio ambiente y sus habitantes

El proyecto no contempla nuevas edificaciones, sin embargo, se tomarán todas las medidas que sean necesarias para la prevención y mitigación de impactos que se generen con la elaboración del proyecto.

III.6.4.3. REGLAMENTO DE PROTECCIÓN A LOS ANIMALES PARA EL MUNICIPIO DE VERACRUZ

El objeto del presente Reglamento es el establecimiento de normas para proteger a los animales.

En su Artículo 16 menciona que, corresponde a la Dirección de Medio Ambiente Municipal:

- V. Incentivar las actividades de prevención y protección a los animales llevadas a cabo por asociaciones u organizaciones legalmente constituidas y registradas, y para el desarrollo de programas de educación, investigación y difusión en materia del presente Reglamento.

En este sentido, se llevará a cabo el programa de rescate y reubicación de fauna que tiene como meta rescatar las especies de fauna encontradas dentro del área del proyecto durante las actividades de preparación del sitio y construcción, y reubicarlas en áreas similares a donde fueron extraídas. Además de que se realizaran capacitaciones a los trabajadores para la protección de la fauna.

Capítulo IV

CONTENIDO

| | |
|---|----|
| IV. DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN..... | 1 |
| IV.1. DELIMITACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) DONDE PRETENDE ESTABLECERSE EL PROYECTO..... | 1 |
| IV.1.1. MÉTODO DE DELIMITACIÓN..... | 2 |
| IV.1.2. ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO (AIP)..... | 5 |
| IV.1.2.1. DELIMITACIÓN DEL AIP..... | 5 |
| IV.1.2.2. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y BIÓTICAS..... | 7 |
| IV.1.3. ÁREA DEL PROYECTO (AP)..... | 8 |
| IV.2. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL..... | 8 |
| IV.2.1. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS RETROSPECTIVO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL SAR ... | 8 |
| IV.2.2. ASPECTOS ABIÓTICOS..... | 9 |
| IV.2.2.1.1 CLIMA..... | 9 |
| IV.2.2.1.1.1. TEMPERATURA PROMEDIO MENSUAL, ANUAL Y EXTREMA..... | 11 |
| IV.2.2.1.1.2. PRECIPITACIÓN PROMEDIO MENSUAL Y ANUAL..... | 12 |
| IV.2.2.1.1.3. PERIODO DE SEQUÍA..... | 15 |
| IV.2.2.1.1.4. FENÓMENOS HIDROMETEOROLÓGICOS..... | 16 |
| IV.2.2.1.1.5. CICLONES TROPICALES..... | 16 |
| IV.2.2.1.1.6. VIENTOS..... | 19 |
| IV.2.2.1.2 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA..... | 20 |
| IV.2.2.1.2.1. CARACTERÍSTICAS LITOLÓGICAS..... | 20 |
| IV.2.2.1.2.2. FALLAS Y FRACTURAS..... | 21 |
| IV.2.2.1.2.3. SISMICIDAD..... | 25 |
| IV.2.2.1.2.4. HUNDIMIENTOS Y DESLIZAMIENTOS..... | 27 |
| IV.2.2.1.2.5. INUNDACIONES..... | 29 |
| IV.2.2.1.3. TOPOGRAFÍA..... | 31 |
| IV.2.2.1.3.1. ELEVACIONES..... | 31 |
| IV.2.2.1.3.2. PENDIENTE DEL TERRENO..... | 31 |
| IV.2.2.1.3.3. EXPOSICIÓN..... | 34 |
| IV.2.2.1.3.4. TOPOFORMAS..... | 36 |

| | |
|--|-----|
| IV.2.1.3.5. PROVINCIA FISIOGRÁFICA..... | 38 |
| IV.2.1.4. EDAFOLOGÍA..... | 41 |
| IV.2.1.4.1. UNIDADES DE SUELO | 41 |
| IV.2.1.4.2. EROSIÓN HÍDRICA..... | 44 |
| IV.2.1.4.2.1. EROSIÓN HÍDRICA DEL SUELO POR TIPO DE COBERTURA VEGETAL PRESENTE EN EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL | 61 |
| IV.2.1.4.2.2. EROSIÓN HÍDRICA EN EL ÁREA DE REMOCIÓN | 63 |
| IV.2.1.4.3. EROSIÓN EÓLICA..... | 64 |
| IV.2.1.4.3.1. EROSIÓN EÓLICA EN EL ÁREA DE REMOCIÓN | 68 |
| IV.2.1.5. HIDROLOGÍA SUPERFICIAL | 69 |
| IV.2.1.5.1. DISPONIBILIDAD MEDIA ANUAL DE AGUA SUPERFICIAL EN LA REGIÓN HIDROLÓGICA 28 PAPALOAPAN | 69 |
| IV.2.1.5.2. RECURSOS HIDROLÓGICOS LOCALIZADOS EN EL SAR (RÍOS, EMBALSES Y CUERPOS DE AGUA)..... | 70 |
| IV.2.1.5.3. BALANCE HÍDRICO | 72 |
| IV.2.1.5.3.1. ESTIMACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN..... | 72 |
| IV.2.1.5.3.2. ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL..... | 73 |
| IV.2.1.5.3.3. EVAPOTRANSPIRACIÓN REAL (ETR) | 75 |
| IV.2.1.5.3.4. INFILTRACIÓN | 82 |
| IV.2.1.6 HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA..... | 83 |
| IV.2.1.6.1. DETERMINACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD MEDIA ANUAL DE AGUA | 84 |
| IV.2.1.6.1.1. ACUÍFERO COSTERA DE VERACRUZ (3,006)..... | 84 |
| IV.2.1.6.1.2. ACUÍFERO COTAXTLA (3,008) | 85 |
| IV.2.1.7. AIRE | 88 |
| IV.2.3. ASPECTOS BIÓTICOS | 88 |
| IV.2.3.1. VEGETACIÓN..... | 88 |
| IV.2.3.1.1. TIPOS DE VEGETACIÓN PRESENTES EN EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) | 88 |
| IV.2.3.1.2. TIPOS DE VEGETACIÓN PRESENTES EN ÁREA DEL PROYECTO | 91 |
| IV.2.3.1.3. ESTADO DE CONSERVACIÓN..... | 95 |
| IV.2.3.1.4. ESTIMACIÓN DE LOS VALORES DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA, PARÁMETROS BIÓTICOS E ÍNDICES DE DIVERSIDAD Y SIMILITUD DE ESPECIES | 97 |
| IV.2.3.1.4.1. DISEÑO DE MUESTREO | 97 |
| IV.2.3.1.4.2. VARIABLES EVALUADAS | 121 |
| IV.2.3.1.4.3. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN..... | 122 |
| IV.2.3.1.4.4. CÁLCULO Y ANÁLISIS DEL ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA EN EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y ÁREA DEL PROYECTO | 122 |
| IV.2.3.1.4.5. CÁLCULO Y ANÁLISIS DEL ÍNDICE DE SHANNON Y EQUIDAD DE ESPECIES | 147 |
| IV.2.3.1.4.6. RESUMEN DE LOS ÍNDICES DE DIVERSIDAD Y VALOR DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA (IVIE) DEL ÁREA DEL PROYECTO Y EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL. .. | 162 |
| IV.2.3.2. FAUNA | 166 |

| | |
|--|-----|
| IV.2.3.2.1. ESPECIES POTENCIALES POR LOCALIZARSE EN EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y ÁREA DEL PROYECTO | 166 |
| IV.2.3.2.1.1. RIQUEZA POTENCIAL DE FAUNA EN EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y ÁREA DEL PROYECTO | 166 |
| IV.2.3.2.2. FAUNA SILVESTRE DENTRO DE LA NOM-059-SEMARNAT-2010 | 188 |
| IV.2.3.2.3. COMPOSICIÓN DE LAS COMUNIDADES DE FAUNA PRESENTES EN EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y ÁREA DEL PROYECTO | 190 |
| IV.2.3.2.3.1. DISEÑO DE MUESTREO | 190 |
| IV.2.3.2.3.2. ESPECIES REGISTRADAS EN EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y ÁREA DEL PROYECTO..... | 231 |
| IV.2.3.2.4. ÍNDICES DE DIVERSIDAD Y EQUIDAD DE FAUNA..... | 234 |
| IV.2.3.2.4.1. METODOLOGÍA..... | 234 |
| IV.2.3.2.4.2. ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD DE FAUNA SILVESTRE EN EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL | 236 |
| IV.2.3.2.4.3. ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD DE FAUNA SILVESTRE EN EL ÁREA DEL PROYECTO..... | 253 |
| IV.2.3.2.4.4. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA FAUNA REGISTRADA EN EL ÁREA DEL PROYECTO RESPECTO AL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL, DETERMINANDO LA REPRESENTATIVIDAD DE LAS ESPECIES QUE DEMUESTREN, EN SU CASO QUE NO SE AFECTA LA BIODIVERSIDAD | 269 |
| IV.2.4. MEDIO SOCIOECONÓMICO..... | 272 |
| IV.2.4.1. POBLACIÓN..... | 272 |
| IV.2.4.2. EDUCACIÓN | 273 |
| IV.2.4.3. SALUD | 273 |
| IV.2.4.4. SERVICIOS PÚBLICOS Y SU INFRAESTRUCTURA | 273 |
| IV.2.4.5. ECONOMÍA | 274 |
| IV.2.4.6. CULTURA..... | 275 |
| IV.2.5. PAISAJE | 276 |
| IV.2.5.1. CALIDAD VISUAL DEL PAISAJE (CV) EN EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL..... | 277 |
| IV.2.5.2. CAPACIDAD DE ABSORCIÓN VISUAL (CAV) EN EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL | 281 |
| IV.2.5.3. GRADO DE VISIBILIDAD EN EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL | 284 |
| IV.3. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL | 288 |
| IV.3.1. INTEGRACIÓN E INTERPRETACIÓN DEL INVENTARIO AMBIENTAL..... | 288 |
| IV.3.1.1. EVALUACIÓN MULTICRITERIO O CLASIFICACIONES JERÁRQUICAS DE SAATY..... | 288 |
| IV.3.1.2. PONDERACIÓN DE LOS CRITERIOS..... | 289 |
| IV.3.1.3. CRITERIOS DE VALORACIÓN..... | 290 |
| IV.3.2. ANÁLISIS DE LA DINÁMICA DE CAMBIO USO/COBERTURA DEL SUELO Y VEGETACIÓN DE LA REGIÓN | 294 |
| IV.3.2.1. CAMBIO DE USO DE SUELO DE 1993 A 2014 EN EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL | 297 |
| IV.3.2.2. ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL CAMBIO DE USO DE SUELO EN EL SAR | 299 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| TABLA 1. USO ACTUAL DE SUELO Y VEGETACIÓN EN EL ÁREA DEL PROYECTO. | 8 |
| TABLA 2. TIPOS DE CLIMA EXISTENTES EN EL SAR. | 9 |
| TABLA 3. ESTACIONES METEOROLÓGICAS CERCANAS AL SAR. | 11 |
| TABLA 4. TEMPERATURA PROMEDIO MENSUAL Y ANUAL DE LA ESTACIÓN ANALIZADA. | 11 |
| TABLA 5. TEMPERATURAS MÍNIMAS Y MÁXIMAS DE LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA. | 12 |
| TABLA 6. PRECIPITACIÓN PROMEDIO MENSUAL Y ANUAL DE LA ESTACIÓN ANALIZADA. | 12 |
| TABLA 7. VARIABLES CLIMATOLÓGICAS, TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN PROMEDIO DE LA ESTACIÓN. | 15 |
| TABLA 8. FENÓMENOS HIDROMETEOROLÓGICOS EN LA ESTACIÓN. | 16 |
| TABLA 9. VELOCIDADES EN KM/HR ALCANZADAS POR LOS HURACANES. | 17 |
| TABLA 10. REGISTRO HISTÓRICO DE CICLONES TROPICALES QUE HAN PASADO SOBRE LA SUPERFICIE DEL SAR EN LOS ÚLTIMOS AÑOS. | 17 |
| TABLA 11. GRADO DE RIESGO POR CICLONES TROPICALES EN EL SAR. | 17 |
| TABLA 12. CLASE DE ROCAS EN EL SAR. | 20 |
| TABLA 13. ELEVACIONES PRESENTES EN EL SAR. | 31 |
| TABLA 14. PENDIENTES PRESENTES EN EL SAR. | 31 |
| TABLA 15. EXPOSICIONES PRESENTES EN EL SAR. | 34 |
| TABLA 16. TOPOFORMAS PRESENTES EN EL SAR. | 36 |
| TABLA 17. UNIDADES Y SUBUNIDADES DE SUELO PRESENTE EN EL SAR. | 41 |
| TABLA 18. CAPAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA IMPLEMENTAR LA EUPS. | 45 |
| TABLA 19. ECUACIONES DE EROSIVIDAD DE LA LLUVIA PARA LAS DIFERENTES REGIONES DE MÉXICO. | 45 |
| TABLA 20. VALORES DEL FACTOR DE EROSIVIDAD (K) EN FUNCIÓN DE LA UNIDAD DE SUELO Y SU TEXTURA SUPERFICIAL. | 50 |
| TABLA 21. VALORES DE C PARA ÁREAS FORESTALES (TRAGSA, 1998) | 56 |
| TABLA 22. VALORES DE C PARA PASTIZALES, MATORRAL Y ARBUSTOS (TRAGSA, 1998) | 56 |
| TABLA 23. VALORES DE C PARA ÁREAS AGRÍCOLAS (INIFAP, 2007). | 57 |
| TABLA 24. USOS DE SUELO Y TIPOS DE VEGETACIÓN PRESENTES EN EL SAR. | 58 |
| TABLA 25. NIVELES DE PÉRDIDA DE SUELO EN EL SAR. | 60 |
| TABLA 26. SUPERFICIE POR NIVEL DE EROSIÓN EN EL SAR. | 60 |
| TABLA 27. EROSIÓN HÍDRICA POR TIPO DE COBERTURA VEGETAL. | 61 |
| TABLA 28. EROSIÓN HÍDRICA EN CONDICIONES ACTUALES EN LA VEGETACIÓN SELVA BAJA CADUCIFOLIA (SBC). | 63 |
| TABLA 29. EROSIÓN HÍDRICA EN CONDICIONES ACTUALES EN LA VEGETACIÓN DE TULAR (VT). | 63 |
| TABLA 30. EROSIÓN HÍDRICA UNA VEZ REALIZADA LA REMOCIÓN EN LA VEGETACIÓN SBC EN EL AP. | 63 |
| TABLA 31. EROSIÓN HÍDRICA UNA VEZ REALIZADA LA REMOCIÓN EN LA VEGETACIÓN VT EN EL AP. | 63 |
| TABLA 32. EROSIÓN HÍDRICA UNA VEZ REALIZADA LA REMOCIÓN EN LA VEGETACIÓN VT EN EL AP. | 64 |
| TABLA 33. ÍNDICE DE AGRESIVIDAD DEL VIENTO. | 65 |

| | |
|--|----|
| TABLA 34. EROSIÓN EÓLICA POR TIPO DE VEGETACIÓN PRESENTE EN EL SAR. | 66 |
| TABLA 35. SUPERFICIE POR NIVEL DE EROSIÓN EN EL SAR. | 66 |
| TABLA 36. EROSIÓN EÓLICA EN CONDICIONES ACTUALES EN LA VEGETACIÓN SBC. | 68 |
| TABLA 37. EROSIÓN EÓLICA EN CONDICIONES ACTUALES EN LA VEGETACIÓN VT. | 68 |
| TABLA 38. EROSIÓN EÓLICA UNA VEZ REALIZADA LA REMOCIÓN EN LA VEGETACIÓN SBC EN EL AP. | 68 |
| TABLA 39. EROSIÓN EÓLICA UNA VEZ REALIZADA LA REMOCIÓN EN LA VEGETACIÓN VT EN EL AP. | 68 |
| TABLA 40. EROSIÓN EÓLICA UNA VEZ REALIZADA LA REMOCIÓN EN LA VEGETACIÓN VT EN EL AP. | 69 |
| TABLA 41. DISPONIBILIDAD MEDIA ANUAL DE LAS AGUAS SUPERFICIALES DE LAS CUENCAS HIDROLÓGICAS DE LA RH28. | 69 |
| TABLA 42. PRECIPITACIÓN PROMEDIO MENSUAL Y ANUAL DE LA ESTACIÓN ANALIZADA. | 72 |
| TABLA 43. PRECIPITACIÓN TOTAL Y POR TIPO DE VEGETACIÓN PRESENTE EN EL SAR. | 72 |
| TABLA 44. PRECIPITACIÓN TOTAL POR TIPO DE VEGETACIÓN PRESENTE EN EL ÁREA DEL PROYECTO. | 72 |
| TABLA 45. GRUPOS DE SUELOS DE ACUERDO CON SUS CARACTERÍSTICAS. | 74 |
| TABLA 46. ESCURRIMIENTO MEDIO POR TIPO DE VEGETACIÓN EN EL SAR. | 74 |
| TABLA 47. COEFICIENTES PARCIALES DE ESCURRIMIENTO EN EL AP. | 75 |
| TABLA 48. COEFICIENTES PARCIALES DE ESCURRIMIENTO EN EL AP CON LA REMOCIÓN DE LA VEGETACIÓN. | 75 |
| TABLA 49. VALORES DE ESCURRIMIENTO EN EL AP. | 75 |
| TABLA 50. VALORES DE KA (FACTOR DE CORRECCIÓN), DE ACUERDO CON LA LATITUD Y EL MES DEL AÑO. | 76 |
| TABLA 51. ÍNDICE DE CALOR MENSUAL PARA CADA UNO DE LOS MESES. | 77 |
| TABLA 52. EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL MENSUAL Y ANUAL PRESENTES EN EL SAR. | 77 |
| TABLA 53. COEFICIENTES GLOBALES DE DESARROLLO POR TIPO DE VEGETACIÓN. | 78 |
| TABLA 54. PORCENTAJE DE HORAS LUZ DE LOS MESES CON RESPECTO AL AÑO, DE ACUERDO CON LA LATITUD. | 79 |
| TABLA 55. CÁLCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN REAL POR TIPO DE VEGETACIÓN PRESENTE EN EL SAR. | 80 |
| TABLA 56. CÁLCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN REAL POR TIPO DE VEGETACIÓN. | 81 |
| TABLA 57. VALORES DE ETR EN EL AP EN CONDICIONES ACTUALES. | 81 |
| TABLA 58. VALORES DE ETR EN EL AP UNA VEZ REMOVIDA LA VEGETACIÓN. | 81 |
| TABLA 59. INFILTRACIÓN POR TIPO DE VEGETACIÓN PRESENTE EN EL SAR. | 82 |
| TABLA 60. INFILTRACIÓN EN EL AP. | 83 |
| TABLA 61. ACUÍFEROS PRESENTES EN EL SAR. | 83 |
| TABLA 62. DISPONIBILIDAD DE AGUAS SUBTERRÁNEAS. | 85 |
| TABLA 63. DISPONIBILIDAD DE AGUAS SUBTERRÁNEAS. | 86 |
| TABLA 64. SUPERFICIE DE LOS TIPOS DE VEGETACIÓN Y USOS DE SUELO EN EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL. | 88 |
| TABLA 65. USO DEL SUELO Y VEGETACIÓN DEL ÁREA DEL AP DE ACUERDO CON INEGI SERIE VI. | 91 |
| TABLA 66. DISTRIBUCIÓN DE LA VEGETACIÓN Y USO DEL SUELO EN EL ÁREA DEL PROYECTO, EN AZUL LOS TIPOS DE VEGETACIÓN QUE SE REQUIERE LA REMOCIÓN. | 91 |

| | |
|---|-----|
| TABLA 67. SITIOS DE MUESTREO EN EL SAR Y EN EL AP. | 97 |
| TABLA 68. INTENSIDAD DE MUESTREO POR TIPO DE VEGETACIÓN Y POR ESTRATO EN EL ÁREA DEL SAR CON RESPECTO A LA VEGETACIÓN TOTAL EN EL SAR..... | 99 |
| TABLA 69. RESULTADOS DEL MODELO DE AJUSTE DE CLENCH PARA LAS CURVAS DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES..... | 100 |
| TABLA 70. DATOS PARA LA ELABORACIÓN DE LA CURVA DE ACUMULACIÓN Y EL INDICADOR NO PARAMÉTRICO CHAO 2..... | 110 |
| TABLA 71. DATOS PARA LA ELABORACIÓN DE LA CURVA DE ACUMULACIÓN Y EL INDICADOR NO PARAMÉTRICO CHAO 2..... | 111 |
| TABLA 72. DATOS PARA LA ELABORACIÓN DE LA CURVA DE ACUMULACIÓN Y EL INDICADOR NO PARAMÉTRICO CHAO 2..... | 113 |
| TABLA 73. DATOS PARA LA ELABORACIÓN DE LA CURVA DE ACUMULACIÓN Y EL INDICADOR NO PARAMÉTRICO CHAO 2..... | 114 |
| TABLA 74. DATOS PARA LA ELABORACIÓN DE LA CURVA DE ACUMULACIÓN Y EL INDICADOR NO PARAMÉTRICO CHAO 2..... | 115 |
| TABLA 75. INDICADORES NO PARAMÉTRICOS DEL ESTRATO ARBÓREO. | 116 |
| TABLA 76. INDICADORES NO PARAMÉTRICOS DEL ESTRATO ARBUSTIVO. | 116 |
| TABLA 77. INDICADORES NO PARAMÉTRICOS DEL ESTRATO HERBÁCEO. | 116 |
| TABLA 78. INDICADORES NO PARAMÉTRICOS DEL ESTRATO ARBUSTIVO. | 117 |
| TABLA 79. INDICADORES NO PARAMÉTRICOS DEL ESTRATO HERBÁCEO. | 117 |
| TABLA 80. INTENSIDAD DE MUESTREO POR TIPO DE VEGETACIÓN. | 117 |
| TABLA 81. SIMILITUD DE ESPECIES DE FLORA ENTRE ÁREAS AISLADAS Y AP EN GENERAL..... | 119 |
| TABLA 82. LISTADO DE PARÁMETROS ECOLÓGICOS PARA LAS COMUNIDADES VEGETALES EN EL SAR Y AP..... | 122 |
| TABLA 83. LISTADO DE ESPECIES DE FLORA REGISTRADAS EN EL MUESTREO DEL SAR. | 123 |
| TABLA 84. VALORES DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA PARA LAS ESPECIES REGISTRADAS EN LA SBC, ESTRATO ARBÓREO. | 125 |
| TABLA 85. VALORES DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA PARA LAS ESPECIES REGISTRADAS EN EL ESTRATO ARBUSTIVO EN EL SAR. | 127 |
| TABLA 86. VALORES DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA PARA LAS ESPECIES REGISTRADAS EN LA VEGETACIÓN DEL SAR..... | 128 |
| TABLA 87. LISTADO DE ESPECIES DE FLORA REGISTRADAS EN EL MUESTREO EN EL TIPO DE VEGETACIÓN VT DEL SAR..... | 130 |
| TABLA 88. VALORES DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA PARA LAS ESPECIES REGISTRADAS EN LA VEGETACIÓN DE VT EN EL SAR. | 130 |
| TABLA 89. VALORES DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA PARA LAS ESPECIES REGISTRADAS EN LA VEGETACIÓN VT, ESTRATO HERBÁCEO..... | 131 |
| TABLA 90. NÚMERO DE INDIVIDUOS Y ABUNDANCIA RELATIVA DEL ESTRATO ARBÓREO EN EL TIPO DE VEGETACIÓN SELVA MEDIANA SUBCADUCIFOLIA EN EL SAR..... | 133 |
| TABLA 91. NÚMERO DE INDIVIDUOS Y ABUNDANCIA RELATIVA DEL ESTRATO ARBUSTIVO EN EL TIPO DE VEGETACIÓN SELVA MEDIANA SUBCADUCIFOLIA EN EL SAR..... | 134 |

| | |
|---|-----|
| TABLA 92. NÚMERO DE INDIVIDUOS Y ABUNDANCIA RELATIVA DEL ESTRATO HERBÁCEO EN EL TIPO DE VEGETACIÓN SELVA MEDIANA SUBCADUCIFOLIA EN EL SAR. | 135 |
| TABLA 93. NÚMERO DE INDIVIDUOS Y ABUNDANCIA RELATIVA DEL ESTRATO ARBÓREO EN EL TIPO DE VEGETACIÓN DE DUNAS COSTERAS (VU) EN EL SAR. | 136 |
| TABLA 94. NÚMERO DE INDIVIDUOS Y ABUNDANCIA RELATIVA DEL ESTRATO ARBUSTIVO EN EL TIPO DE VEGETACIÓN DE DUNAS COSTERAS (VU) EN EL SAR. | 136 |
| TABLA 95. NÚMERO DE INDIVIDUOS Y ABUNDANCIA RELATIVA DEL ESTRATO HERBÁCEO EN EL TIPO DE VEGETACIÓN DE DUNAS COSTERAS (VU) EN EL SAR. | 137 |
| TABLA 96. LISTADO DE ESPECIES DE FLORA REGISTRADAS EN EL MUESTREO DEL ÁREA DEL PROYECTO. | 138 |
| TABLA 97. VALORES DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA PARA LAS ESPECIES REGISTRADAS EN LA SBC, ESTRATO ARBÓREO DEL AP. | 139 |
| TABLA 98. VALORES DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA PARA LAS ESPECIES REGISTRADAS EN EL ESTRATO ARBUSTIVO EN EL ÁREA DEL PROYECTO. | 140 |
| TABLA 99. VALORES DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA PARA LAS ESPECIES REGISTRADAS EN LA VEGETACIÓN DEL ÁREA DE DEL PROYECTO. | 141 |
| TABLA 100. LISTADO DE ESPECIES DE FLORA REGISTRADAS EN EL MUESTREO EN EL TIPO DE VEGETACIÓN VT DEL ÁREA DEL PROYECTO. | 142 |
| TABLA 101. VALORES DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA PARA LAS ESPECIES REGISTRADAS EN LA VEGETACIÓN DE VT EN EL AP. | 143 |
| TABLA 102. VALORES DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA PARA LAS ESPECIES REGISTRADAS EN LA VEGETACIÓN DE VT, ESTRATO HERBÁCEO. | 144 |
| TABLA 103. NÚMERO DE INDIVIDUOS Y ABUNDANCIA RELATIVA DEL ESTRATO HERBÁCEO EN EL TIPO DE VEGETACIÓN PC EN EL AP. | 145 |
| TABLA 104. DESCRIPCIÓN DEL HABITAT DE LAS ESPECIES DOMINANTES ENCONTRADAS EN LOS SITIOS DE MUESTREO. | 146 |
| TABLA 105. VALORES DE DIVERSIDAD DE ESPECIES QUE CONFORMAN EL ESTRATO ARBÓREO DEL SAR. | 151 |
| TABLA 106. VALORES DE DIVERSIDAD Y EQUITATIVIDAD DE ESPECIES EN EL SAR. | 152 |
| TABLA 107. VALORES DE DIVERSIDAD DE ESPECIES QUE CONFORMAN EL ESTRATO ARBUSTIVO DEL TIPO DE VEGETACIÓN SBC DEL SAR. | 152 |
| TABLA 108. VALORES DE DIVERSIDAD Y EQUITATIVIDAD DE ESPECIES EN EL ÁREA DEL PROYECTO. | 153 |
| TABLA 109. VALORES DE DIVERSIDAD DE ESPECIES QUE CONFORMAN EL ESTRATO HERBÁCEO DEL TIPO DE VEGETACIÓN DE SBC. | 153 |
| TABLA 110. VALORES DE DIVERSIDAD Y EQUITATIVIDAD DE ESPECIES DE LA VEGETACIÓN SBC DEL SAR DEL ESTRATO HERBÁCEO. | 154 |
| TABLA 111. VALORES DE DIVERSIDAD DE ESPECIES QUE CONFORMAN EL ESTRATO ARBUSTIVO DEL TIPO DE VEGETACIÓN DE TULAR DEL SAR. | 154 |
| TABLA 112. VALORES DE DIVERSIDAD Y EQUITATIVIDAD DE ESPECIES EN EL SAR. | 154 |
| TABLA 113. VALORES DE DIVERSIDAD DE ESPECIES QUE CONFORMAN EL ESTRATO HERBÁCEO DEL TIPO DE VEGETACIÓN DE TULAR. | 155 |

| | |
|--|-----|
| TABLA 114. VALORES DE DIVERSIDAD Y EQUITATIVIDAD DE ESPECIES DE LA VEGETACIÓN DE TULAR EN EL SAR ESTRATO HERBÁCEO..... | 155 |
| TABLA 115. VALORES DE DIVERSIDAD DE ESPECIES QUE CONFORMAN EL ESTRATO ARBÓREO DEL ÁREA DEL AP..... | 158 |
| TABLA 116. VALORES DE DIVERSIDAD Y EQUITATIVIDAD DE ESPECIES EN EL ÁREA DEL PROYECTO..... | 158 |
| TABLA 117. VALORES DE DIVERSIDAD DE ESPECIES QUE CONFORMAN EL ESTRATO ARBUSTIVO DEL TIPO DE VEGETACIÓN SBC DEL ÁREA DEL PROYECTO..... | 159 |
| TABLA 118. VALORES DE DIVERSIDAD Y EQUITATIVIDAD DE ESPECIES EN EL ÁREA DEL PROYECTO..... | 159 |
| TABLA 119. VALORES DE DIVERSIDAD DE ESPECIES QUE CONFORMAN EL ESTRATO HERBÁCEO DEL TIPO DE VEGETACIÓN DE SBC..... | 160 |
| TABLA 120. VALORES DE DIVERSIDAD Y EQUITATIVIDAD DE ESPECIES DE LA VEGETACIÓN SBC DEL ÁREA DEL PROYECTO DEL ESTRATO HERBÁCEO..... | 160 |
| TABLA 121. VALORES DE DIVERSIDAD DE ESPECIES QUE CONFORMAN EL ESTRATO ARBUSTIVO DEL TIPO DE VEGETACIÓN DE TULAR DEL ÁREA DEL PROYECTO..... | 160 |
| TABLA 122. VALORES DE DIVERSIDAD Y EQUITATIVIDAD DE ESPECIES EN EL ÁREA DEL PROYECTO..... | 160 |
| TABLA 123. VALORES DE DIVERSIDAD DE ESPECIES QUE CONFORMAN EL ESTRATO HERBÁCEO DEL TIPO DE VEGETACIÓN DE TULAR..... | 161 |
| TABLA 124. VALORES DE DIVERSIDAD Y EQUITATIVIDAD DE ESPECIES DE LA VEGETACIÓN DE TULAR DEL ÁREA DEL PROYECTO DEL ESTRATO HERBÁCEO..... | 161 |
| TABLA 125. LISTADO DE COMPARACIÓN DE ESPECIES DEL ESTRATO ARBÓREO DE LA VEGETACIÓN SBC E IVIE %..... | 162 |
| TABLA 126. LISTADO DE COMPARACIÓN DE ESPECIES DEL ESTRATO ARBUSTIVO DE LA VEGETACIÓN SBC E IVIE %..... | 162 |
| TABLA 127. LISTADO DE COMPARACIÓN DE ESPECIES DEL ESTRATO HERBÁCEO DE LA VEGETACIÓN SBC..... | 163 |
| TABLA 128. LISTADO DE COMPARACIÓN DE ESPECIES E IVIE % DEL ESTRATO ARBUSTIVO DE TULAR..... | 163 |
| TABLA 129. LISTADO DE COMPARACIÓN DE ESPECIES E IVIE % DEL ESTRATO HERBÁCEO DE LA VEGETACIÓN DE TULAR..... | 164 |
| TABLA 130. COMPARATIVA DE LOS ÍNDICES DE BIODIVERSIDAD EN LAS UNIDADES DE ESTUDIO.. | 164 |
| TABLA 131. COMPARATIVA DE LOS ÍNDICES DE BIODIVERSIDAD EN LAS UNIDADES DE ESTUDIO.. | 165 |
| TABLA 132. REPRESENTATIVIDAD DE LOS PRINCIPALES EJEMPLARES TERRESTRES, CUYA DISTRIBUCIÓN POTENCIAL CORRESPONDE AL AP Y SAR..... | 166 |
| TABLA 133. LISTA DE LA ORNITOFUNA QUE POTENCIALMENTE OCURRE EN LAS ÁREAS DE ESTUDIO; SAR Y AP..... | 167 |
| TABLA 134. CLAVE USADA PARA MENCIONAR EL ESTADO DE DISTRIBUCIÓN DE LAS AVES POTENCIALES..... | 179 |
| TABLA 135. LISTA DE MAMÍFEROS QUE POTENCIALMENTE OCURRE EN LAS ÁREAS DE ESTUDIO; SAR Y AP..... | 180 |

| | |
|---|-----|
| TABLA 136. CLAVE USADA PARA MENCIONAR EL ESTADO DE DISTRIBUCIÓN DE LOS MAMIFEROS POTENCIALES..... | 183 |
| TABLA 137. LISTA DE HERPETOFAUNA QUE POTENCIALMENTE OCURRE EN LAS ÁREAS DE ESTUDIO; SAR Y AP..... | 184 |
| TABLA 138. CLAVE USADA PARA MENCIONAR EL ESTADO DE DISTRIBUCIÓN DE LOS MAMIFEROS POTENCIALES..... | 188 |
| TABLA 139. ESPECIES DE FAUNA DEL SAR IDENTIFICADAS EN ALGUNA CATEGORÍA DE RIESGO DE ACUERDA A LA NOM-059-SEMARNAT-2010. EN AZUL SE PRESENTAN LAS ESPECIES QUE COINCIDEN CON LAS REGISTRADAS EN EL AP..... | 188 |
| TABLA 140. ESPECIES DEL GRUPO FAUNÍSTICO AVES-ORNITOFAUNA. | 189 |
| TABLA 141. ESPECIES DEL GRUPO FAUNÍSTICO ANFIBIOS Y REPTILES-HERPETOFAUNA. | 189 |
| TABLA 142. NÚMERO DE TRANSECTOS Y COORDENADAS DEL PUNTO DE INICIO Y FINAL..... | 192 |
| TABLA 143. DATOS PARA LA ELABORACIÓN DE LA CURVA DE ACUMULACIÓN Y EL INDICADOR NO PARAMÉTRICO CHAO 2..... | 213 |
| TABLA 144. DATOS PARA LA ELABORACIÓN DE LA CURVA DE ACUMULACIÓN Y EL INDICADOR NO PARAMÉTRICO CHAO 2..... | 214 |
| TABLA 145. DATOS PARA LA ELABORACIÓN DE LA CURVA DE ACUMULACIÓN Y EL INDICADOR NO PARAMÉTRICO CHAO 2..... | 215 |
| TABLA 146. DATOS PARA LA ELABORACIÓN DE LA CURVA DE ACUMULACIÓN Y EL INDICADOR NO PARAMÉTRICO CHAO 2..... | 216 |
| TABLA 147. DATOS PARA LA ELABORACIÓN DE LA CURVA DE ACUMULACIÓN Y EL INDICADOR NO PARAMÉTRICO CHAO 2..... | 217 |
| TABLA 148. DATOS PARA LA ELABORACIÓN DE LA CURVA DE ACUMULACIÓN Y EL INDICADOR NO PARAMÉTRICO CHAO 2..... | 218 |
| TABLA 149. DATOS PARA LA ELABORACIÓN DE LA CURVA DE ACUMULACIÓN Y EL INDICADOR NO PARAMÉTRICO CHAO 2..... | 219 |
| TABLA 150. DATOS PARA LA ELABORACIÓN DE LA CURVA DE ACUMULACIÓN Y EL INDICADOR NO PARAMÉTRICO CHAO 2..... | 220 |
| TABLA 151. DATOS PARA LA ELABORACIÓN DE LA CURVA DE ACUMULACIÓN Y EL INDICADOR NO PARAMÉTRICO CHAO 2..... | 221 |
| TABLA 152. INDICADORES NO PARAMÉTRICOS DEL GRUPO DE ORNITOFAUNA. | 222 |
| TABLA 153. INDICADORES NO PARAMÉTRICOS DEL GRUPO MASTOFAUNA. | 222 |
| TABLA 154. INDICADORES NO PARAMÉTRICOS DEL GRUPO DE HERPETOFAUNA. | 222 |
| TABLA 155. INDICADORES NO PARAMÉTRICOS DEL GRUPO DE ORNITOFAUNA. | 222 |
| TABLA 156. INDICADORES NO PARAMÉTRICOS DEL GRUPO MASTOFAUNA. | 223 |
| TABLA 157. INDICADORES NO PARAMÉTRICOS DEL GRUPO DE HERPETOFAUNA..... | 223 |
| TABLA 158. INDICADORES NO PARAMÉTRICOS DEL GRUPO DE ORNITOFAUNA. | 224 |
| TABLA 159. INDICADORES NO PARAMÉTRICOS DEL GRUPO MASTOFAUNA. | 224 |
| TABLA 160. INDICADORES NO PARAMÉTRICOS DEL GRUPO DE HERPETOFAUNA..... | 224 |
| TABLA 161. NÚMERO DE TRANSECTOS Y COORDENADAS DEL PUNTO DE COMIENZO Y FINAL DE DONDE SE REALIZÓ EL MUESTREO DE FAUNA SILVESTRE DENTRO DEL AP (ANEXO "11.26"). UTM WGS84 ZONA 14 N | 225 |

| | |
|---|-----|
| TABLA 162. MATERIALES Y MÉTODOS UTILIZADOS DURANTE EL MUESTREO DE FAUNA PARA CADA GRUPO FAUNÍSTICO. | 226 |
| TABLA 163. HORARIOS DE MAYOR ACTIVIDAD DE LOS DIFERENTES GRUPOS FAUNÍSTICOS. | 227 |
| TABLA 164. TABLA COMPARATIVA DE ESPECIES DE FAUNA. | 232 |
| TABLA 165. COMPARATIVA DE LOS ÍNDICES DE DIVERSIDAD DE FAUNA REGISTRADOS EN LA VEGETACIÓN DE SBC. | 233 |
| TABLA 166. COMPARATIVA DE LOS ÍNDICES DE DIVERSIDAD DE FAUNA REGISTRADOS EN EL USO DE SUELO DE PC. | 233 |
| TABLA 167. COMPARATIVA DE LOS ÍNDICES DE DIVERSIDAD DE FAUNA REGISTRADOS EN LA VEGETACIÓN DE VT. | 234 |
| TABLA 168. REGISTROS DE ORNITOFAUNA PARA SBC. | 236 |
| TABLA 169. DATOS DEL CÁLCULO PARA EL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE ORNITOFAUNA PARA LA SBC. | 238 |
| TABLA 170. ÍNDICES DE DIVERSIDAD DE ORNITOFAUNA PARA LA SBC. | 239 |
| TABLA 171. REGISTROS DE MASTOFAUNA PARA LA SBC. | 239 |
| TABLA 172. DATOS PARA EL CÁLCULO DE ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE MASTOFAUNA PARA LA SBC. | 240 |
| TABLA 173. ÍNDICES DE DIVERSIDAD DE MASTOFAUNA EN LA SBC. | 240 |
| TABLA 174. REGISTROS DE HERPETOFAUNA PARA LA SBC. | 241 |
| TABLA 175. ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE HERPETOFAUNA PARA SBC. | 242 |
| TABLA 176. ÍNDICES DE DIVERSIDAD DE HERPETOFAUNA EN LA SBC. | 242 |
| TABLA 177. REGISTROS DE ORNITOFAUNA PARA PI. | 243 |
| TABLA 178. DATOS PARA EL CÁLCULO DE ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE ORNITOFAUNA PARA PI. | 244 |
| TABLA 179. ÍNDICES DE DIVERSIDAD DE ORNITOFAUNA EN EL USO DE SUELO DE PI. | 245 |
| TABLA 180. REGISTROS DE MASTOFAUNA PARA EL USO DE SUELO DE PC EN EL ÁREA DEL SAR. ... | 245 |
| TABLA 181. CÁLCULO DE ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE MASTOFAUNA PARA PI. | 246 |
| TABLA 182. ÍNDICES DE DIVERSIDAD DE MASTOFAUNA EN PC. | 246 |
| TABLA 183. REGISTROS DE HERPETOFAUNA PARA EL USO DE SUELO DE PC. | 247 |
| TABLA 184. DATOS PARA EL CÁLCULO DE ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE HERPETOFAUNA PARA EL USO DE SUELO DE PC. | 248 |
| TABLA 185. ÍNDICES DE DIVERSIDAD DE HERPETOFAUNA EN PC. | 248 |
| TABLA 186. REGISTROS DE ORNITOFAUNA PARA LA VT. | 249 |
| TABLA 187. DATOS PARA EL CÁLCULO DE ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE ORNITOFAUNA PARA VT. | 250 |
| TABLA 188. ÍNDICES DE DIVERSIDAD DE ORNITOFAUNA EN LA VEGETACIÓN DE VT. | 250 |
| TABLA 189. REGISTROS DE MASTOFAUNA PARA LA VT EN EL SAR. | 250 |
| TABLA 190. CÁLCULO DE ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE MASTOFAUNA PARA VT. | 251 |
| TABLA 191. ÍNDICES DE DIVERSIDAD DE MASTOFAUNA EN LA VT. | 251 |
| TABLA 192. REGISTROS DE HERPETOFAUNA PARA LA VEGETACIÓN PI. | 252 |
| TABLA 193. DATOS PARA EL CÁLCULO DE ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE HERPETOFAUNA PARA LA VT. | 253 |
| TABLA 194. ÍNDICES DE DIVERSIDAD DE HERPETOFAUNA EN VT. | 253 |
| TABLA 195. REGISTROS DE ORNITOFAUNA PARA SBC. | 254 |

| | |
|---|-----|
| TABLA 196. DATOS PARA EL CÁLCULO DE ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE ORNITOFAUNA PARA SBC. ... | 255 |
| TABLA 197. ÍNDICES DE DIVERSIDAD DE ORNITOFAUNA EN LA VEGETACIÓN DE SBC. | 256 |
| TABLA 198. REGISTROS DE MASTOFAUNA PARA LA VEGETACION SBC EN EL ÁREA DEL PROYECTO. | 256 |
| TABLA 199. CÁLCULO DE ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE MASTOFAUNA PARA SBC. | 257 |
| TABLA 200. ÍNDICES DE DIVERSIDAD DE MASTOFAUNA EN LA SBC. | 257 |
| TABLA 201. REGISTROS DE HERPETOFAUNA PARA LA SBC. | 258 |
| TABLA 202. DATOS PARA EL CÁLCULO DE ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE HERPETOFAUNA PARA LA SBC. | 259 |
| TABLA 203. ÍNDICES DE DIVERSIDAD DE HERPETOFAUNA EN LA SBC. | 259 |
| TABLA 204. REGISTROS DE ORNITOFAUNA PARA PI. | 260 |
| TABLA 205. DATOS PARA EL CÁLCULO DE ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE ORNITOFAUNA PARA PI. | 261 |
| TABLA 206. ÍNDICES DE DIVERSIDAD DE ORNITOFAUNA EL USO DE SUELO DE PC. | 261 |
| TABLA 207. REGISTROS DE MASTOFAUNA PARA LA VEGETACION PI EN EL ÁREA DEL PROYECTO.. | 261 |
| TABLA 208. CÁLCULO DE ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE MASTOFAUNA PARA PI. | 262 |
| TABLA 209. ÍNDICES DE DIVERSIDAD DE MASTOFAUNA EN PC. | 262 |
| TABLA 210. REGISTROS DE HERPETOFAUNA PARA EL USO DE SUELO DE PC. | 263 |
| TABLA 211. DATOS PARA EL CÁLCULO DE ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE HERPETOFAUNA PARA EL USO DE SUELO DE PC. | 264 |
| TABLA 212. ÍNDICES DE DIVERSIDAD DE HERPETOFAUNA EN PC. | 264 |
| TABLA 213. REGISTROS DE ORNITOFAUNA PARA LA VT. | 264 |
| TABLA 214. DATOS PARA EL CÁLCULO DE ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE ORNITOFAUNA PARA VT. | 265 |
| TABLA 215. ÍNDICES DE DIVERSIDAD DE ORNITOFAUNA EN LA VEGETACIÓN DE VT. | 265 |
| TABLA 216. REGISTROS DE MASTOFAUNA PARA LA VT EN EL ÁREA DEL PROYECTO. | 266 |
| TABLA 217. CÁLCULO DE ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE MASTOFAUNA PARA VT. | 266 |
| TABLA 218. ÍNDICES DE DIVERSIDAD DE MASTOFAUNA EN LA VT. | 267 |
| TABLA 219. REGISTROS DE HERPETOFAUNA PARA LA VEGETACIÓN DE VT. | 267 |
| TABLA 220. DATOS PARA EL CÁLCULO DE ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE HERPETOFAUNA PARA LA VT. | 268 |
| TABLA 221. ÍNDICES DE DIVERSIDAD DE HERPETOFAUNA EN VT. | 268 |
| TABLA 222. COMPARATIVA DE ESPECIES DE FAUNA DENTRO DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y ÁREA DEL PROYECTO. | 269 |
| TABLA 223. COMPARATIVA DE LOS ÍNDICES DE DIVERSIDAD DE FAUNA REGISTRADOS EN LA SBC. | 270 |
| TABLA 224. COMPARATIVA DE LOS ÍNDICES DE DIVERSIDAD DE FAUNA REGISTRADOS EN EL USO DE SUELO DE PC. | 271 |
| TABLA 225. COMPARATIVA DE LOS ÍNDICES DE DIVERSIDAD DE FAUNA REGISTRADOS EN LA VEGETACIÓN DE VT. | 271 |
| TABLA 226. UNIDADES PAISAJÍSTICAS EN EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL. | 276 |
| TABLA 227. CRITERIOS UTILIZADOS PARA LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD VISUAL. | 278 |
| TABLA 228. CLASIFICACIÓN DE CALIDAD VISUAL DEL PAISAJE. | 279 |
| TABLA 229. CLASES DE LA CALIDAD VISUAL DENTRO DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL. | 279 |

| | |
|--|-----|
| TABLA 230. FACTORES CONSIDERADOS EN LA ESTIMACIÓN DE LA CAPACIDAD DE ABSORCIÓN VISUAL DEL PAISAJE. | 281 |
| TABLA 231. CLASES DE CAPACIDAD DE ABSORCIÓN VISUAL. | 282 |
| TABLA 232. CLASES DE CAPACIDAD DE ABSORCIÓN VISUAL EN EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL. | 282 |
| TABLA 233. GRADO DE VISIBILIDAD EN EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL. | 284 |
| TABLA 234. CLASES DE CALIDAD VISUAL VULNERABLE..... | 286 |
| TABLA 235. DISTRIBUCIÓN DE LA CALIDAD VISUAL VULNERABLE PRESENTE EN EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL. | 286 |
| TABLA 236. CRITERIOS DE VALORACIÓN EN LA COMPARACIÓN POR PARES DE LOS FACTORES. | 290 |
| TABLA 237. MATRIZ DE COMPARACIÓN POR PARES. | 291 |
| TABLA 238. PONDERACIONES OBTENIDAS CON LA TÉCNICA DE COMPARACIÓN POR PARES..... | 291 |
| TABLA 239. CLASES DE LA CALIDAD AMBIENTAL PRESENTE EN EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL. | 291 |
| TABLA 240. GRANDES GRUPOS DE USO DE SUELO Y VEGETACIÓN. | 295 |
| TABLA 241. TIPIFICACIÓN DE LOS CAMBIOS DE USO DEL SUELO Y VEGETACIÓN..... | 296 |
| TABLA 242. DINÁMICA DE CAMBIO USO/COBERTURA DEL SUELO Y VEGETACIÓN DEL SA SERIE II Y SERIE VI (INEGI)..... | 298 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| FIGURA 1. ACUMULACIÓN DE FLUJO..... | 3 |
| FIGURA 2. DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL..... | 4 |
| FIGURA 3. UBICACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO (AIP). | 6 |
| FIGURA 4. MAPA DE TIPOS DE CLIMAS PRESENTES EN EL SAR. | 10 |
| FIGURA 5. MAPA DE UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES METEOROLÓGICAS EN EL SAR. | 14 |
| FIGURA 6. GRADO DE RIESGO POR CICLONES TROPICALES EN EL SAR. | 18 |
| FIGURA 7. REGIONALIZACIÓN EÓLICA DE LA REPÚBLICA MEXICANA (ISOTACAS CON PERIODO DE RETORNO DE 10 AÑOS). | 19 |
| FIGURA 8. MAPA DE GEOLOGÍA PRESENTE EN EL SAR. | 23 |
| FIGURA 9. FALLAS Y FRACTURAS GEOLÓGICAS EN EL SAR..... | 24 |
| FIGURA 10. REGIONALIZACIÓN SÍSMICA NACIONAL (CFE) Y UBICACIÓN DEL SAR..... | 26 |
| FIGURA 11. HUNDIMIENTOS Y DESLIZAMIENTOS EN EL SAR. | 28 |
| FIGURA 12. INUNDACIONES EN EL SAR. | 30 |
| FIGURA 13. MAPA DE ELEVACIONES DEL TERRENO DENTRO DEL SAR. | 32 |
| FIGURA 14. MAPA DE PENDIENTES DEL TERRENO DENTRO DEL SAR. | 33 |
| FIGURA 15. MAPA DE EXPOSICIONES DEL TERRENO DENTRO DEL SAR..... | 35 |
| FIGURA 16. MAPA DE SISTEMA DE TOPOFORMAS PRESENTES EN EL SAR. | 37 |
| FIGURA 17. MAPA DE FISIOGRAFÍA PRESENTES EN EL SAR..... | 40 |
| FIGURA 18. TIPOS DE SUELO PRESENTES EN EL SAR..... | 43 |
| FIGURA 19. REGIONES DE MÉXICO DONDE APLICAN LAS ECUACIONES DE EROSIVIDAD. | 46 |
| FIGURA 20. DISTRIBUCIÓN DE LOS VALORES DEL FACTOR R. | 47 |

| | |
|---|-----|
| FIGURA 21. DISTRIBUCIÓN DE LOS VALORES DEL FACTOR K EN EL SAR | 51 |
| FIGURA 22. DISTRIBUCIÓN DEL VALOR DE LOS FACTORES LS EN EL SAR..... | 54 |
| FIGURA 23. DISTRIBUCIÓN DE LOS VALORES DEL FACTOR C EN EL SAR. | 59 |
| FIGURA 24. NIVEL DE EROSIÓN HÍDRICA EN EL SAR. | 62 |
| FIGURA 25. EROSIÓN EÓLICA EN EL SAR..... | 67 |
| FIGURA 26. MAPA DE HIDROLOGÍA SUPERFICIAL PRESENTE EN EL SAR..... | 71 |
| FIGURA 27. MAPA DE ACUÍFEROS SUBTERRÁNEOS PRESENTES EN EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL. | 87 |
| FIGURA 28. TIPOS DE USO DE SUELO Y VEGETACIÓN PRESENTES EN EL SAR, AIP Y AP..... | 90 |
| FIGURA 29. VEGETACIÓN DE SBC EN EL ÁREA DEL PROYECTO. | 91 |
| FIGURA 30. VEGETACIÓN DE VT EN EL AP. | 92 |
| FIGURA 31. USO DE SUELO DE PC EN EL AP..... | 92 |
| FIGURA 32. DISTRIBUCIÓN DE LOS TIPOS DE VEGETACIÓN EN EL ÁREA DEL PROYECTO. | 93 |
| FIGURA 33. EJEMPLO DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL SAR. | 96 |
| FIGURA 34. EJEMPLO DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL SAR. | 96 |
| FIGURA 35. FORMA Y TAMAÑO DE LOS SITIOS LEVANTADOS. | 98 |
| FIGURA 36. DISTRIBUCIÓN LAS ÁREAS AISLADAS DE SBC EN EL ÁREA DEL PROYECTO..... | 118 |
| FIGURA 38. MAPA DE SITIOS DE MUESTREO DE VEGETACIÓN EN EL AP. | 120 |
| FIGURA 39. A) TOMA DE COORDENADA CENTRAL B) DELIMITACIÓN DEL SITIO DE MUESTREO C) TOMA DE DATOS DE INTERÉS Y D) TOMA DE DIÁMETRO BASAL. | 121 |
| FIGURA 40. DIAGRAMA DE UN TRANSECTO EN FRANJA. EL LARGO (L = 100 M) Y ANCHO (2W = 10 M) SON ESTABLECIDOS DESDE EL INICIO DEL MUESTREO. LOS O REPRESENTAN LOS ANIMALES QUE NO SE DEBEN CONTAR; MIENTRAS QUE LOS * SON LOS ANIMALES QUE SE DEBEN CONTAR. | 191 |
| FIGURA 41. UBICACIÓN DE LOS TRANSECTOS DE MUESTREO DE FAUNA EN EL SAR. | 226 |
| FIGURA 42. OBSERVACIÓN DIRECTA DE AVES. | 228 |
| FIGURA 43. EJEMPLO DE AVES OBSERVADAS EN CAMPO A Y C) JACANA SPINOSA, B) CROTOPHAGA SULCIROSTRIS, D) CORAGYPS ATRATUS..... | 228 |
| FIGURA 44. COLOCACIÓN DE TRAMPAS SHERMAN..... | 229 |
| FIGURA 45. COLOCACIÓN DE TRAMPAS TOMAHAWK..... | 229 |
| FIGURA 46. COLOCACIÓN DE CÁMARAS TRAMPA | 230 |
| FIGURA 47. CAPTURA FOTOGRÁFICA DE LAS ESPECIES A) CROTALUS SIMUS, B) BASILISCUS VITTATUS, C) RHINELLA HORRIBILIS D) ASPIDOSCELIS GUTTATUS. | 231 |
| FIGURA 48. CALIDAD VISUAL DEL PAISAJE PRESENTE EN EL SA, AIP Y AP | 280 |
| FIGURA 49. CAPACIDAD DE ABSORCIÓN VISUAL EN EL SA, AIP Y AP | 283 |
| FIGURA 50. GRADO DE VISIBILIDAD DEL PAISAJE DEL SA, AIP Y AP..... | 285 |
| FIGURA 51. CALIDAD VISUAL VULNERABLE DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL EN EL SAR, AIP Y AP. | 287 |
| FIGURA 52. MAPA DE CALIDAD AMBIENTAL EN EL SA, AIP Y AP..... | 292 |
| FIGURA 53. MAPA DE AP DE 1993 A 2016 EN EL SA, AIP Y AP. | 300 |

INDICE DE GRAFICAS

| | |
|--|-----|
| GRÁFICA 1. TEMPERATURA MEDIA MENSUAL DE LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA. | 12 |
| GRÁFICA 2. PRECIPITACIÓN NORMAL PROMEDIO DE LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA. | 13 |
| GRÁFICA 3. DIAGRAMA OMBROTÉRMICO. | 15 |
| GRÁFICA 4. CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES PARA EL ESTRATO ARBÓREO DE LA VEGETACIÓN SBC; CÍRCULOS AZULES: RESULTADOS DE LA CURVA MODELO DESARROLLADO CON ESTIMATE SWIN 9.10, LÍNEA CONTINUA ROJA: AJUSTE A LA CURVA CON EL MODELO DE AJUSTE DE CLENCH. | 101 |
| GRÁFICA 5. CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES PARA EL ESTRATO ARBUSTIVO DE LA VEGETACIÓN SBC; CÍRCULOS AZULES: RESULTADOS DE LA CURVA MODELO DESARROLLADO CON ESTIMATE SWIN 9.10, LÍNEA CONTINUA ROJA: AJUSTE A LA CURVA CON EL MODELO DE AJUSTE DE CLENCH. | 103 |
| GRÁFICA 6. CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES PARA EL ESTRATO HERBÁCEO DE LA VEGETACIÓN SBC; CÍRCULOS AZULES: RESULTADOS DE LA CURVA MODELO DESARROLLADO CON ESTIMATE SWIN 9.10, LÍNEA CONTINUA ROJA: AJUSTE A LA CURVA CON EL MODELO DE AJUSTE DE CLENCH. | 104 |
| GRÁFICA 7. CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES PARA TULAR DEL ESTRATO ARBUSTIVO; CÍRCULOS AZULES: RESULTADOS DE LA CURVA MODELO DESARROLLADO CON ESTIMATE SWIN 9.10, LÍNEA CONTINUA ROJA: AJUSTE A LA CURVA CON EL MODELO DE AJUSTE DE CLENCH. | 106 |
| GRÁFICA 8. CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES PARA LA PH DEL ESTRATO HERBÁCEO; CÍRCULOS AZULES: RESULTADOS DE LA CURVA MODELO DESARROLLADO CON ESTIMATE SWIN 9.10, LÍNEA CONTINUA ROJA: AJUSTE A LA CURVA CON EL MODELO DE AJUSTE DE CLENCH. | 107 |
| GRÁFICA 9. CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES PARA LA VEGETACIÓN SBC DEL ESTRATO ARBÓREO; CÍRCULOS AZULES: RESULTADOS DE LA CURVA MODELO DESARROLLADO CON ESTIMATE SWIN 9.10, CÍRCULO ROJO: INDICADOR CHAO2, INTERVALOS DE CONFIANZA AL 95 %. | 111 |
| GRÁFICA 10. CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES PARA LA VEGETACIÓN SBC DEL ESTRATO ARBUSTIVO; CÍRCULOS AZULES: RESULTADOS DE LA CURVA MODELO DESARROLLADO CON ESTIMATE SWIN 9.10, CÍRCULO ROJO: INDICADOR CHAO2, INTERVALOS DE CONFIANZA AL 95 %. | 112 |
| GRÁFICA 11. CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES PARA LA VEGETACIÓN SBC DEL ESTRATO HERBÁCEO; CÍRCULOS AZULES: RESULTADOS DE LA CURVA MODELO DESARROLLADO CON ESTIMATE SWIN 9.10, CÍRCULO ROJO: INDICADOR CHAO2, INTERVALOS DE CONFIANZA AL 95 %. | 113 |
| GRÁFICA 12. CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES PARA LA VEGETACIÓN VT DEL ESTRATO ARBUSTIVO; CÍRCULOS AZULES: RESULTADOS DE LA CURVA MODELO DESARROLLADO CON ESTIMATE SWIN 9.10, CÍRCULO ROJO: INDICADOR CHAO2, INTERVALOS DE CONFIANZA AL 95 %. | 114 |
| GRÁFICA 13. CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES PARA LA VEGETACIÓN VT DEL ESTRATO HERBÁCEO; CÍRCULOS AZULES: RESULTADOS DE LA CURVA MODELO DESARROLLADO CON ESTIMATE SWIN 9.10, CÍRCULO ROJO: INDICADOR CHAO2, INTERVALOS DE CONFIANZA AL 95 %. | 115 |
| GRÁFICA 14. VALORES DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA OBTENIDOS EN LAS ESPECIES DEL SAR DEL ESTRATO ARBÓREO. | 126 |
| GRÁFICA 15. VALORES DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA OBTENIDOS EN LAS ESPECIES DEL ESTRATO ARBUSTIVO EN EL SAR. | 128 |
| GRÁFICA 16. VALORES DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA OBTENIDOS EN LAS ESPECIES DEL ESTRATO HERBÁCEO. | 129 |
| GRÁFICA 17. VALORES DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA OBTENIDOS EN LAS ESPECIES DEL ESTRATO ARBUSTIVO DE VT. | 131 |

| | |
|--|-----|
| GRÁFICA 18. VALORES DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA OBTENIDOS EN LAS ESPECIES DE VT DEL ESTRATO HERBÁCEO..... | 132 |
| GRÁFICA 19. VALORES DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA OBTENIDOS EN LAS ESPECIES DEL ÁREA DEL PROYECTO DEL ESTRATO ARBÓREO. | 140 |
| GRÁFICA 20. VALORES DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA OBTENIDOS EN LAS ESPECIES DEL ESTRATO ARBUSTIVO EN EL AP. | 141 |
| GRÁFICA 21. VALORES DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA OBTENIDOS EN LAS ESPECIES DEL ESTRATO HERBÁCEO DEL AP..... | 142 |
| GRÁFICA 22. VALORES DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA OBTENIDOS EN LAS ESPECIES DEL ESTRATO ARBUSTIVO DE VT..... | 143 |
| GRÁFICA 23. VALORES DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA OBTENIDOS EN LAS ESPECIES DE VT DEL ESTRATO HERBÁCEO..... | 144 |
| GRÁFICA 24. CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES PARA EL GRUPO DE ORNITOFAUNA PRESENTE EN LA VEGETACIÓN SBC; CÍRCULOS AZULES: RESULTADOS DE LA CURVA MODELO DESARROLLADO CON ESTIMATE SWIN 9.10, LÍNEA CONTINUA ROJA: AJUSTE A LA CURVA CON EL MODELO DE AJUSTE DE EXPONENCIAL NEGATIVO. | 195 |
| GRÁFICA 25. CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES PARA EL GRUPO DE MASTOFANA PRESENTE EN LA VEGETACIÓN SBC; CÍRCULOS AZULES: RESULTADOS DE LA CURVA MODELO DESARROLLADO CON ESTIMATE SWIN 9.10, LÍNEA CONTINUA ROJA: AJUSTE A LA CURVA CON EL MODELO DE AJUSTE DE EXPONENCIAL NEGATIVO. | 197 |
| GRÁFICA 26. CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES PARA EL GRUPO DE HERPETOFAUNA PRESENTE EN LA VEGETACIÓN SBC; CÍRCULOS AZULES: RESULTADOS DE LA CURVA MODELO DESARROLLADO CON ESTIMATE SWIN 9.10, LÍNEA CONTINUA ROJA: AJUSTE A LA CURVA CON EL MODELO DE AJUSTE DE EXPONENCIAL NEGATIVO. | 199 |
| GRÁFICA 27. CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES PARA EL GRUPO DE ORNITOFAUNA PRESENTE EN EL USO DE SUELO DE PC; CÍRCULOS AZULES: RESULTADOS DE LA CURVA MODELO DESARROLLADO CON ESTIMATE SWIN 9.10, LÍNEA CONTINUA ROJA: AJUSTE A LA CURVA CON EL MODELO DE AJUSTE DE EXPONENCIAL NEGATIVO. | 201 |
| GRÁFICA 28. CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES PARA EL GRUPO DE MASTOFAUNA PRESENTE EN EL USO DE SUELO DE PC; CÍRCULOS AZULES: RESULTADOS DE LA CURVA MODELO DESARROLLADO CON ESTIMATE SWIN 9.10, LÍNEA CONTINUA ROJA: AJUSTE A LA CURVA CON EL MODELO DE AJUSTE DE EXPONENCIAL NEGATIVO. | 203 |
| GRÁFICA 29. CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES PARA EL GRUPO DE HERPETOFAUNA PRESENTE EN EL USO DE SUELO DE PC; CÍRCULOS AZULES: RESULTADOS DE LA CURVA MODELO DESARROLLADO CON ESTIMATE SWIN 9.10, LÍNEA CONTINUA ROJA: AJUSTE A LA CURVA CON EL MODELO DE AJUSTE DE EXPONENCIAL NEGATIVO. | 205 |
| GRÁFICA 30. CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES PARA EL GRUPO DE ORNITOFAUNA PRESENTE EN LA VEGETACIÓN VT; CÍRCULOS AZULES: RESULTADOS DE LA CURVA MODELO DESARROLLADO CON ESTIMATE SWIN 9.10, LÍNEA CONTINUA ROJA: AJUSTE A LA CURVA CON EL MODELO DE AJUSTE DE EXPONENCIAL NEGATIVO. | 207 |
| GRÁFICA 31. CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES PARA EL GRUPO DE MASTOFAUNA PRESENTE EN LA VEGETACIÓN VT; CÍRCULOS AZULES: RESULTADOS DE LA CURVA MODELO DESARROLLADO | |

| | |
|--|-----|
| CON ESTIMATE SWIN 9.10, LÍNEA CONTINUA ROJA: AJUSTE A LA CURVA CON EL MODELO DE AJUSTE DE EXPONENCIAL NEGATIVO..... | 209 |
| GRÁFICA 32. CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES PARA EL GRUPO DE HERPETOFAUNA PRESENTE EN LA VEGETACIÓN VT; CÍRCULOS AZULES: RESULTADOS DE LA CURVA MODELO DESARROLLADO CON ESTIMATE SWIN 9.10, LÍNEA CONTINUA ROJA: AJUSTE A LA CURVA CON EL MODELO DE AJUSTE DE EXPONENCIAL NEGATIVO..... | 211 |
| GRÁFICA 33. CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES PARA EL GRUPO DE ORNITOFAUNA DE LA VEGETACIÓN SBC; CÍRCULOS AZULES: RESULTADOS DE LA CURVA MODELO DESARROLLADO CON ESTIMATE SWIN 9.10, CÍRCULO ROJO: INDICADOR CHAO2, INTERVALOS DE CONFIANZA AL 95 %. | 213 |
| GRÁFICA 34. CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES PARA EL GRUPO DE ORNITOFAUNA DE EL USO DE SUELO PI; CÍRCULOS AZULES: RESULTADOS DE LA CURVA MODELO DESARROLLADO CON ESTIMATE SWIN 9.10, CÍRCULO ROJO: INDICADOR CHAO2, INTERVALOS DE CONFIANZA AL 95 %. | 214 |
| GRÁFICA 35. CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES PARA EL GRUPO DE ORNITOFAUNA DE LA VEGETACIÓN VT; CÍRCULOS AZULES: RESULTADOS DE LA CURVA MODELO DESARROLLADO CON ESTIMATE SWIN 9.10, CÍRCULO ROJO: INDICADOR CHAO2, INTERVALOS DE CONFIANZA AL 95 %. | 215 |
| GRÁFICA 36. CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES PARA EL GRUPO DE MASTOFAUNA DE LA VEGETACIÓN SBC; CÍRCULOS AZULES: RESULTADOS DE LA CURVA MODELO DESARROLLADO CON ESTIMATE SWIN 9.10, CÍRCULO ROJO: INDICADOR CHAO2, INTERVALOS DE CONFIANZA AL 95 %. | 216 |
| GRÁFICA 37. CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES PARA EL GRUPO DE MASTOFAUNA DEN EL USO DE SUELO DE PC; CÍRCULOS AZULES: RESULTADOS DE LA CURVA MODELO DESARROLLADO CON ESTIMATE SWIN 9.10, CÍRCULO ROJO: INDICADOR CHAO2, INTERVALOS DE CONFIANZA AL 95 %. | 217 |
| GRÁFICA 38. CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES PARA EL GRUPO DE MASTOFAUNA DE LA VEGETACIÓN VT; CÍRCULOS AZULES: RESULTADOS DE LA CURVA MODELO DESARROLLADO CON ESTIMATE SWIN 9.10, CÍRCULO ROJO: INDICADOR CHAO2, INTERVALOS DE CONFIANZA AL 95 %. | 218 |
| GRÁFICA 39. CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES PARA EL GRUPO DE HERPETOFAUNA DE LA VEGETACIÓN SBC; CÍRCULOS AZULES: RESULTADOS DE LA CURVA MODELO DESARROLLADO CON ESTIMATE SWIN 9.10, CÍRCULO ROJO: INDICADOR CHAO2, INTERVALOS DE CONFIANZA AL 95 %. | 219 |
| GRÁFICA 40. CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES PARA EL GRUPO DE HERPETOFAUNA DEL USO DE SUELO DE PC; CÍRCULOS AZULES: RESULTADOS DE LA CURVA MODELO DESARROLLADO CON ESTIMATE SWIN 9.10, CÍRCULO ROJO: INDICADOR CHAO2, INTERVALOS DE CONFIANZA AL 95 %. | 220 |
| GRÁFICA 41. CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES PARA EL GRUPO DE HERPETOFAUNA DE LA VEGETACIÓN VT; CÍRCULOS AZULES: RESULTADOS DE LA CURVA MODELO DESARROLLADO CON ESTIMATE SWIN 9.10, CÍRCULO ROJO: INDICADOR CHAO2, INTERVALOS DE CONFIANZA AL 95 %. | 221 |
| GRÁFICA 42. ABUNDANCIA REGISTRADA DE ORNITOFAUNA PARA SBC..... | 237 |
| GRÁFICA 43. ABUNDANCIA DE MASTOFAUNA REGISTRADA EN LA SBC..... | 240 |
| GRÁFICA 44. ABUNDANCIA DE HERPETOFAUNA REGISTRADA EN SBC..... | 241 |
| GRÁFICA 45. ABUNDANCIA REGISTRADA DE ORNITOFAUNA PARA PI..... | 244 |
| GRÁFICA 46. ABUNDANCIA DE MASTOFAUNA REGISTRADA PARA PI..... | 246 |
| GRÁFICA 47. ABUNDANCIA DE HERPETOFAUNA REGISTRADA PARA PI..... | 247 |
| GRÁFICA 48. ABUNDANCIA REGISTRADA DE ORNITOFAUNA PARA VT..... | 249 |
| GRÁFICA 49. ABUNDANCIA DE MASTOFAUNA REGISTRADA PARA VT..... | 251 |
| GRÁFICA 50. ABUNDANCIA DE HERPETOFAUNA REGISTRADA PARA VT..... | 252 |

| | |
|--|-----|
| GRÁFICA 51. ABUNDANCIA REGISTRADA DE ORNITOFAUNA PARA SBC..... | 255 |
| GRÁFICA 52. ABUNDANCIA DE MASTOFAUNA REGISTRADA PARA SBC..... | 257 |
| GRÁFICA 53. ABUNDANCIA DE HERPETOFAUNA REGISTRADA PARA SBC..... | 258 |
| GRÁFICA 54. ABUNDANCIA REGISTRADA DE ORNITOFAUNA PARA PI..... | 260 |
| GRÁFICA 55. ABUNDANCIA DE MASTOFAUNA REGISTRADA PARA PI..... | 262 |
| GRÁFICA 56. ABUNDANCIA DE HERPETOFAUNA REGISTRADA PARA PI..... | 263 |
| GRÁFICA 57. ABUNDANCIA REGISTRADA DE ORNITOFAUNA PARA VT..... | 265 |
| GRÁFICA 58. ABUNDANCIA DE MASTOFAUNA REGISTRADA PARA VT..... | 266 |
| GRÁFICA 59. ABUNDANCIA DE HERPETOFAUNA REGISTRADA PARA VT. | 268 |
| GRÁFICA 60. DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN DEL MUNICIPIO DE VERACRUZ (INEGI, 2015). | 272 |
| GRÁFICA 61. SUPERFICIE QUE OCUPAN LAS CATEGORÍAS DE CAMBIO DE USO DE SUELO Y VEGETACIÓN DE 1993 A 2011. | 301 |

IV. DELIMITACIÓN 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

La delimitación del área de estudio equivale a definir la unidad geográfica de referencia para la toma de decisiones en materia de evaluación del impacto ambiental. Este objetivo, pudiera homologarse al intento de definir los límites del o de los ecosistemas presentes en el área donde se establece el proyecto, tal delimitación se concibe en términos operativos a través de la aplicación del concepto de Sistema ambiental regional, el cual se circunscribe a una expresión objetiva, inventariable y cartografiable de los ecosistemas, utilizado la identificación, el reconocimiento y la caracterización de unidades espaciales de homogeneidad relativa, como herramienta inicial para lograr un diagnóstico ambiental de una porción del territorio, con validez para proyectar la evaluación del impacto ambiental.

Bajo las consideraciones anteriores, se delimitó analítica y gráficamente el Sistema Ambiental Regional (SAR) considerando la uniformidad y la continuidad de sus componentes y de sus procesos ambientales significativos (flora, suelo, hidrología, etc.) con los que el proyecto interactúa en espacio y tiempo.

Considerando que los componentes bióticos y abióticos (antes mencionados) de un sistema se encuentran bien definidos en una superficie hidrológica homogénea (cuenca), se optó por considerar a la cuenca como unidad de análisis del SAR. Reafirmando esta decisión, INEGI (2007¹) establece que la cuenca hidrográfica es la entidad territorial más adecuada y más ampliamente aceptada en el mundo para estudiar, planear y ejecutar proyectos y políticas sobre manejo ambiental. Además de acuerdo con el Artículo 7 fracción XI de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable define como *Cuenca hidrológico-forestal* a la unidad de espacio físico de planeación y desarrollo, que comprende el territorio donde se encuentran los ecosistemas forestales y donde el agua fluye por diversos cauces y converge en un cauce común, constituyendo el componente básico de la región forestal, que a su vez se divide en subcuencas y microcuencas.

Es así como, se optó por delimitar una superficie que permita realizar las comparaciones de los factores bióticos (diversidad de flora y fauna) y abióticos (escurrimiento, infiltración, recarga de acuíferos y erosión hídrica del suelo) entre el Área del Proyecto (AP) y el Sistema ambiental regional, de manera que se logre plasmar el escenario real de lo que origina el establecimiento del proyecto acorde a las condiciones originales.

¹ INEGI-INE-CONAGUA, 2007. Documento técnico del mapa de Cuencas hidrográficas de México (escala 1: 250 000).

IV.1.1. MÉTODO DE DELIMITACIÓN

Para la delimitación de la unidad de estudio se utilizó el método de análisis espacial de Modelos Digitales de Elevación (MDE) en escala 1:50,000. El procesamiento del MDE se llevó a cabo mediante sistemas de información geográfica (Arc GIS 10.3) obteniendo como producto la delimitación de una Cuenca Hidrográfica considerando que esta cuenta con las dimensiones necesarias para atenuar o retener cualquier percance o impacto que se pudiera generar con el desarrollo del proyecto. La cuenca hidrográfica delimitada presenta uniformidad y continuidad en sus componentes y sus procesos ambientales significativos (flora, suelo, hidrología, etc.) con los que el proyecto interactúa en espacio y tiempo.

Una cuenca hidrográfica es una zona de la superficie terrestre en donde las gotas de lluvia que caen sobre ella tienden a ser drenadas por el sistema de corrientes hacia un mismo punto de salida. Es decir, es una especie de "embudo" del territorio por el que escurre el agua desde las partes altas, hasta llegar a un punto en común, de donde sale toda el agua que fluye hacia otro lado (IMTA, 2019)². Respecto a los límites de una cuenca, estos constituyen lo que se conoce como "parteaguas" o "divisoria de aguas", es decir, las líneas imaginarias que une las crestas de las elevaciones de terreno por cuyas laderas escurre el agua hacia el cauce principal de salida de la propia cuenca, o hacia su centro, en caso de ser cerrada (*Ibid*).

Una de las claves para la derivación de características hidrológicas de una superficie (entre ellas la delimitación de cuencas hidrográficas) es la capacidad de determinar la dirección de flujo del agua usando la pendiente de las celdas vecinas. Esta dirección se calculó con la herramienta Flow Direction de ArcGIS (*Spatial Analyst Tool* → *Hydrology* → *Flow Direction*).

Posteriormente se generó una capa de acumulación de flujo (*Flow Accumulation*), resultando áreas de flujo concentrado que pueden ser útiles para identificar canales de arroyos. (Figura 1). Con lo anterior se definió la red de corrientes y puntos de salida de agua, los cuales se utilizaron para delimitar la unidad de análisis (Sistema Ambiental Regional). Se consideraron únicamente las zonas de escurrimiento y puntos de acumulación de agua que tienen influencia alrededor y en el área del proyecto (figura 2).

En conjunto, las áreas de escurrimiento delimitadas por un parteaguas forman una superficie de **19,043.577** hectáreas, dicha unidad de análisis o Sistema ambiental regional será objeto de estudio del presente capítulo, y será el punto de comparación con los factores ambientales del área del proyecto.

² Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, (2019). Obtenido de Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Revisado el 10 de junio de 2020. Disponible en: <https://www.gob.mx/imta/articulos/que-es-una-cuenca-211369>

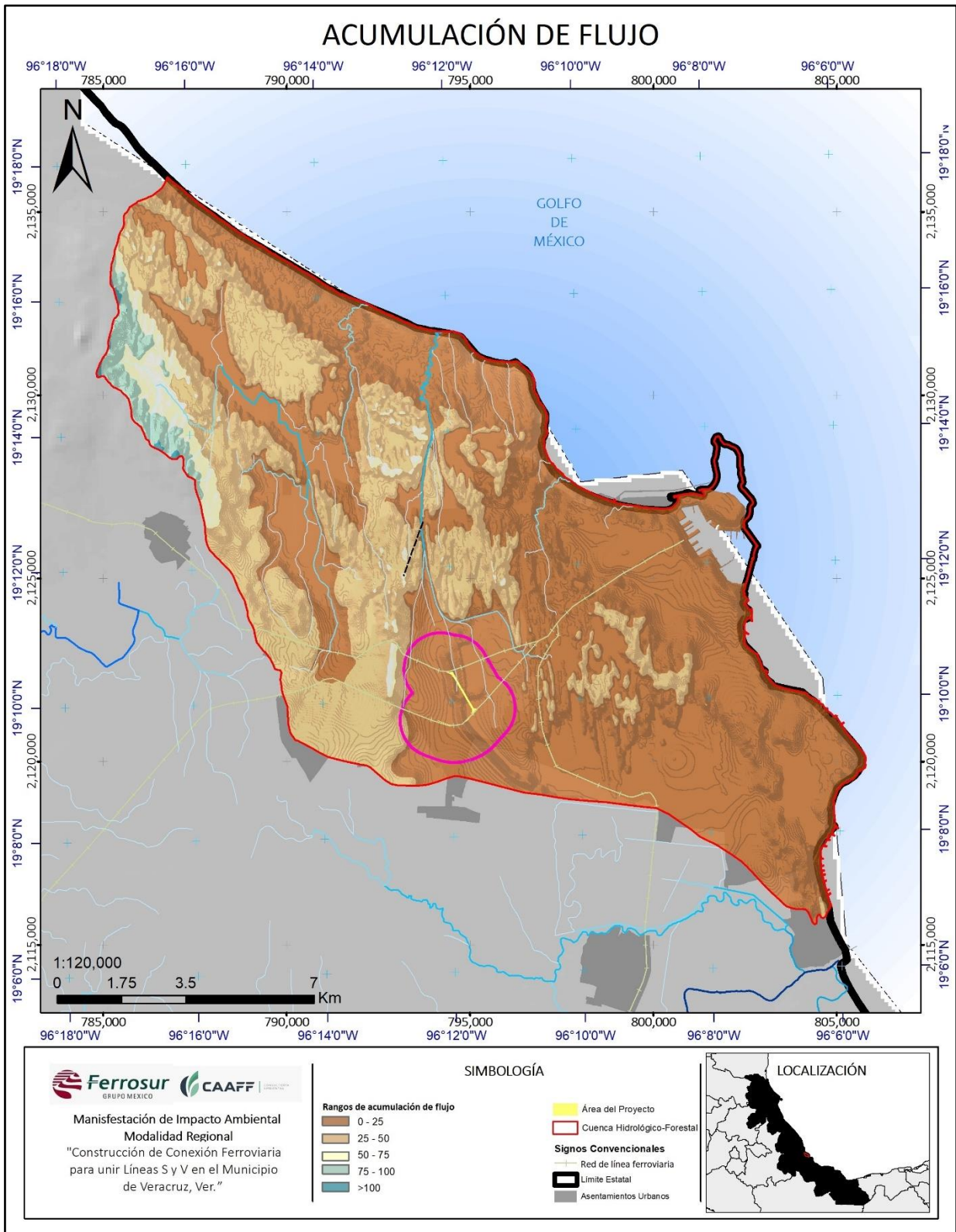


Figura 1. Acumulación de flujo.

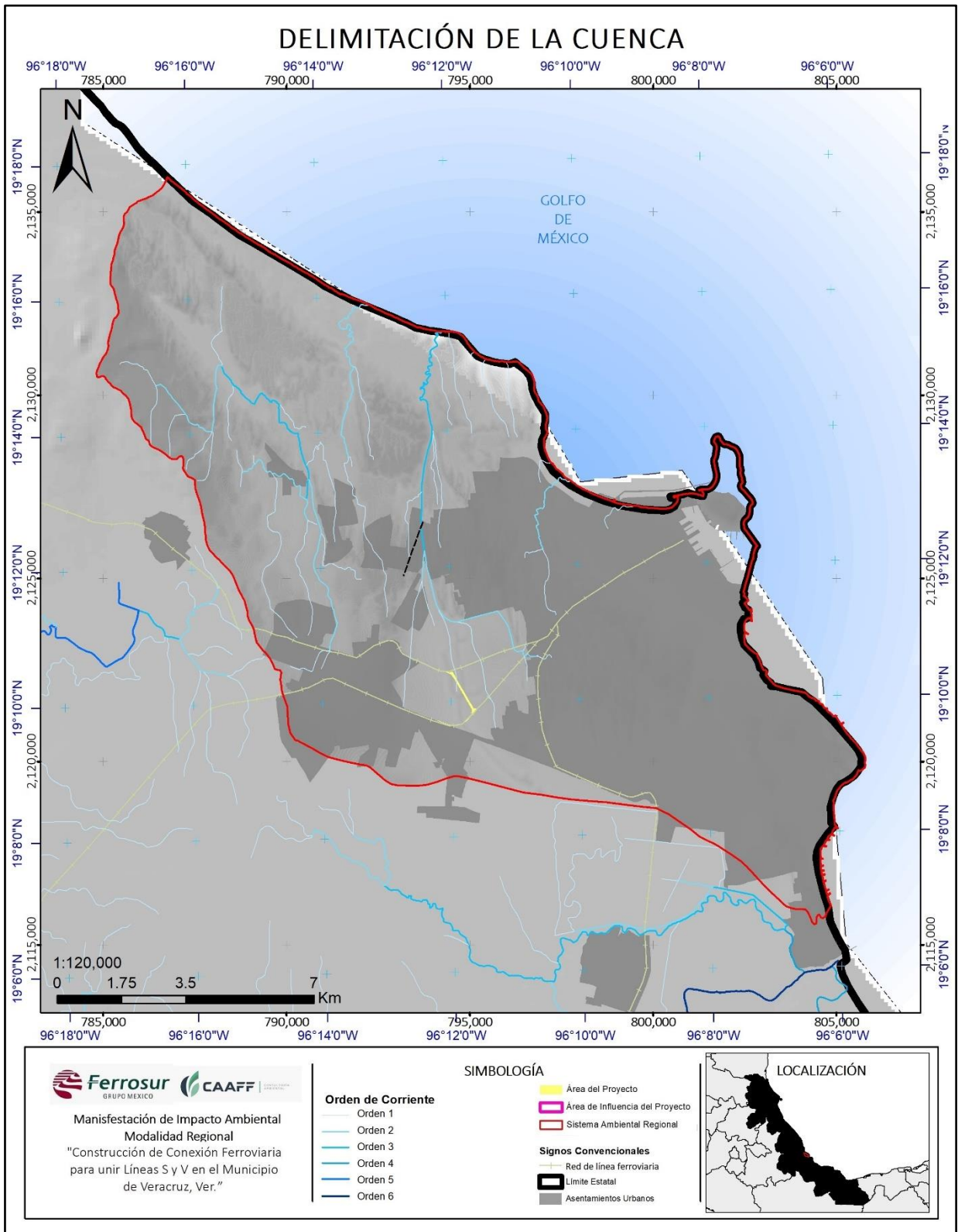


Figura 2. Delimitación del Sistema Ambiental Regional.

IV.1.2. ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO (AIP)

IV.1.2.1. Delimitación del AIP

El Área de Influencia del Proyecto, se considera como la zona donde influyen en mayor impacto la interacción entre las actividades antropogénicas y los recursos naturales. Donde pueden ocurrir afectaciones directas en el Sistema ambiental regional englobando todas las variaciones posibles de llevarse a cabo el proyecto.

Por lo anterior el área de influencia considerada para el presente proyecto se limita a los alrededores inmediatos del derecho de vía en un radio de 1 kilómetro a la redonda. Dicha área fue establecida considerando que el proyecto se encuentra en una zona urbana y en función de las fases más relevantes del proyecto en las cuales hay mayor generación de impactos ambientales: preparación del sitio y construcción.

La superficie del buffer o Área de Influencia del Proyecto es de 839.780 hectáreas y queda circunscrita dentro del Sistema ambiental regional (figura 3). Así mismo, el margen que comprende el Área de Influencia del Proyecto es suficiente para analizar las interacciones más importantes, permitiendo realizar una evaluación más completa de los posibles impactos que se presentarían en el Sistema Ambiental Regional (SAR) derivado de la ejecución del proyecto.

Las coordenadas del Área de Influencia del Proyecto se presentan en el **ANEXO "11.5"** y su polígono en el **ANEXO "11.6"**.

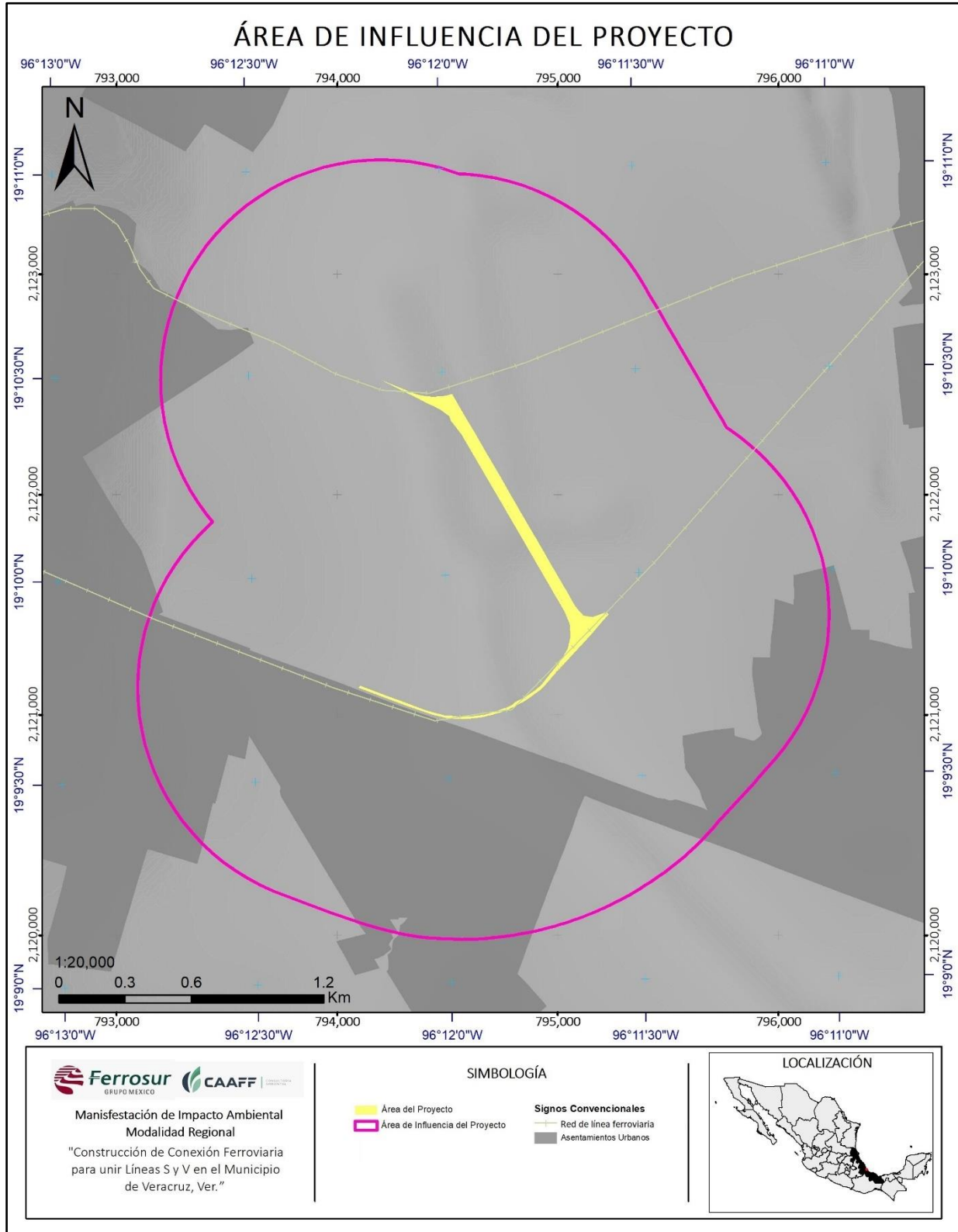


Figura 3. Ubicación del Área de Influencia del Proyecto (AIP).

IV.1.2.2. Características físicas y bióticas

De acuerdo el conjunto de datos vectoriales escala 1:1,000,000 del INEGI (2008³), en el Sistema Ambiental Regional (SAR) se presentan dos tipos de climas: **Aw1(w)** y **Aw2(w)**.

De acuerdo con el diccionario de datos climáticos del conjunto de datos vectoriales escala 1:1,000,000 del INEGI (2008⁴) el clima AW1(w) se caracteriza por ser un clima que pertenece al grupo de climas A (tropicales), de tipo cálido húmedo, con temperatura media anual mayor de 22° C, con temperatura del mes más frío mayor de 18° C. La precipitación del mes más seco es menor de 60 mm, con lluvias de verano con índice de Precipitación/temperatura entre 43.2 y 55.3 y con un porcentaje de lluvia invernal del 5 al 10.2 % total anual.

Por otra parte, el clima AW2(w) se caracteriza por ser un clima que pertenece al grupo de climas A (tropicales), de tipo cálido húmedo, con temperatura media anual mayor de 22° C, con temperatura del mes más frío mayor de 18° C. La precipitación del mes más seco se encuentra entre 0 y los 60 mm, con lluvias de verano con índice de Precipitación/temperatura es mayor de 55.3 y con un porcentaje de lluvia invernal del 5 al 10.2 % total anual.

En cuanto al rango de pendientes dominantes en el SAR presentan una inclinación menor a 5°. Hidrográficamente el SAR, el área del proyecto y su área de Influencia, de acuerdo con la clasificación actual del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), se encuentran en las subcuencas **"Río Jamapa"** y **"Río San Francisco-Puerto de Veracruz"**, pertenecientes a la cuenca **"Río Jamapa y otros"**, que a su vez forman parte de la Región Hidrológica número 28 de nombre **"Papaloapan"**.

Con respecto al uso de suelo y vegetación, el área de influencia del proyecto se encuentra principalmente conformado por un uso de suelo agrícola (agricultura de riego permanente), así como vegetación de dunas costeras y vegetación halófila hidrófila, esto de acuerdo con la cartografía de Usos de suelo y vegetación, serie VI del INEGI (2014).

Cabe mencionar que los impactos ambientales que se generarán debido a la realización del proyecto, se considera que son menores y de baja intensidad para el área de influencia, ya que los recursos afectados son directamente aquellos de los que depende la remoción de la cobertura en el área del proyecto, los cuales corresponden a selva baja caducifolia y pastizal cultivado (datos obtenidos de acuerdo con el muestreo en campo).

³ INEGI, (2008). Conjunto de Datos Vectoriales escala 1:1,000,000, Unidades climáticas. Disponible en: http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/2104/702825223885/702825223885_2.pdf

⁴ INEGI, (2008). Diccionario de dato climáticos del Conjunto de Datos Vectoriales escala 1:1,000,000. Disponible en: http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/2104/702825223885/702825223885_2.pdf

IV.1.3. ÁREA DEL PROYECTO (AP)

El proyecto denominado Construcción de Conexión Ferroviaria para unir Líneas S y V en el Municipio de Veracruz, Ver ocupa una superficie total de 10.146 hectáreas, representadas en un solo polígono. Las coordenadas (Datum WGS84, UTM, zona 14 Norte) que delimitan el área del proyecto se enlistan en el **ANEXO "11.5"**.

De acuerdo con el Conjunto de datos vectoriales de la carta de Uso del suelo y vegetación, Escala 1:250 000, Serie VI, del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2014), en el área del proyecto solo se distribuye el tipo de vegetación de "Pastizal Cultivado" así como "urbano construido". Sin embargo, con la visita de campo y muestreo de biodiversidad en el área del proyecto se encontraron los siguientes usos de suelo y vegetación: Dren de aguas negras, Pastizal Cultivado, Selva Baja Caducifolia y Tular.

Tabla 1. Uso actual de suelo y vegetación en el área del proyecto.

| TIPO DE VEGETACIÓN / USO DE SUELO | ÁREA DEL PROYECTO (ha) | ÁREA DEL PROYECTO (%) |
|-----------------------------------|------------------------|-----------------------|
| DREN DE AGUAS NEGRAS | 0.664 | 6.54 |
| PASTIZAL CULTIVADO | 4.997 | 49.26 |
| SELVA BAJA CADUCIFOLIA | 3.931 | 38.74 |
| TULAR | 0.554 | 5.46 |
| TOTAL | 10.146 | 100.00 |

De las 10.146 ha que ocupa el proyecto, la superficie con vegetación forestal que será removida durante el desmonte y despalme, en este caso denominada como área de remoción, ocupa una superficie de 4.485 ha, que representa el 44.20 % del área total del proyecto; el resto de la superficie (55.80 %), se encuentra ocupado por pastizal cultivado y dren de aguas negras.

Para los cálculos de erosión hídrica y eólica, así como balance hídrico, el área del proyecto corresponde al área de desmonte y despalme, haciéndose los cálculos únicamente para una superficie de 4.485 ha.

IV.2. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

IV.2.1. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS RETROSPECTIVO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL SAR

En el Sistema Ambiental Regional (SAR) actualmente prevalece una condición claramente definida por el uso de suelo destinado a pastizal cultivado y áreas agrícolas, lo anterior derivado por el cambio de uso de suelo por el crecimiento poblacional. Es importante mencionar que el SAR delimitado presenta algunos cuerpos de agua con presencia de fauna: estos sitios se encuentran menos fragmentados y con mayor cobertura vegetal, por lo que la calidad ambiental para estas áreas se considera como media.

En lo que se refiere a la calidad del aire en el SAR esta se valora como baja debido a que existe la contaminación por fuentes fijas (sector industrial) y móviles (transporte), siendo las principales causas de degradación de este factor.

En este sentido, los componentes bióticos y abióticos del SAR interactúan de manera directamente proporcional a los cambios que sufre conforme a la dinámica de crecimiento de la población y a la modernización en las actividades de producción.

Ubicados una vez en tiempo y espacio sobre el escenario que prevalece hasta este momento, en que no existe proyecto alguno, es necesario que la estrategia de desarrollo vaya de acuerdo con el manejo de los ecosistemas en la región y que la infraestructura que se requiere para promover el desarrollo de las mismas responda a las necesidades de los habitantes y al mismo tiempo garantice la sustentabilidad de los recursos naturales.

En este sentido, el impacto ambiental generado por la ejecución de este proyecto (Construcción de Conexión Ferroviaria para unir Líneas S y V en el Municipio de Veracruz, Ver.) se considera como mínimo, dada las condiciones en que se origina, esto a razón de que en las zonas aledañas se presenta la mancha urbana, las modificaciones que se produzcan con la obra, son menores en comparación con los efectos generados por la presión de los recursos por parte de la población. Finalmente, la obra que se pretende realizar es necesaria para los habitantes de la región garantizando que la afectación es mínima por lo que se convierte ecológica y económicamente viable.

IV.2.2. ASPECTOS ABIÓTICOS

IV.2.1.1 Clima

De acuerdo el conjunto de datos vectoriales escala 1:1,000,000 del INEGI (2008), en el Sistema Ambiental Regional (SAR) se presentan dos tipos de climas:

Tabla 2. Tipos de clima existentes en el SAR.

| CLAVE | TIPO DE CLIMA | SUPERFICIE (Ha) | SUPERFICIE (%) |
|--------------|---------------|-------------------|----------------|
| Aw1(w) | Cálido húmedo | 8,438.267 | 44.31 |
| Aw2(w) | Cálido húmedo | 10,605.310 | 55.69 |
| TOTAL | | 19,043.577 | 100.00 |

A continuación, se hace la descripción de los climas de acuerdo con el diccionario de datos climáticos del conjunto de datos vectoriales escala 1: 1,000,000 del INEGI (2008).

Aw1(w): pertenece al grupo de climas A (tropicales), de tipo cálido húmedo, con temperatura media anual mayor de 22° C, con temperatura del mes más frío mayor de 18° C. La precipitación del mes más seco es menor de 60 mm, con lluvias de verano con índice de Precipitación/temperatura entre 43.2 y 55.3 y con un porcentaje de lluvia invernal del 5 al 10.2 % total anual.

Aw2(w): pertenece al grupo de climas A (tropicales), de tipo cálido húmedo, con temperatura media anual mayor de 22° C, con temperatura del mes más frío mayor de 18° C. La precipitación del mes más seco se encuentra entre 0 y los 60 mm, con lluvias de verano con índice de Precipitación/temperatura es mayor de 55.3 y con un porcentaje de lluvia invernal del 5 al 10.2 % total anual.

En la figura 4 se puede observar la distribución del clima presente en SAR:

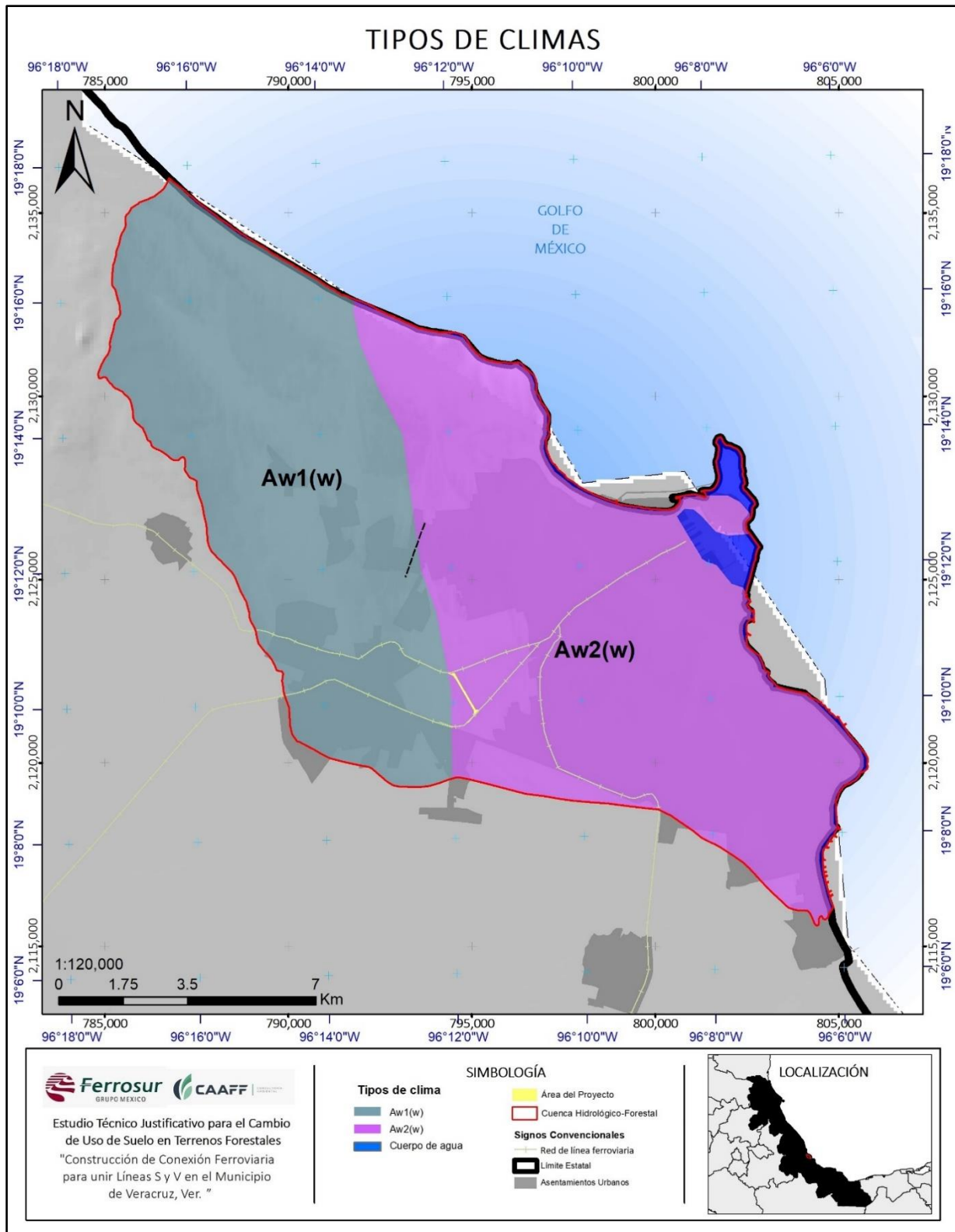


Figura 4. Mapa de tipos de climas presentes en el SAR.

Con la finalidad de analizar de manera más puntual la condición meteorológica del sistema ambiental regional, se revisó la información recabada por las estaciones climatológicas *El Tejar* (CONAGUA, Normales Climatológicas por Estado, s.f.)⁵ y *Puente Jula* (CONAGUA, Normales Climatológicas por Estado, s.f.)⁶, correspondiente a datos capturados por estas estaciones corresponden a un periodo de 29 años.

Tabla 3. Estaciones meteorológicas cercanas al SAR.

| ESTACIÓN | NO. | MUNICIPIO Y ENTIDAD FEDERATIVA | LATITUD | LONGITUD | ALTURA (m.s.n.m.) |
|-------------|-------|--|-------------|-------------|-------------------|
| El Tejar | 30056 | Medellín, Veracruz de Ignacio de la Llave. | 19°04'02" N | 96°09'30" W | 10.0 |
| Puente Jula | 30136 | Medellín, Veracruz de Ignacio de la Llave. | 19°11'46" N | 96°20'38" W | 63.0 |

IV.2.1.1.1. Temperatura promedio mensual, anual y extrema

La temperatura media anual para la estación meteorológica de El Tejar es de 25.0 ° y para la estación Puente Jula es de 26.0°. (Tabla 4).

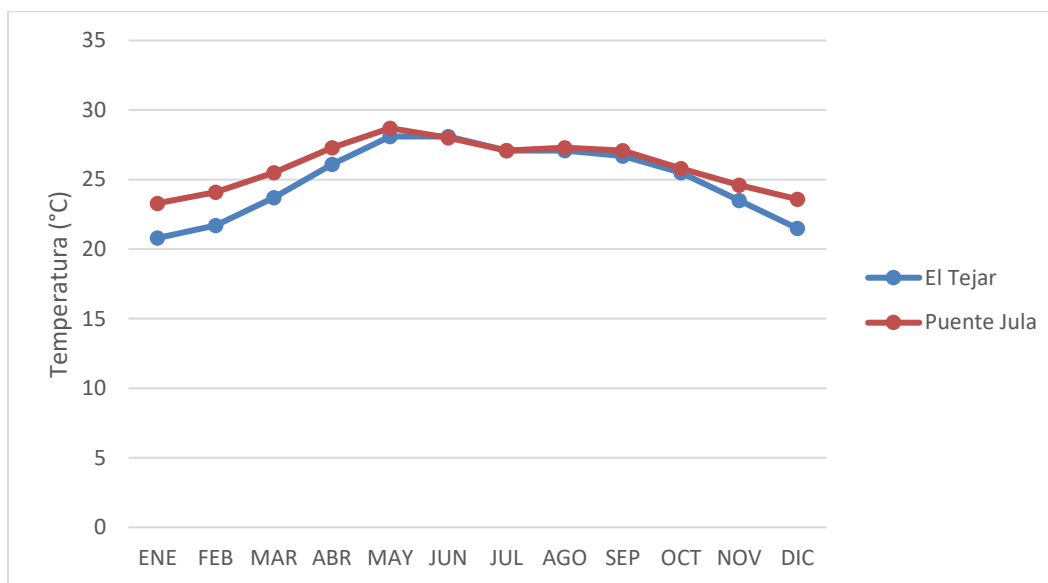
Tabla 4. Temperatura promedio mensual y anual de la estación analizada.

| ESTACIÓN | MES | | | | | | | | | | | | ANUAL |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | |
| El Tejar | 20.8 | 21.7 | 23.7 | 26.1 | 28.1 | 28.1 | 27.1 | 27.1 | 26.7 | 25.5 | 23.5 | 21.5 | 25 |
| Puente Jula | 23.3 | 24.1 | 25.5 | 27.3 | 28.7 | 28 | 27.1 | 27.3 | 27.1 | 25.8 | 24.6 | 23.6 | 26 |

En la Gráfica 1 se puede observar que las temperaturas más bajas se presentan en los meses diciembre, enero y febrero para ambas estaciones, mientras que, en la estación el Puente Jula los meses más cálidos corresponden a abril, mayo y junio; y para la estación El tejar corresponden los meses de mayo, junio y julio como los meses más cálidos.

⁵ CONAGUA. (s.f.). *Normales Climatológicas por Estado*. Obtenido de <https://smn.conagua.gob.mx/es/informacion-climatologica-por-estado?estado=ver>

⁶ CONAGUA. (s.f.). *Normales Climatológicas por Estado*. Obtenido de <https://smn.conagua.gob.mx/es/informacion-climatologica-por-estado?estado=ver>



Gráfica 1. Temperatura media mensual de la estación meteorológica.

La temperatura máxima extrema se registró en el mes de mayo para ambas estaciones; en cuanto a la temperatura mínima, esta se registró en el mes de enero (de igual manera para ambas estaciones). En la siguiente tabla podemos analizar esta información.

Tabla 5. Temperaturas mínimas y máximas de la estación meteorológica.

| ESTACIÓN | VARIABLE | MES | | | | | | | | | | | | ANUAL |
|------------|--------------------------------|-------------|------|------|------|-------------|-------|-------|------|------|------|------|------|-------|
| | | Ene | Feb | Mar | Abr | Mayo | Junio | Julio | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | |
| El Tejar | Temperatura máxima normal (°C) | 26 | 27.1 | 29.4 | 32 | 33.7 | 33.1 | 31.9 | 31.9 | 31.4 | 30.3 | 28.5 | 26.5 | 30.2 |
| | Temperatura mínima normal (°C) | 15.6 | 16.3 | 17.9 | 20.2 | 22.5 | 23.1 | 22.2 | 22.3 | 22.1 | 20.7 | 18.5 | 16.6 | 19.8 |
| Presa Jula | Temperatura máxima normal (°C) | 29.3 | 30.2 | 31.8 | 33.9 | 35.3 | 34 | 33 | 33.3 | 33 | 31.8 | 30.6 | 29.5 | 32.1 |
| | Temperatura mínima normal (°C) | 17.4 | 18 | 19.2 | 20.7 | 22.1 | 22.1 | 21.3 | 21.3 | 21.2 | 19.8 | 18.7 | 17.7 | 20 |

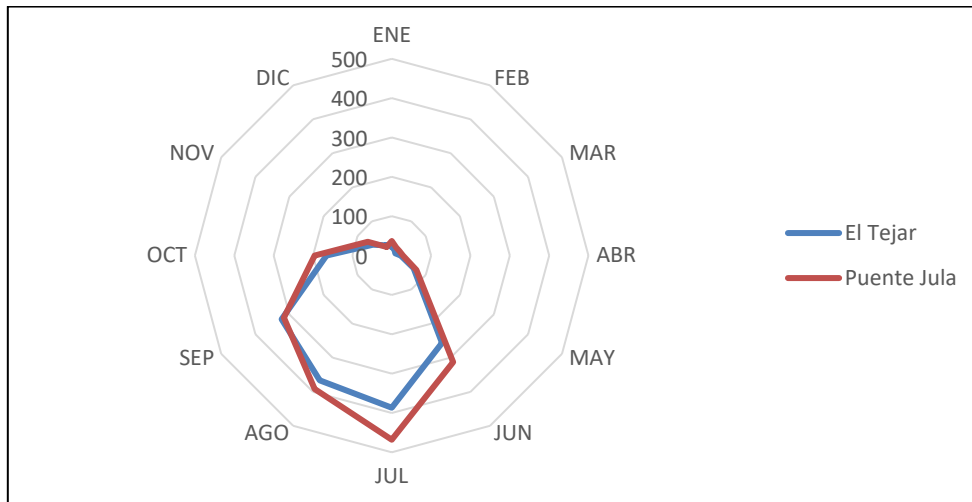
IV.2.1.1.2. Precipitación promedio mensual y anual

La precipitación promedio anual registrada por la estación El Tejar es de 1,719.3 mm/m² y para la estación Puente Jula es de 1,966.30 mm/m² (Tabla 6). El régimen de lluvias es en verano, principalmente en los meses de julio y septiembre, mientras que los meses de menor precipitación corresponden a marzo y abril.

Tabla 6. Precipitación promedio mensual y anual de la estación analizada.

| ESTACIÓN | VARIABLE | MES | | | | | | | | | | | | ANUAL |
|-------------|---|------|------|------|------|------|-------|--------------|--------------|--------------|-------|------|------|----------|
| | | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | |
| El Tejar | Precipitación normal (mm/m ²) | 23.1 | 15.5 | 10.9 | 22.8 | 64.2 | 255.9 | 386.7 | 366.3 | 322.9 | 165.8 | 55 | 30.2 | 1,719.30 |
| Puente Jula | Precipitación normal (mm/m ²) | 37 | 23.8 | 23.2 | 28.8 | 73 | 312.4 | 468 | 391.9 | 316.3 | 195.6 | 70.6 | 25.7 | 1,966.30 |

En la siguiente gráfica de radar, se aprecia de mejor manera la distribución de la precipitación anual.



Gráfica 2. Precipitación normal promedio de la estación meteorológica.

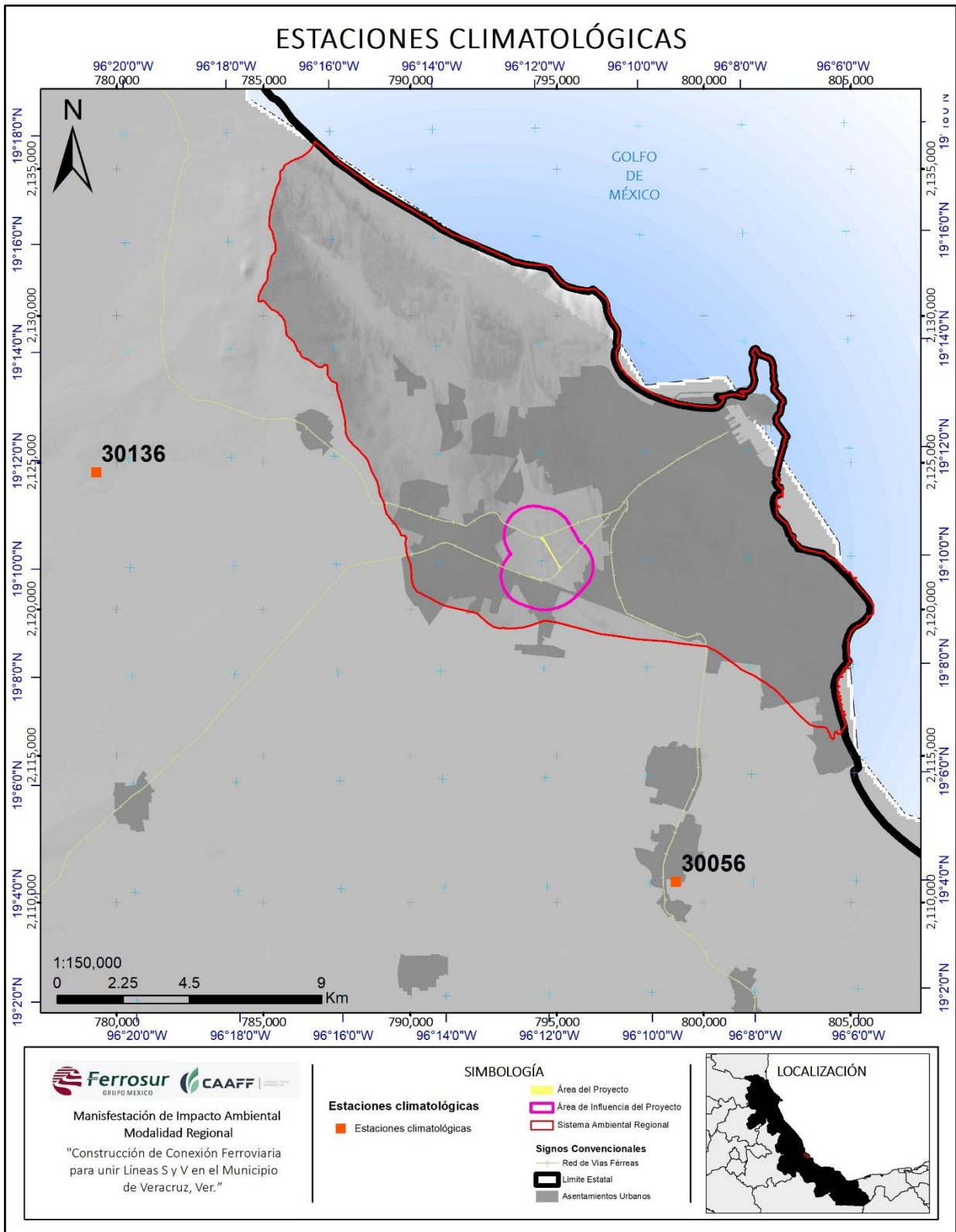


Figura 5. Mapa de ubicación de las estaciones meteorológicas en el SAR.

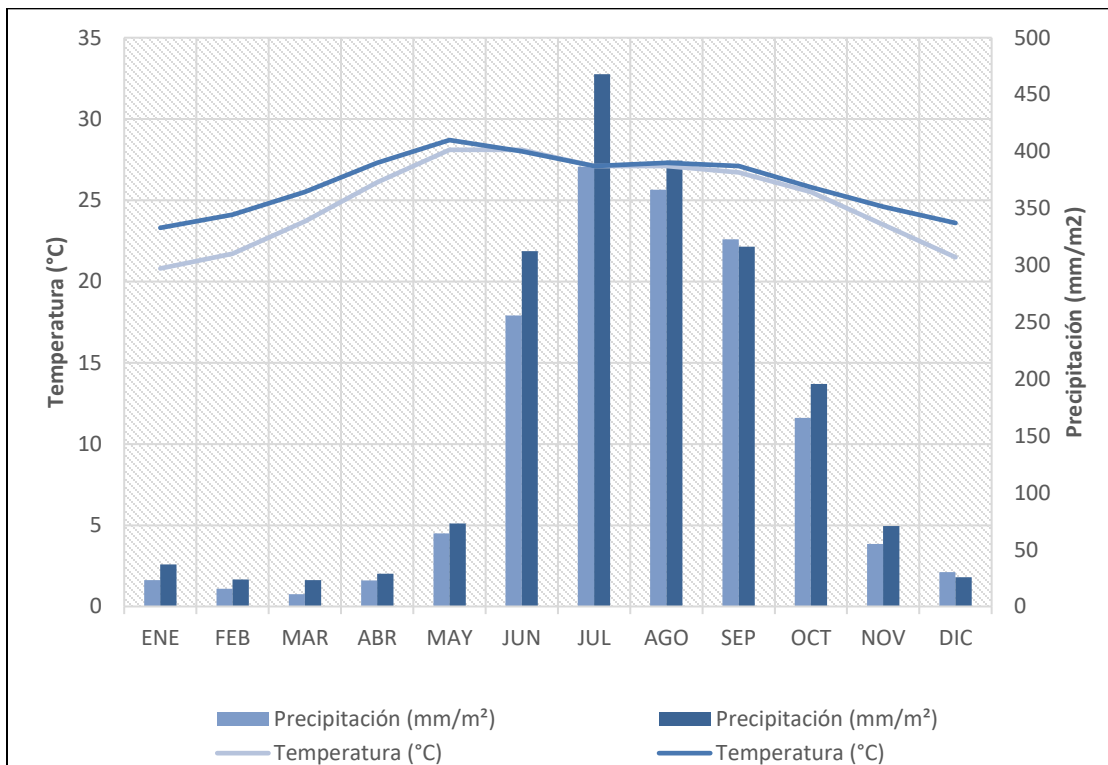
IV.2.1.1.3. Periodo de Sequía

La sequía se define como un fenómeno meteorológico que ocurre cuando la precipitación, en un lapso, es menor que el promedio (CENAPRED, 2010). Para conocer con mayor precisión el periodo de sequía, se construyó un diagrama ombrotérmico de Gausse (1957); los diagramas climáticos se construyen sobre la base de los promedios de temperatura y precipitación (tabla 7), este se compone por un campo de coordenadas rectangulares con una abscisa basal de 12 unidades, que hacen referencia a los meses del año, y dos coordenadas que se levantan en los dos extremos, una haciendo referencia a la temperatura (° C) y del otro lado a la precipitación. Cada intervalo corresponde a 5 ° C de temperatura (lado izquierdo) y 20 mm de precipitación (lado derecho).

Tabla 7. Variables climatológicas, temperatura y precipitación promedio de la estación.

| Estación | Variable promedio | MESES | | | | | | | | | | | | ANUAL |
|-------------|------------------------------------|-------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|----------|
| | | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | |
| El Tejar | Temperatura (° C) | 20.8 | 21.7 | 23.7 | 26.1 | 28.1 | 28.1 | 27.1 | 27.1 | 26.7 | 25.5 | 23.5 | 21.5 | 25.0 |
| | Precipitación (mm/m ²) | 23.1 | 15.5 | 10.9 | 22.8 | 64.2 | 255.9 | 386.7 | 366.3 | 322.9 | 165.8 | 55 | 30.2 | 1,719.30 |
| Puente Jula | Temperatura (° C) | 23.3 | 24.1 | 25.5 | 27.3 | 28.7 | 28 | 27.1 | 27.3 | 27.1 | 25.8 | 24.6 | 23.6 | 26.0 |
| | Precipitación (mm/m ²) | 37 | 23.8 | 23.2 | 28.8 | 73 | 312.4 | 468 | 391.9 | 316.3 | 195.6 | 70.6 | 25.7 | 1,966.30 |

El período de sequía corresponde a los meses de febrero, marzo, abril y mayo debido a que en estos meses la temperatura excede por mucho a la precipitación, mientras que los meses más húmedos son julio y septiembre (ver gráfica 3).



Gráfica 3. Diagrama ombrotérmico.

IV.2.1.1.4. Fenómenos hidrometeorológicos

La ley general de protección civil (2010), define un fenómeno hidrometeorológico como un agente perturbador que se genera por la acción de los agentes atmosféricos como: lluvias extremas, granizo, niebla y tormentas eléctricas.

La estación El Tejar reportó 106.1 días con lluvia, 22.9 días con niebla, 0.0 días con granizo y 33.9 días con tormenta eléctrica. Por otra parte, la estación La estación Puente Jula reportó 56.9 días con lluvia, 5.4 días con niebla, 0.0 días con granizo y 0.9 días con tormenta eléctrica.

Tabla 8. Fenómenos hidrometeorológicos en la estación

| ESTACIÓN | FENÓMENOS HIDROMETEOROLÓGICOS | MESES | | | | | | | | | | | | ANUAL |
|------------------------------------|---------------------------------------|-------|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|-----|-----|--------------|
| | | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | |
| DÍAS CON LLUVIA | | | | | | | | | | | | | | |
| El Tejar | Número de días con lluvias | 4.2 | 2.9 | 2.6 | 2.8 | 5.2 | 13.7 | 17.8 | 18.3 | 16.7 | 10.6 | 6.5 | 4.8 | 106.1 |
| | Años con datos | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | |
| Puente Jula | Número de días con lluvias | 1.9 | 1.7 | 1.6 | 1.4 | 2.5 | 8 | 10.7 | 11.1 | 8.8 | 5 | 2.5 | 1.7 | 56.9 |
| | Años con datos | 28 | 28 | 28 | 27 | 28 | 27 | 27 | 27 | 26 | 26 | 26 | 23 | |
| DÍAS CON NIEBLA | | | | | | | | | | | | | | |
| El Tejar | Número de días con Nieblas | 5.8 | 4.8 | 2.7 | 1.3 | 1.5 | 0.5 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.6 | 1.6 | 3.8 | 22.9 |
| | Años con datos | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | |
| Puente Jula | Número de días con Nieblas | 0.8 | 0.6 | 0.1 | 0.2 | 0 | 0 | 0 | 0.1 | 0.5 | 1.1 | 1.2 | 0.8 | 5.4 |
| | Años con datos | 29 | 29 | 29 | 28 | 29 | 29 | 29 | 29 | 28 | 28 | 28 | 25 | |
| DÍAS CON GRANIZO | | | | | | | | | | | | | | |
| El Tejar | Número de días con granizo | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Años con datos | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | |
| Puente Jula | Número de días con granizo | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Años con datos | 29 | 29 | 29 | 28 | 29 | 29 | 29 | 29 | 28 | 28 | 28 | 25 | |
| DÍAS CON TORMENTA ELÉCTRICA | | | | | | | | | | | | | | |
| El Tejar | Número de días con tormenta eléctrica | 0.4 | 0.5 | 0.4 | 0.9 | 1.7 | 4.7 | 8.4 | 8.2 | 5.5 | 1.9 | 0.6 | 0.8 | 33.9 |
| | Años con datos | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | |
| Puente Jula | Número de días con tormenta eléctrica | 0 | 0 | 0 | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0 | 0 | 0 | 0.9 |
| | Años con datos | 29 | 29 | 29 | 28 | 29 | 29 | 29 | 29 | 28 | 28 | 28 | 25 | |

IV.2.1.1.5. Ciclones tropicales

Por la ubicación del SAR, en la zona costera del municipio de Veracruz, se determina que en las condiciones climáticas de su territorio la influencia marítima es notable. Los ciclones tropicales son perturbaciones meteorológicas en zonas tropicales (como lo es en este caso de la Entidad Federativa de Veracruz de Ignacio de la Llave), se presentan con mayor frecuencia entre los meses de junio y noviembre debido a las condiciones climáticas.

Los ciclones tropicales pueden presentarse en alguna de sus tres fases:

- a. Como depresión tropical con velocidades de vientos menores de 63 km/hr;
- b. Como tormenta tropical con velocidades de vientos de entre 63 a 118 km. /hr; y
- c. Como huracán con velocidades arriba de 118 km/hr. Cabe mencionar un ciclón tropical adquiere la categoría de huracán cuando se presentan vientos con una velocidad mayor a los 118 km/hr.

- Huracán categoría 1: 118-153 km/hr.
- Huracán categoría 2: 154-177 km/hr.
- Huracán categoría 3: 178-209 km/hr.
- Huracán categoría 4: 210-249 km/hr.
- Huracán categoría 5: mayor a 249 km/hr.

Con base en la información del CONAGUA (CONAGUA, Ciclones Tropicales (Nacional) , 1970-2018)⁷, se ha registrado la presencia de un huracán categoría H3 dentro del SAR.

Tabla 9. Velocidades en Km/hr alcanzadas por los huracanes.

| Huracán | Velocidad registrada |
|-------------|----------------------|
| Categoría 1 | 118-153 |
| Categoría 2 | 154-177 |
| Categoría 3 | 178-209 |
| Categoría 4 | 210-249 |
| Categoría 5 | > a 249 |

Tabla 10. Registro histórico de ciclones tropicales que han pasado sobre la superficie del SAR en los últimos años.

| CLASIFICACIÓN | NOMBRE | FECHA |
|---------------------|--------|------------|
| Huracán categoría 3 | Karl | 2010-09-15 |

La superficie del SAR presenta 2 grados de riesgo por ciclones tropicales, en el **90.22 %** se clasifica como **bajo** y el **9.78 %** como **muy bajo**, tal y como se muestra en la Figura 6 y la siguiente tabla:

Tabla 11. Grado de riesgo por ciclones tropicales en el SAR.

| GRADO DE RIESGO | SUPERFICIE (Ha.) | SUPERFICIE (%) |
|-----------------|-------------------|----------------|
| Muy alto | 0.00 | 0.00 |
| Alto | 0.00 | 0.00 |
| Medio | 0.00 | 0.00 |
| Bajo | 17,181.566 | 90.22 |
| Muy bajo | 1,862.011 | 9.78 |
| TOTAL | 19,043.577 | 100.00 |

⁷ CONAGUA. (1970-2018). *Ciclones Tropicales (Nacional)*. Obtenido de <http://sina.conagua.gob.mx/sina/tema.php?tema=huracanes&ver=mapa&o=1&n=nacional>

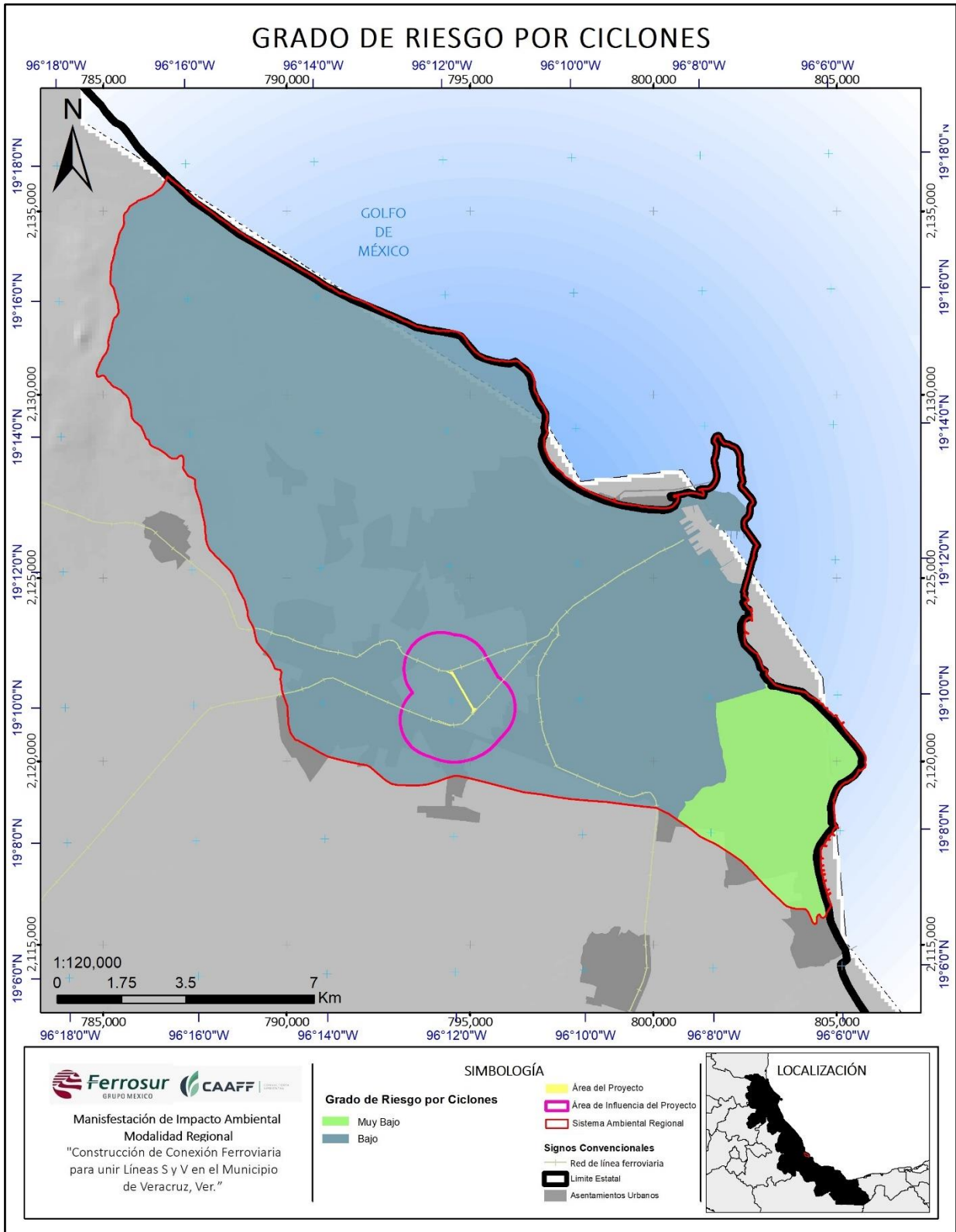


Figura 6. Grado de riesgo por ciclones tropicales en el SAR.

IV.2.1.1.6. Vientos

Los vientos de mayor intensidad en México son los que se producen durante los huracanes; por tanto, las zonas costeras, y en particular las que tienen una incidencia más frecuente de huracanes, son las que están expuestas a un mayor peligro por efecto del viento (CENAPRED, 2010⁸).

De acuerdo con el mapa de isotacas de la Comisión Federal de Electricidad (CFE⁹), el área del proyecto se encuentra dentro de la zona 5, que corresponde a una zona de vientos moderados en la que los vientos van de los 135 a 171 km/hr con dirección noroeste (figura 7).

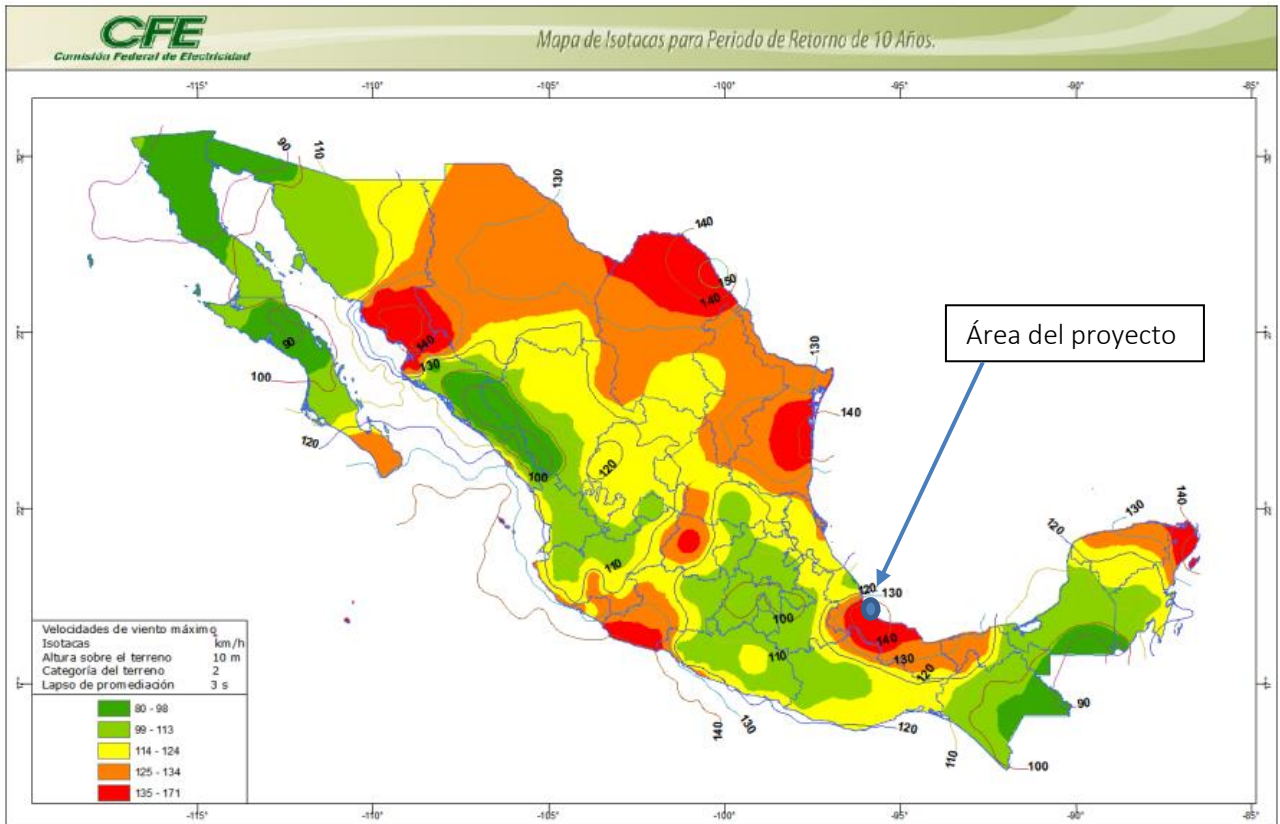


Figura 7. Regionalización eólica de la república mexicana (isotacas con periodo de retorno de 10 años).

⁸ Centro Nacional para prevención de Desastres (2018). Atlas de riesgo nacional. Disponible en: <http://www.atlasmnacionalderiesgos.gob.mx/>

⁹ Comisión federal de electricidad (CFE), (2008). Manual de Obras Civiles de Diseño por Viento (MOCDV,2008).

IV.2.1.2 Geología y Geomorfología

IV.2.1.2.1. Características litológicas

La provincia geológica que se encuentra ubicada en el municipio de Veracruz corresponde a la Plataforma de Córdoba que contempla elementos mesozoicos, con secuencias de rocas sedimentarias arenosas-arcillosas.

El sustrato geológico es el resultado de complejos procesos ocurridos en diferentes épocas geológicas. Tomando como referencia el Conjunto de Datos Geológicos Vectoriales Continuo Nacional escala 1:1,250,000 Serie I del INEGI correspondiente a la carta E14-3 Veracruz (INEGI, s.f.)¹⁰, el SAR se compone principalmente por rocas sedimentarias.

Tabla 12. Clase de rocas en el SAR.

| CLAVE | DESCRIPCIÓN | CLASE | TIPO | ERA | SISTEMA | ÁREA (ha) | PORCENTAJE (%) |
|------------------|------------------------|-------|---------|-----------|-------------|-------------------|----------------|
| H ₂ O | Cuerpo de agua perenne | N/A | N/A | N/A | N/A | 813.251 | 4.27 |
| Q(al) | Suelo | N/A | Aluvial | Cenozoico | Cuaternario | 6578.777 | 34.55 |
| Q(eo) | Suelo | N/A | Eólico | Cenozoico | Cuaternario | 11431.776 | 60.03 |
| Q(li) | Suelo | N/A | Litoral | Cenozoico | Cuaternario | 219.774 | 1.15 |
| TOTAL | | | | | | 19,043.577 | 100 |

A continuación, se describen de los tipos de rocas existentes en la superficie del SAR:

Aluvial

Es un suelo sedimentario que se ha formado a partir de material que ha sido transportado por corrientes de agua. Aunque generalmente los suelos aluviales son considerados de origen fluvial, las corrientes de agua que transportan el sedimento pueden provenir también de la lluvia o de las marismas.

Eólico

Son suelos producidos por la acción del viento y la precipitación de la lluvia. Se clasifican dos tipos, los loes que son polvos más finos que la arena y los suelos de arena que son más gruesos y forman dunas.

Litoral

Son suelos obtenidos de erosiones, sedimentación y procesos hidrológicos superficiales. Son rocas carbonatadas.

¹⁰ INEGI. (s.f.). *GEOLOGÍA*. Obtenido de <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825674601>

IV.2.1.2.2. Fallas y fracturas

En la geología se le reconoce como *falla* a la ruptura que tiene una superficie provocando deslizamientos que puede tener diversas direcciones, ya sean verticales, horizontales o la combinación de ambas.

De acuerdo con el conjunto de datos vectoriales geológicos del continuo nacional, escala 1:1,000,000 (2002), la Entidad Federativa de Veracruz de Ignacio de la Llave se presenta 29 fallas y 96 fracturas,

sin embargo, con respecto al SAR no se registró fallas o fracturas (

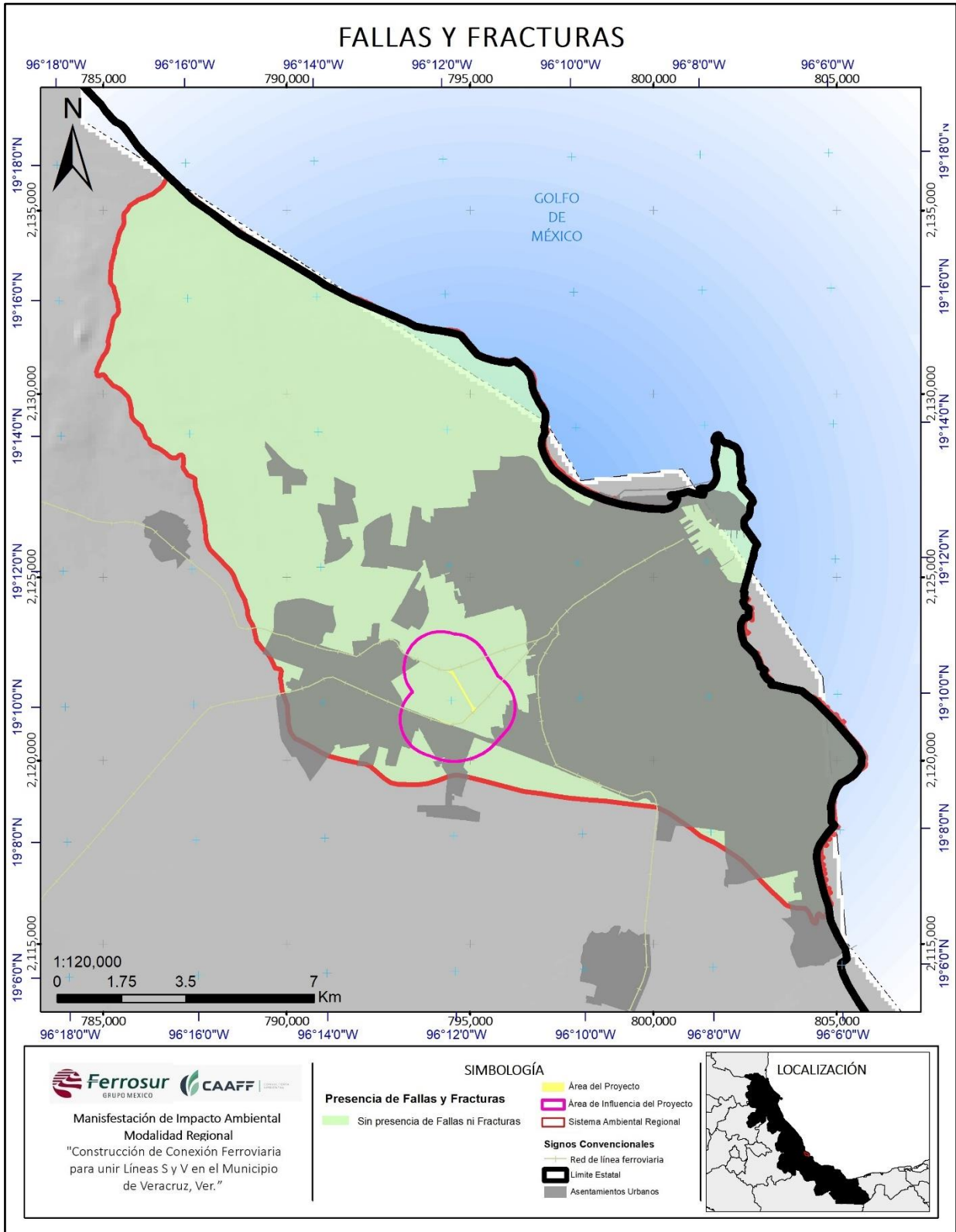


Figura 9).

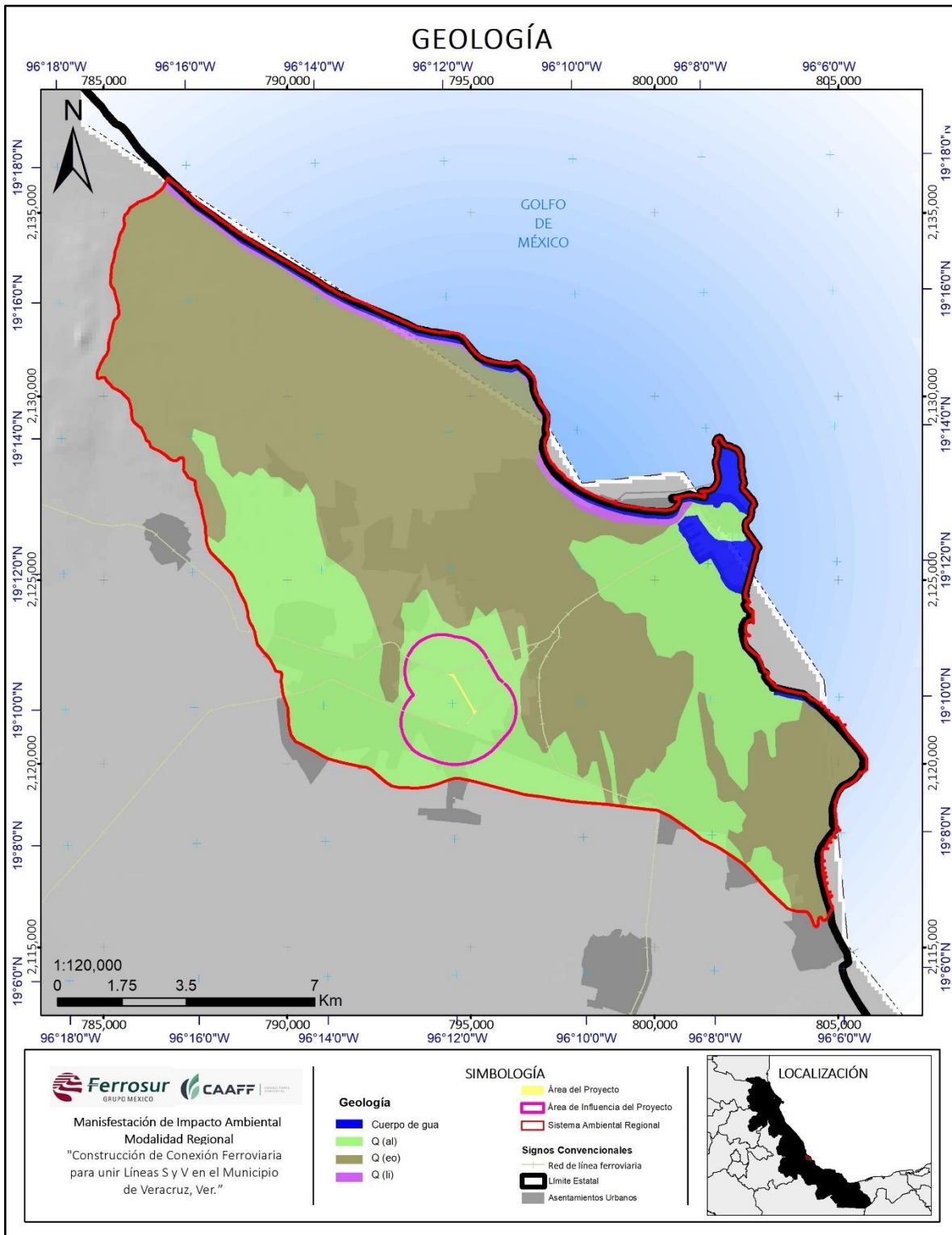


Figura 8. Mapa de geología presente en el SAR.

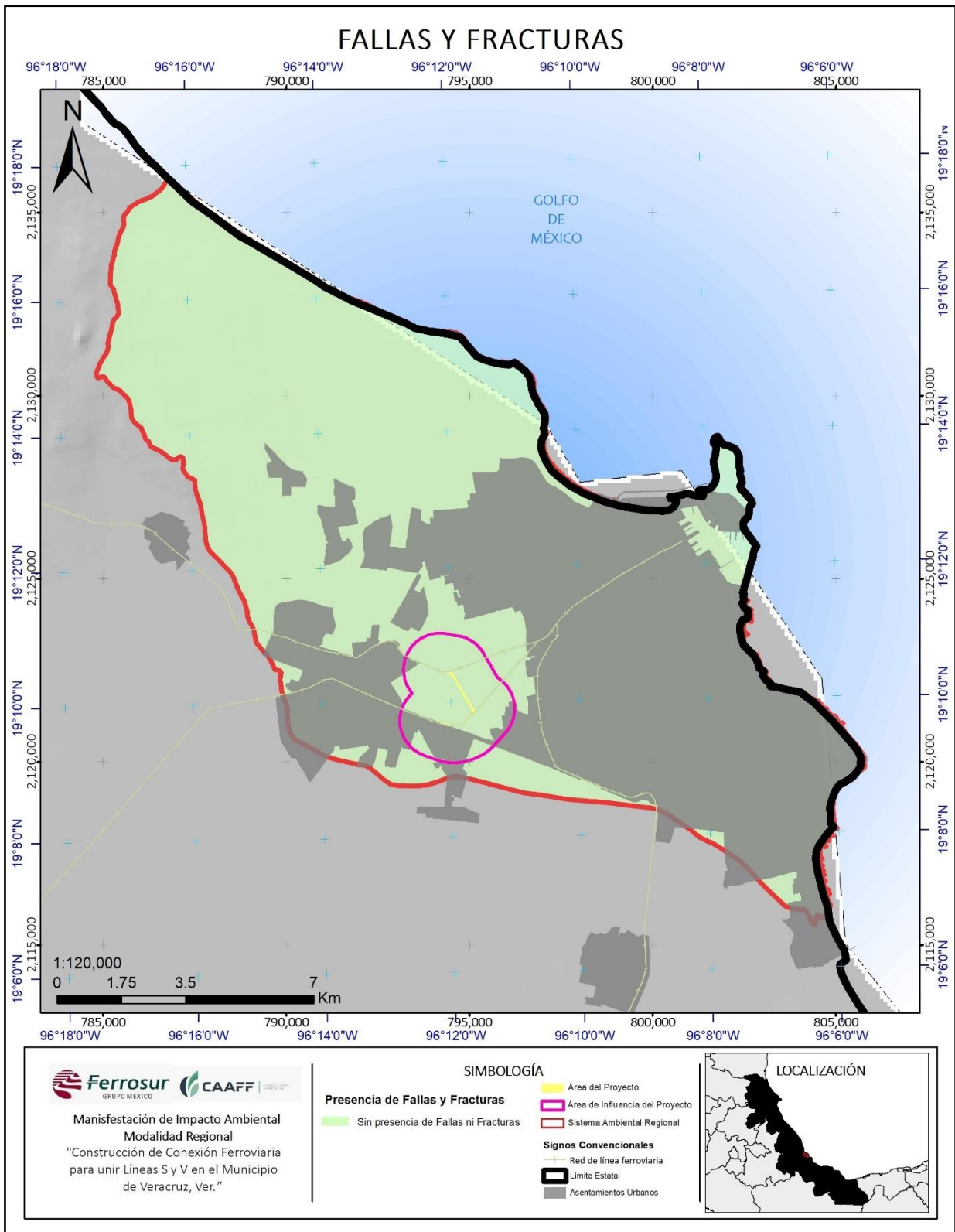


Figura 9. Fallas y fracturas geológicas en el SAR.

IV.2.1.2.3. Sismicidad

Gran parte de la República Mexicana se encuentra sujeta a la actividad sísmica, debido a que está ubicada dentro de un área llamada Cinturón de Fuego del Pacífico, región donde ocurren la mayor parte de los fenómenos sísmicos y volcánicos del mundo y que bordea al Océano Pacífico (SGM, 2017).

México está conformado por cuatro placas: dos grandes, la de Norteamérica, que va desde México hasta el Ártico y la del Pacífico, que además de incluir parte de México, incluye parte de Estados Unidos y casi todo el Pacífico Norte; una placa mediana, la de Cocos, que ocupa parte del Océano Pacífico, frente a las costas de México y Centroamérica, y se extiende al Sureste hasta Costa Rica; y la pequeña Placa de Rivera, que se encuentra en la boca del Golfo de California (*Ibid*).

México cuenta con una clasificación según el peligro sísmico limitado en cuatro zonas (CFE, 2015)¹¹:

Zona A: No cuenta con registro histórico o reportes de sismos grandes en los últimos 80 años y donde las aceleraciones del terreno se esperan menores al 10 % del valor de la gravedad.

Zona B y C: presentan sismicidad con menor frecuencia o bien, están sujetas a aceleraciones del terreno que no rebasan el 70 % de gravedad.

Zona D: Han ocurrido con frecuencia grandes temblores y las aceleraciones del terreno que se esperan pueden ser superiores al 70 % de gravedad.

De acuerdo con la información anterior se obtuvo la Figura 10, la cual representa la regionalización sísmica propuesta por la CFE, en el SAR se ubica dentro de la Entidad Federativa de Veracruz de Ignacio de la Llave, el cual en su totalidad se sitúa sobre una zona clasificada como "B", por consiguiente el SAR presenta la misma situación, a lo que se concluye que el riesgo que se tiene es "Bajo".

¹¹ CFE. (2015). *MANUAL DE DISEÑO DE OBRAS CIVILES DISEÑO POR SISMOS*. MÉXICO.

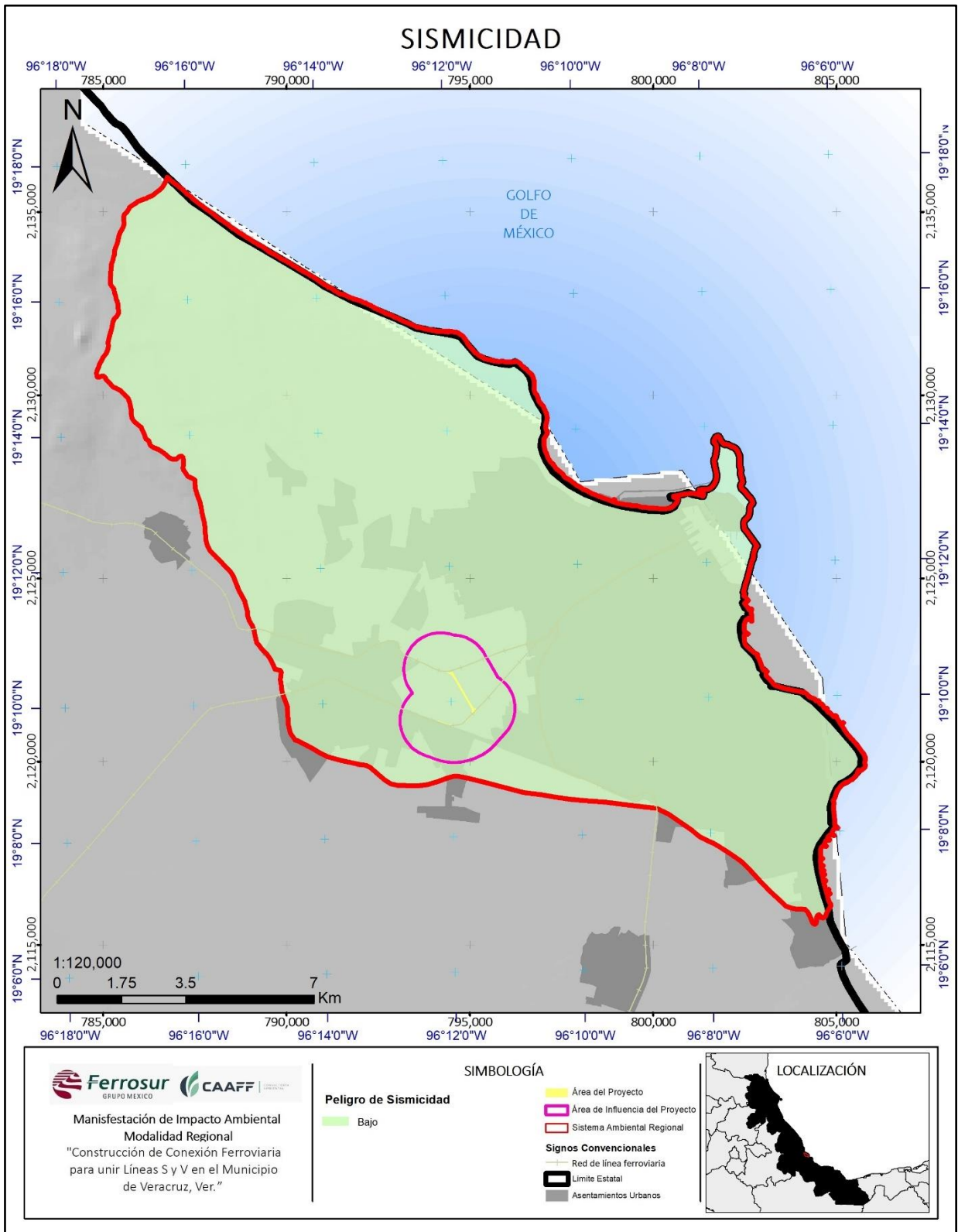


Figura 10. Regionalización sísmica nacional (CFE) y ubicación del SAR.

IV.2.1.2.4. Hundimientos y deslizamientos

Un deslizamiento es un tipo de corrimiento o movimiento de masa de tierra, provocado por la inestabilidad de un talud. Se produce cuando una gran masa de terreno se convierte en zona inestable y desliza con respecto a una zona estable, a través de una superficie o franja de terreno de pequeño espesor. Los deslizamientos se producen cuando en la franja se alcanza la tensión tangencial máxima en todos sus puntos. Estos tipos de inestabilidades son evitables por medios técnicos, y el resto de los tipos de corrimientos (flujo de arcilla, licuefacción y reptación) resultan más difíciles de evitar.

Los peligros o riesgos geológicos se pueden definir como los procesos, situaciones o sucesos que pueden generar un daño económico o social a una comunidad y para cuya prevención, predicción o corrección han de emplearse criterios geológicos.

Por su ubicación el Sistema Ambiental Regional y el área del proyecto **no se sitúan** sobre un área susceptible a hundimiento y deslizamientos o en alguna región potencial de deslizamiento de laderas como se muestra en la figura 11, de acuerdo con la información del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED, *s.f.*).¹²

¹² Centro Nacional para prevención de Desastres (2018). Atlas de riesgo nacional. Disponible en : <http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/>

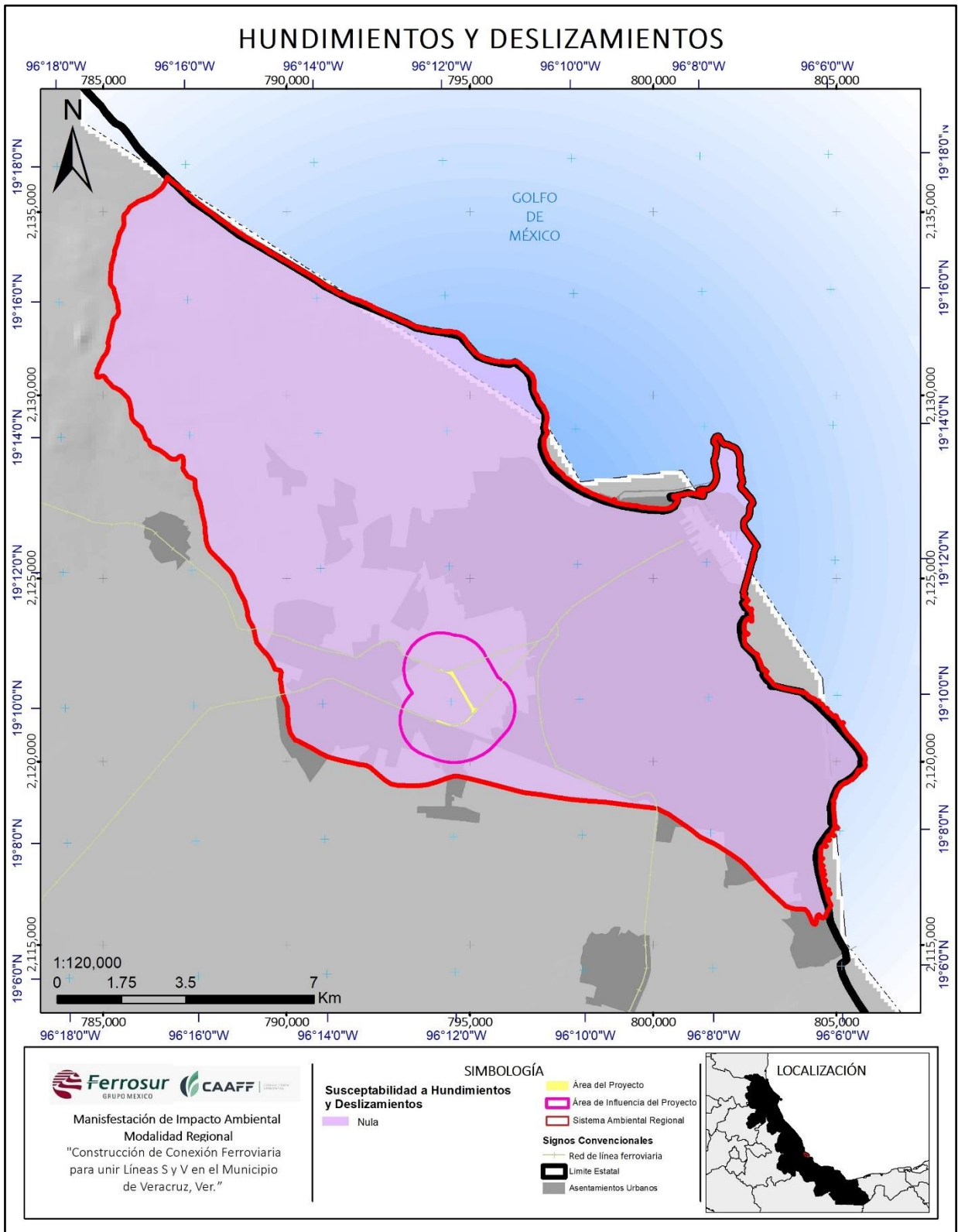


Figura 11. Hundimientos y deslizamientos en el SAR.

IV.2.1.2.5. Inundaciones

Las inundaciones son consideradas como uno de los fenómenos de mayor impacto en el ámbito mundial, debido al efecto que ocasionan en grandes extensiones territoriales densamente pobladas. Domínguez *et al.* (1999)¹³ define una inundación como el proceso que se produce cuando el gasto de una avenida generada en una cuenca supera la capacidad del cauce por lo que el exceso de agua escurre fuera del mismo, hacia las partes más bajas. Las inundaciones son fenómenos naturales que se convierten en peligros cuando los espacios ocupados por las poblaciones abarcan las llanuras de inundación naturales de un río y, por consecuencia, son afectadas por la acumulación de agua.

De acuerdo con la carta Grado de riesgo por inundaciones por municipios (CENAPRED, 2001) ^(8a) el grado de vulnerabilidad se divide en bajo, medio alto y sin presencia de riesgo. Tomando como referencia esta información, el SAR se ubica en su totalidad en un grado de vulnerabilidad medio (figura 12).

¹³ Domínguez, R., O. Fuentes y F. García (1999), Inundaciones, Serie Fascículos No. 3, CENAPRED, México.

^(8a) Centro Nacional para la Prevención de Desastres, 2001. Atlas Nacional de Riesgos de la República Mexicana. CENAPRED. México, D.F. 1ª. Ed. Disponible en : <http://www.cenapred.gob.mx/es/Publicaciones/archivos/36-DIAGNOSTICODEPELIGROSEIDENTIFICACINDERIESGOSDEDESASTRESENMEXICO.PDF>

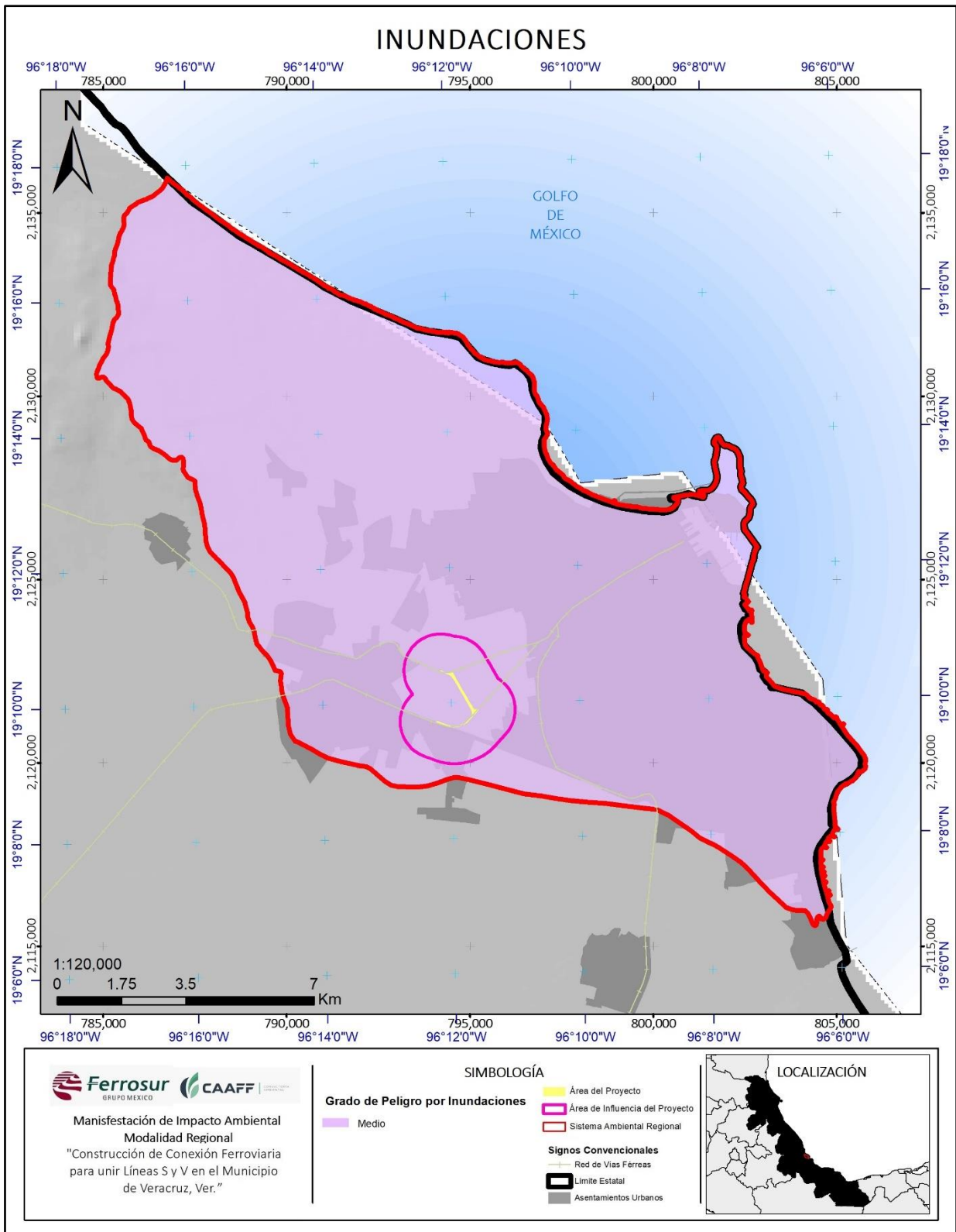


Figura 12. Inundaciones en el SAR.

IV.2.1.3. Topografía

Entre las características más importantes del relieve se encuentran las que se refieren a las elevaciones, pendientes y exposiciones del terreno y que determinan las topoformas de la superficie; algunas otras características tales como la fisiografía, son parte complementaria de la morfología de una superficie determinada.

IV.2.1.3.1. Elevaciones

En relación con las elevaciones presentes en el SAR, el rango de alturas de mayor frecuencia es de 20 a 40 metros sobre el nivel del mar, seguido del rango de los 0 a 20, cubriendo una superficie de **49.20 %** y **26.20 %** del total del SAR (tabla 13).

Tabla 13. Elevaciones presentes en el SAR.

| ELEVACIONES (m.s.n.m.) | SUPERFICIE (ha) | SUPERFICIE (%) |
|------------------------|-------------------|----------------|
| 0 - 20 | 4981.253 | 26.2 |
| 20 - 40 | 9372.723 | 49.2 |
| 40 - 60 | 3740.797 | 19.6 |
| 60 - 80 | 511.670 | 2.7 |
| >80 | 437.134 | 2.3 |
| TOTAL | 19,043.577 | 100 |

En la Figura 1313 se muestra la distribución de las elevaciones del SAR.

IV.2.1.3.2. Pendiente del terreno

La pendiente describe el grado mínimo y máximo de inclinación de las elevaciones del terreno, con lo cual se puede conocer desde esta perspectiva la forma del terreno.

Las pendientes presentes en el SAR, con mayor frecuencia tienen una inclinación menor a 5°, seguido del rango de los 5 a los 10°, cubriendo una superficie de **40.23 %** y **20.15 %** del total del SAR (tabla 14).

Tabla 14. Pendientes presentes en el SAR.

| PENDIENTE DEL TERRENO EN GRADOS | SUPERFICIE (ha) | SUPERFICIE (%) |
|---------------------------------|-------------------|----------------|
| < 5 | 7,662.134 | 40.23 |
| 5 - 10 | 3,837.867 | 20.15 |
| 10 - 20 | 4,940.298 | 25.94 |
| 20 - 30 | 1886.676 | 9.91 |
| 30 - 40 | 538.022 | 2.83 |
| 40 - 50 | 137.925 | 0.72 |
| >50 | 40.655 | 0.17 |
| TOTAL | 19,043.577 | 100.00 |

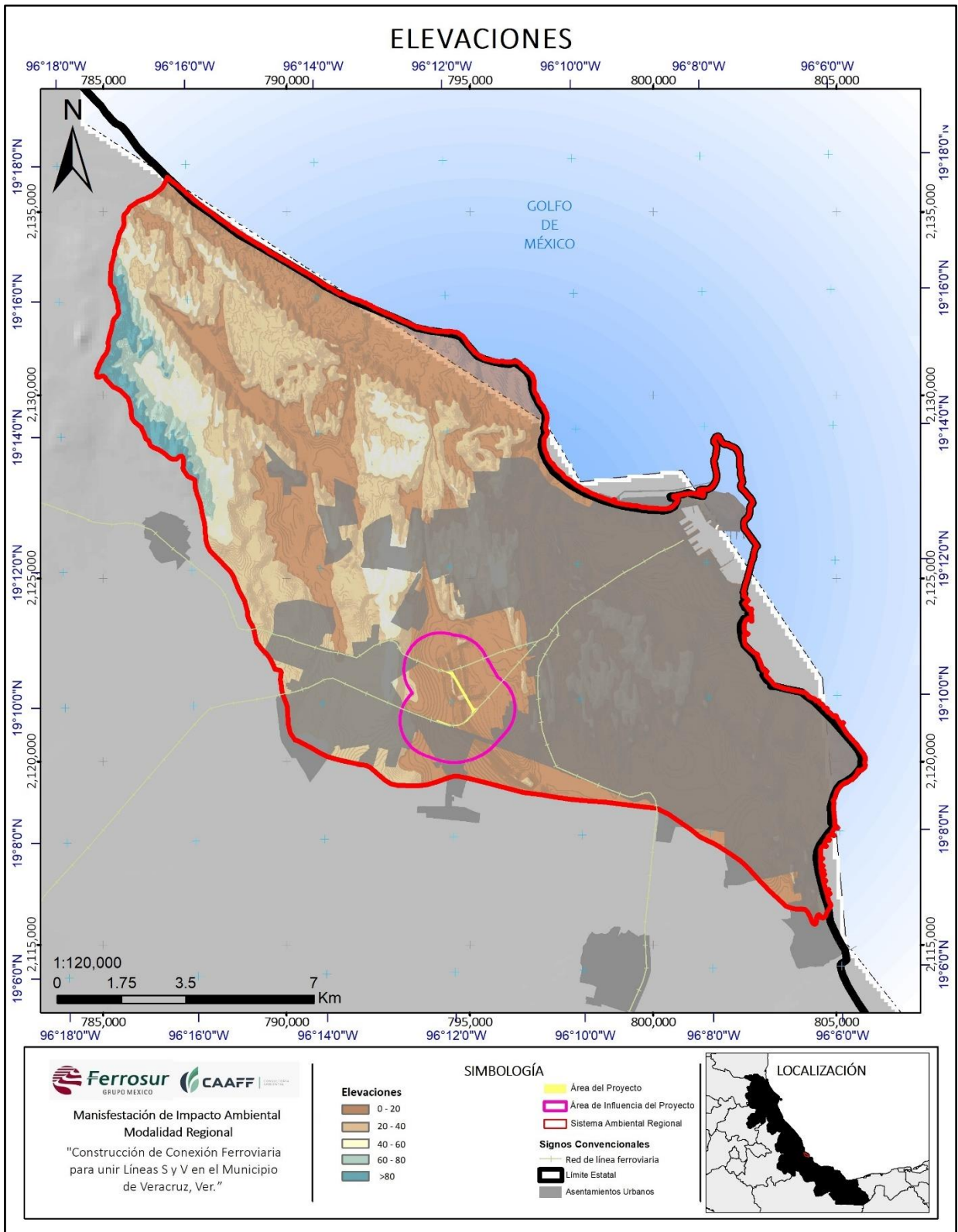


Figura 13. Mapa de elevaciones del terreno dentro del SAR.

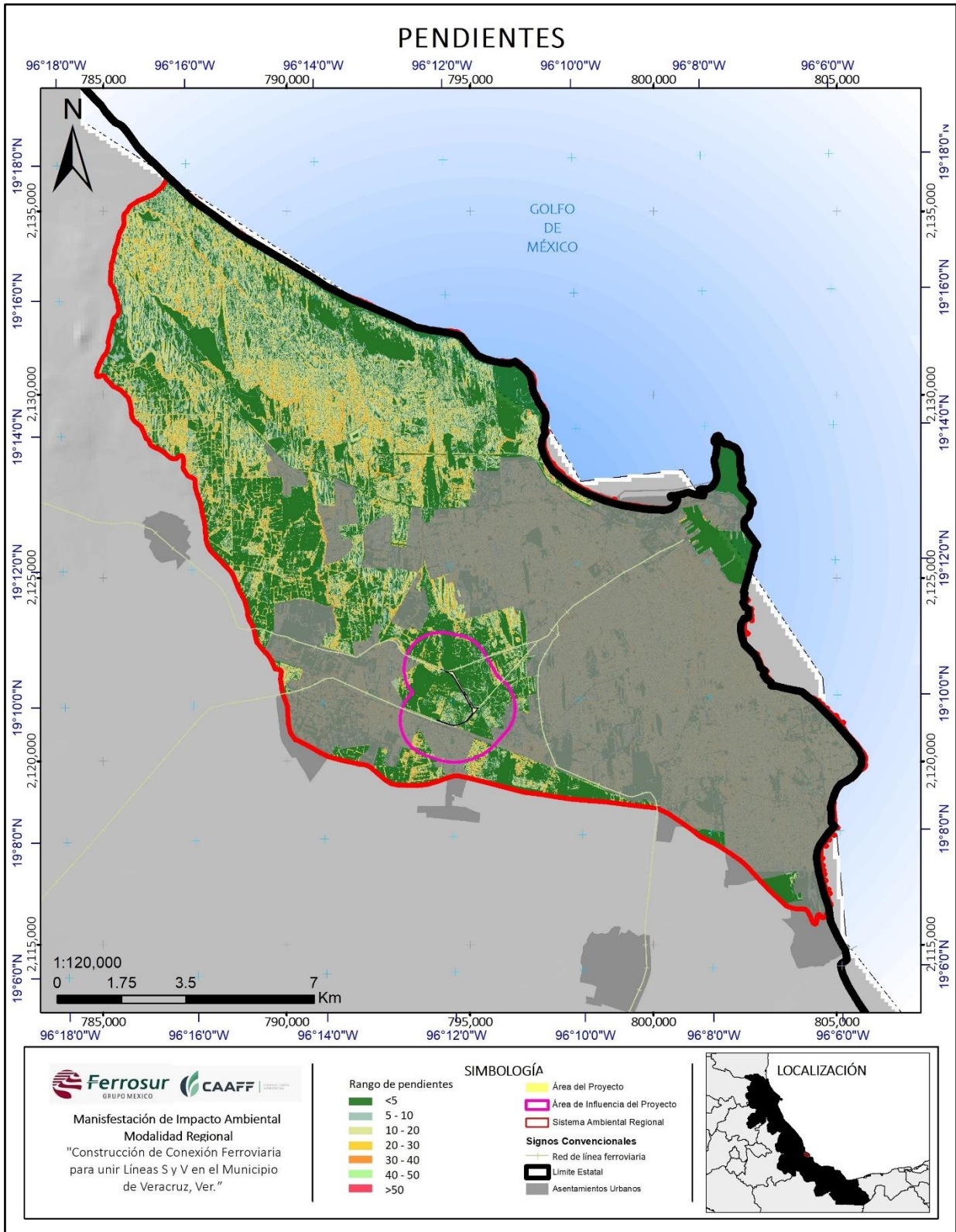


Figura 14. Mapa de pendientes del terreno dentro del SAR.

IV.2.1.3.3. Exposición

La situación que guarda un objeto con relación a los puntos cardinales es denominada como exposición, vinculada directamente con la dirección de inclinación de la pendiente.

Cada tipo de exposición tiene unas condiciones micro-climáticas especiales que determinan los estadios de vegetación y de manera recíproca cuando llegan a su clímax modifican también las condiciones micro-climáticas. En este sentido, la influencia de la vegetación y las exposiciones al norte puede traducirse en una disminución de las oscilaciones y una creciente de humedad; mientras que, superficies desnudas y exposiciones hacia el sur, presentan grandes oscilaciones, altos grados de desecación de aire y suelo.

Para la determinación de la exposición se usó un software de Sistema de Información Geográfica (función *aspect* de ArcGIS 10.3.)¹⁴ a través del procesamiento del Modelo Digital de Elevación del Continuo de Elevaciones Mexicano 3.0 del INEGI¹⁵. Dentro del SAR, la orientación del terreno que predomina es con dirección Este, representando un 17.0 % de la superficie total, seguida de las exposiciones Noreste con 14.0 % y Oeste con 13.90 %, las exposiciones menos presentes son el cenital en el 2.9 % y sur en el 9.5 % de la superficie del SAR (Tabla 15).

Tabla 15. Exposiciones presentes en el SAR.

| EXPOSICIÓN | SUPERFICIE (Ha) | SUPERFICIE (%) |
|--------------|-------------------|----------------|
| Cenital | 560.156 | 2.9 |
| Norte | 2090.866 | 11.0 |
| Noreste | 2665.935 | 14.0 |
| Este | 3240.434 | 17.0 |
| Sureste | 1985.761 | 10.4 |
| Sur | 1817.835 | 9.5 |
| Suroeste | 1990.242 | 10.5 |
| Oeste | 2653.103 | 13.9 |
| Noroeste | 2039.245 | 10.7 |
| TOTAL | 19,043.577 | 100.00 |

En la siguiente figura se puede observar la distribución de la orientación del terreno en el SAR.

¹⁴ Esri, 2020. Función *aspect*. Disponible en: <https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/tools/spatial-analyst-toolbox/how-aspect-works.htm>

¹⁵ INEGI, 2020. Continuo de Elevaciones Mexicano 3.0. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/app/geo2/elevacionesmex/#:~:text=El%20Continuo%20de%20Elevaciones%20Mexicano,le%20integran%20valores%20que%20representan>

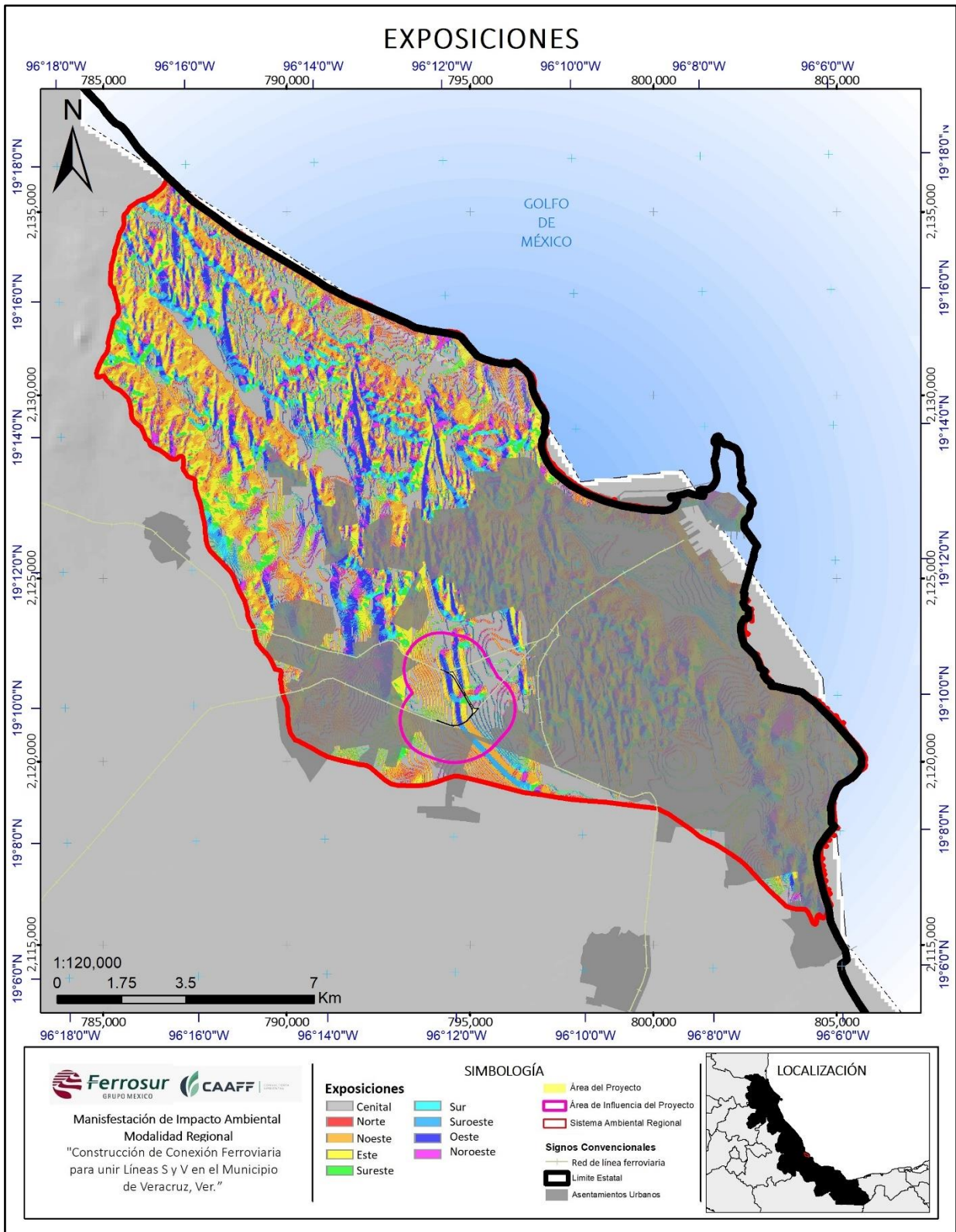


Figura 15. Mapa de exposiciones del terreno dentro del SAR

IV.2.1.3.4. Topoformas

El Sistema de Topoformas es un conjunto de formas que presenta el terreno asociadas entre sí, según algún patrón (o patrones) estructural(es) o degradativo(s) y, además presentan un mayor grado de uniformidad paisajística en relación con la unidad jerárquica que las comprende (Bocco, et al, 2004).¹⁶

De acuerdo el conjunto de datos vectoriales fisiográficos, del continuo nacional Serie I, del sistema de topoformas (INEGI, 2001¹⁷), las clases de topoformas se clasifican con base a la elevación, aspecto, componente, origen, material de depósito, ubicación, asociación y fase.

Dentro de los límites del SAR se encuentran tres sistemas de topoformas: principalmente ocupando el **64.21 %** de la superficie se presenta por Llanura Aluvial Costera, en el **32.46 %** una topoforma definida como Lomerío con Llanura y en el **3.34 %** por cuerpo de agua (¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.6).

Tabla 16. Topoformas presentes en el SAR.

| TOPOFORMA | SUPERFICIE (Ha) | SUPERFICIE (%) |
|-------------------------|-------------------|----------------|
| Llanura Aluvial Costera | 12,227.539 | 64.20 |
| Lomerío con Llanuras | 6,180.668 | 32.46 |
| Cuerpo de Agua | 635.370 | 3.34 |
| TOTAL | 19,043.577 | 100.00 |

¹⁶ Bocco, G., M. Orozco, E. Peters y E. Ezcurra. 2004. La cartografía de los recursos naturales. En: Patrimonio cultural y turismo. Cuadernos 8. Cartografía de Recursos Culturales de México. Pp. 137-152. CONACULTA, México

¹⁷ INEGI, (2010). Conjunto de datos vectoriales Fisiográficos. Continuo Nacional serie I. Sistema topoformas. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825267582>

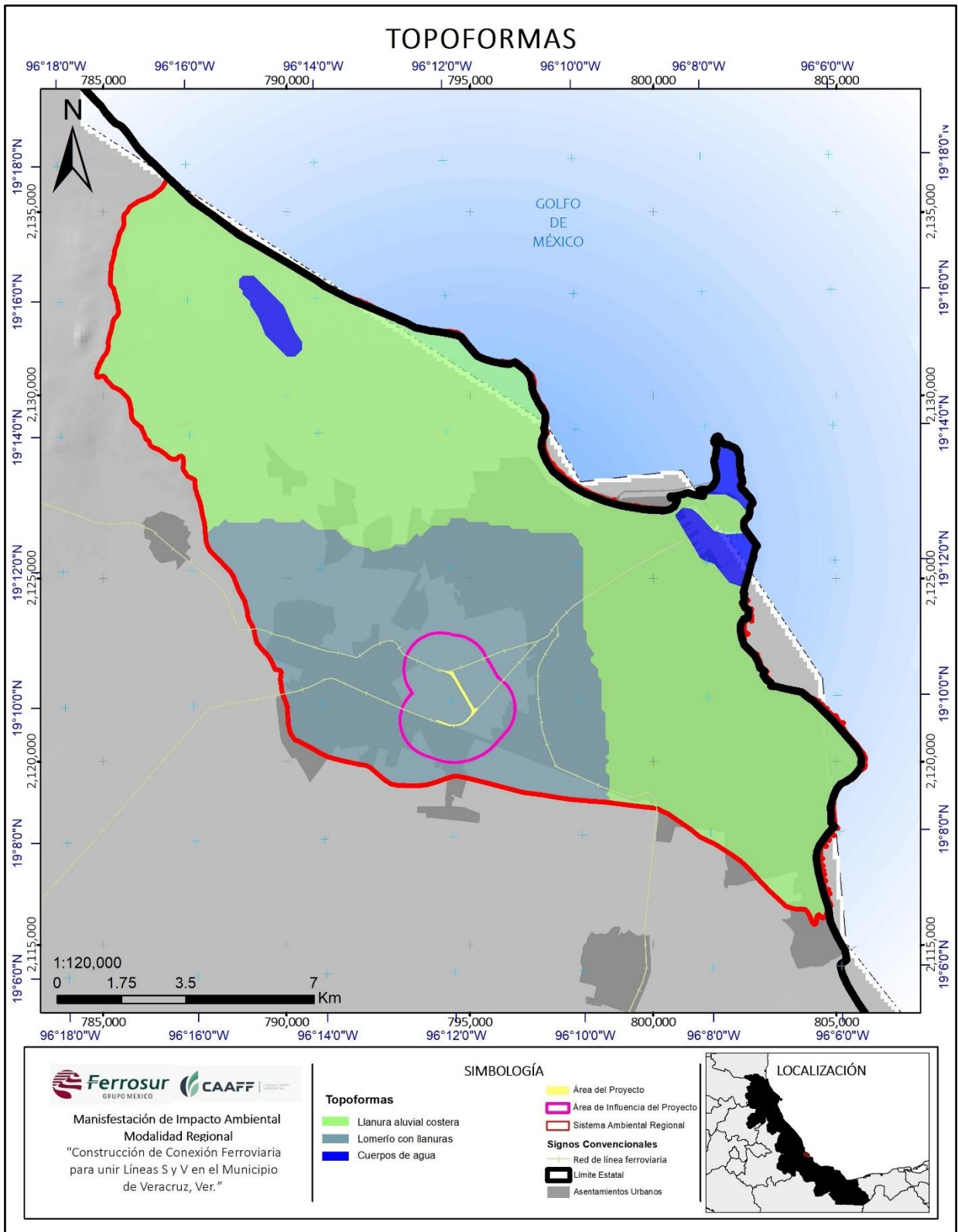


Figura 16. Mapa de sistema de topografías presentes en el SAR.

IV.2.1.3.5. Provincia fisiográfica

La Provincia fisiográfica representa la unidad más amplia definida en este sistema jerárquico y consiste en los grandes conjuntos estructurales que integran un continente, generalmente conforman unidades morfológicas superficiales con características distintivas tales como origen geológico unitario sobre la mayor parte de su superficie, un sólo patrón litológico o un mosaico litológico complejo que resulta de un origen común, morfología propia y extensa a fin de poderse dividir en subprovincias (Bocco, *et al*, 2004).¹⁸

De acuerdo el conjunto de datos vectoriales fisiográficos, del continuo nacional Serie I, provincias fisiográficas (INEGI, 2001¹⁹), el SAR en su totalidad forma parte de la provincia fisiográfica **Llanura Costera del Golfo Sur**. Limita al Norte con el Golfo de México; al Este, tiene límites con la Provincia de la Península de Yucatán y Belice; al Sur, limita con las provincias de la Cordillera Centroamericana y la provincia de la Sierra de Chiapas y Oaxaca; y en la porción Oeste, limita con las Provincias de la Sierra Madre Sur y la provincia de la Sierra Volcánica Transversal o Eje Neovolcánico.

La provincia Llanura Costera del golfo Sur abundan suelos profundos formados por materiales depositados por los ríos, debido a que en esta zona tienen su desembocadura al golfo de México algunos de los más caudalosos y grandes ríos del país, como son el Grijalva, el Usumacinta, el Coatzacoalcos y el Papaloapan. Al oriente de Tabasco se tiene una gran zona inundable con abundancia de pantanos permanentes hasta cerca de la Laguna de Términos en Campeche.

Una importante discontinuidad fisiográfica, la de la sierra volcánica de los Tuxtlas, interrumpe el paisaje de la provincia sobre la costa, en donde se levantan los volcanes de San Martín (1654 msnm) y Vigía de Santiago (800msnm). El lago de Catemaco, con 9 a 10 km de diámetro, es una de las mayores calderas volcánicas del país.

IV.2.1.3.6. Subprovincias fisiográficas

Una Subprovincia fisiográfica se integra por geoformas típicas de la provincia, pero su frecuencia, magnitud o variación morfológica son diferentes a las de la provincia en general, pero ahora asociadas por otras diferentes y que le son distintivas por no aparecer en forma importante en el resto de la provincia (Bocco, *et al*, 2004).

De acuerdo el conjunto de datos vectoriales fisiográficos, del continuo nacional Serie I, Subprovincias fisiográficas (INEGI, 2001)²⁰, En lo correspondiente a la subprovincia, el SAR está influenciada en su totalidad por un sistema, **La Llanura Costera Veracruzana**.

¹⁸ Bocco, G., M. Orozco, E. Peters y E. Ezcurra. 2004. La cartografía de los recursos naturales. En: Patrimonio cultural y turismo. Cuadernos 8. Cartografía de Recursos Culturales de México. Pp. 137-152. CONACULTA, México

¹⁹ INEGI, (2010). Conjunto de datos vectoriales Fisiográficos. Continuo Nacional serie I. Provincias fisiograficas. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825267575>

²⁰ INEGI, (2010). Conjunto de datos vectoriales Fisiográficos. Continuo Nacional serie I. Provincias fisiograficas. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825267599>

La Llanura Costera Veracruzana: ocupa la mitad occidental de la provincia; en su territorio central y noroeste se localiza la cuenca baja del río Papaloapan, uno de los mayores del país, que desemboca al golfo por la Laguna de Alvarado, Veracruz. Es desde la zona noroeste que ese gran río, derivación costera del río Santo Domingo y sus afluentes desde las Sierras Orientales, recibe las aguas de los ríos Blanco y Tonto y, desde el sur, los de Tesechoacan y San Juan, cuyos orígenes más remotos también se encuentran en las Sierras Orientales. Los materiales superficiales de esta cuenca baja son casi todos aluviales. Al norte de la cuenca baja del Papaloapan, atravesando una serie de cuevas levemente inclinadas hacia el mar, descienden ríos menores (Atoyac, Jamapa y Paso de Ovejas, entre otros) que nacen en las subprovincias orientales del Eje Neovolcánico. En el sureste de la subprovincia se encuentra la cuenca del río Coatzacoalcos al que se une, a la altura de Minatitlán, el Uxpanapa. Estos ríos son perennes pero erráticos, con fuertes crecidas de sus gastos en los meses de verano.

La catástrofe diluvial de la cuenca baja del Papaloapan en 1944 condujo a la creación de la Comisión de la Cuenca del Papaloapan y a la construcción de la presa Miguel Alemán que controla al río Tonto. Los escurrimientos medios anuales de los terrenos que integran a las cuencas del Papaloapan y Coatzacoalcos son de 39 175 y 22 395 millones de metros cúbicos, respectivamente, un 12.10 y 6.86 % de los recursos hidrológicos disponibles del país.

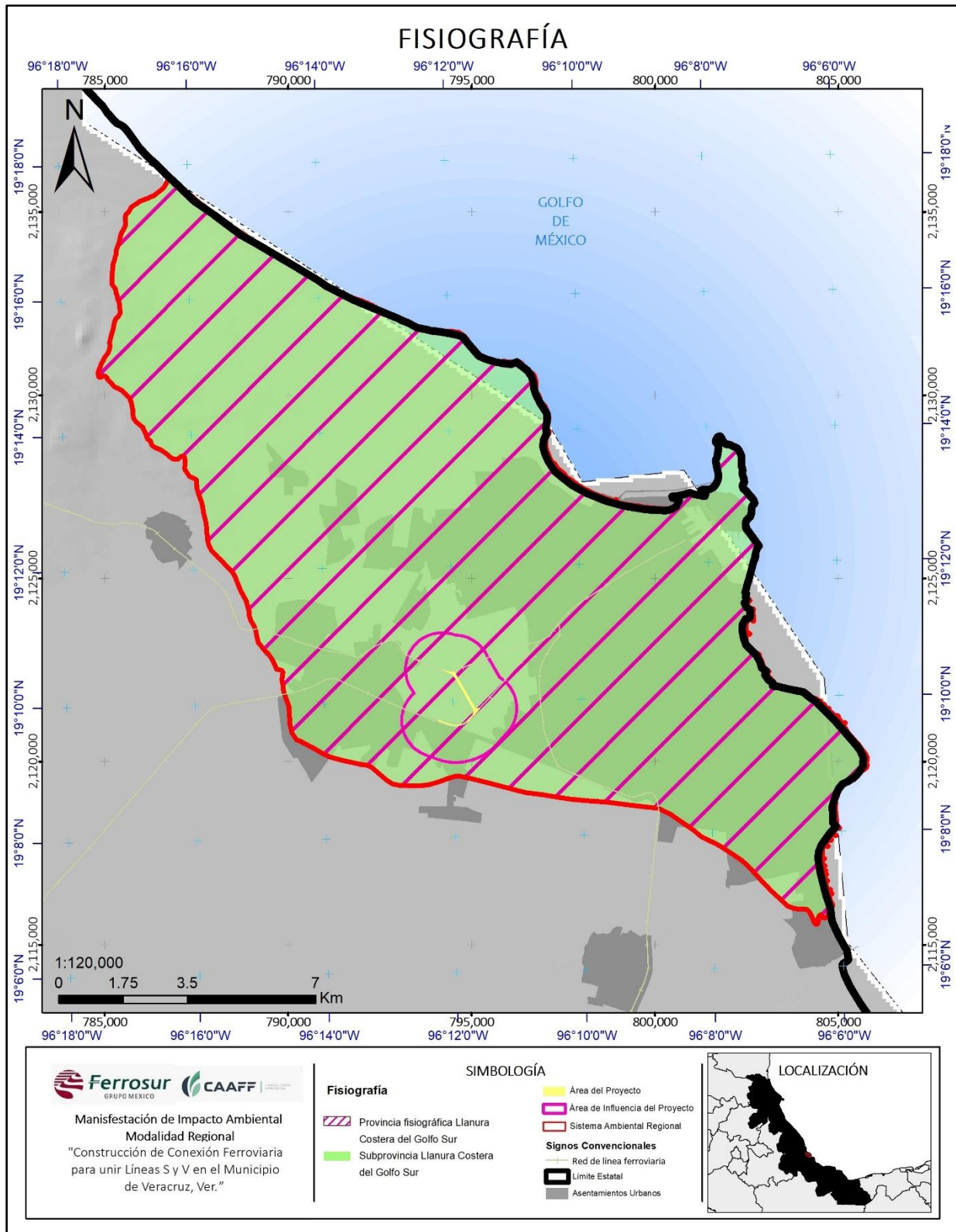


Figura 17. Mapa de fisiografía presentes en el SAR.

IV.2.1.4. Edafología

IV.2.1.4.1. Unidades de suelo

Existen diferentes sistemas de clasificación de suelo, para el presente proyecto se utilizó el conjunto de datos vectoriales Edafológicos escala 1: 250 000 Serie del INEGI. De donde se obtuvo que el SAR domina la unidad de suelo *Arenosol*.

Esta capa de INEGI contiene información actualizada de los diferentes grupos suelos que existen en el territorio mexicano, utilizando para la clasificación de los suelos el Sistema Internacional Base Referencial Mundial del Recurso Suelo, (FAO, 2015) ²¹(por sus siglas en inglés *World Reference Base for Soil Resources WRB*), publicado por la Sociedad Internacional de las Ciencias del Suelo (SICS), Centro Internacional de Referencia e Información de Suelos (ISRIC) y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y adaptado por el INEGI, para las condiciones ambientales de México. En este caso, en el sistema ambiental regional se presentan los siguientes tipos de suelo y sus asociaciones (17).

Tabla 17. Unidades y subunidades de suelo presente en el SAR.

| CLAVE | GRUPOS DE SUELO DE REFERENCIA, CALIFICADOR Y ESPECIFICADOR (WRB 2007) | SUPERFICIE (ha) | SUPERFICIE (%) |
|---------------|---|-------------------|----------------|
| VRpe+VRcr/3 | Vertisol pélico asociado con vertisol crómico de textura fina | 5,027.133 | 26.40 |
| Arca+RGcaar/1 | Arenosol calcárico asociado con Regosol Calcárico arénico de textura gruesa | 8,964.951 | 47.07 |
| ZU | Zona urbana | 5,051.493 | 26.53 |
| TOTAL | | 19,043.577 | 100.00 |

La Clave para los grupos de suelos en la WRB deriva de la Leyenda del Mapa de Suelos del Mundo. La clave está basada principalmente en la funcionalidad, generada para derivar la clasificación correcta lo más eficientemente posible.

* Grupos de suelo

ARENOSOL (AR): Del latín arena: arena. Literalmente, suelo arenoso. Suelos que se localizan principalmente en zonas tropicales o templadas muy lluviosas del sureste de México. La vegetación que presentan es variable. Se caracterizan por ser de textura gruesa, con más del 65 % de arena al menos en el primer metro de profundidad. En México son muy escasos, y su presencia se limita principalmente a las llanuras y pantanos tabasqueños y del norte de Chiapas. Estos suelos tienen una alta permeabilidad, pero muy baja capacidad para retener agua y almacenar nutrientes. La susceptibilidad a la erosión en los Arenosoles va de moderada a alta.

²¹ IUSS Working Group WRB, 2015. Base referencial mundial del recurso suelo 2014, Actualización 2015. Sistema internacional de clasificación de suelos para la nomenclatura de suelos y la creación de leyendas de mapas de suelos. Informes sobre recursos mundiales de suelos 106. FAO, Roma. Disponible en: <http://www.fao.org/3/i3794es/i3794es.pdf>

VERTISOL (V): Del latín *vertere*, voltear. Literalmente, suelo que se revuelve o que se voltea. Suelos de climas templados y cálidos, especialmente de zonas con una marcada estación seca y otra lluviosa. La vegetación natural va de selvas bajas a pastizales y matorrales. Se caracterizan por su estructura masiva y su alto contenido de arcilla, la cual es expandible en húmedo formando superficies de deslizamiento llamadas facetas y que por ser colapsables en seco pueden formar grietas en la superficie o a determinada profundidad. Su color más común es el negro o gris oscuro en la zona centro a oriente de México y de color café rojizo hacia el norte del país. Su uso agrícola es muy extenso, variado y productivo. Ocupan gran parte de importantes distritos de riego en Sinaloa, Sonora, Guanajuato, Jalisco, Tamaulipas y Veracruz. Son muy fértiles pero su dureza dificulta la labranza. En estos suelos se produce la mayor parte de caña, cereales, hortalizas y algodón. Tienen baja susceptibilidad a la erosión y alto riesgo de salinización.

* **Calificadores de suelo**

Calcárico (ca): Del latín *calcareum*: calcáreo. Suelos ricos en cal y nutrientes para las plantas. Calcáreo al menos entre 20 y 50 cm desde la superficie del suelo. Unidades de suelo: Feozem, Fluvisol, Gleysol y Regosol.

Pélico (pe): presenta en la matriz del suelo, de los 30 cm superiores, una intensidad de color en húmedo de 3.5 o menos y una pureza de 1.5 o menor.

* **Clases Texturales del suelo**

La textura es la característica física del suelo determinada por la proporción relativa en la que se encuentran cada uno de sus componentes minerales o partículas primarias: arena, limo y arcilla. La textura influye sobre otras propiedades del suelo tales como la capacidad de almacenamiento de agua y su movimiento en el suelo; influye también en la capacidad de abastecimiento de nutrimentos y aire para las plantas y demás organismos vivos. Es uno de los factores más importantes al evaluar la erosionabilidad del suelo.

En el SAR, se presentan los dos niveles de textura, dominando la clase fina con un 26.40 % de representatividad en la cuenca y por la textura gruesa con 47.08 %. Así mismo, el resto de superficie no tiene definida una textura ya que se encuentra en una zona urbana., como se muestra en la siguiente figura:

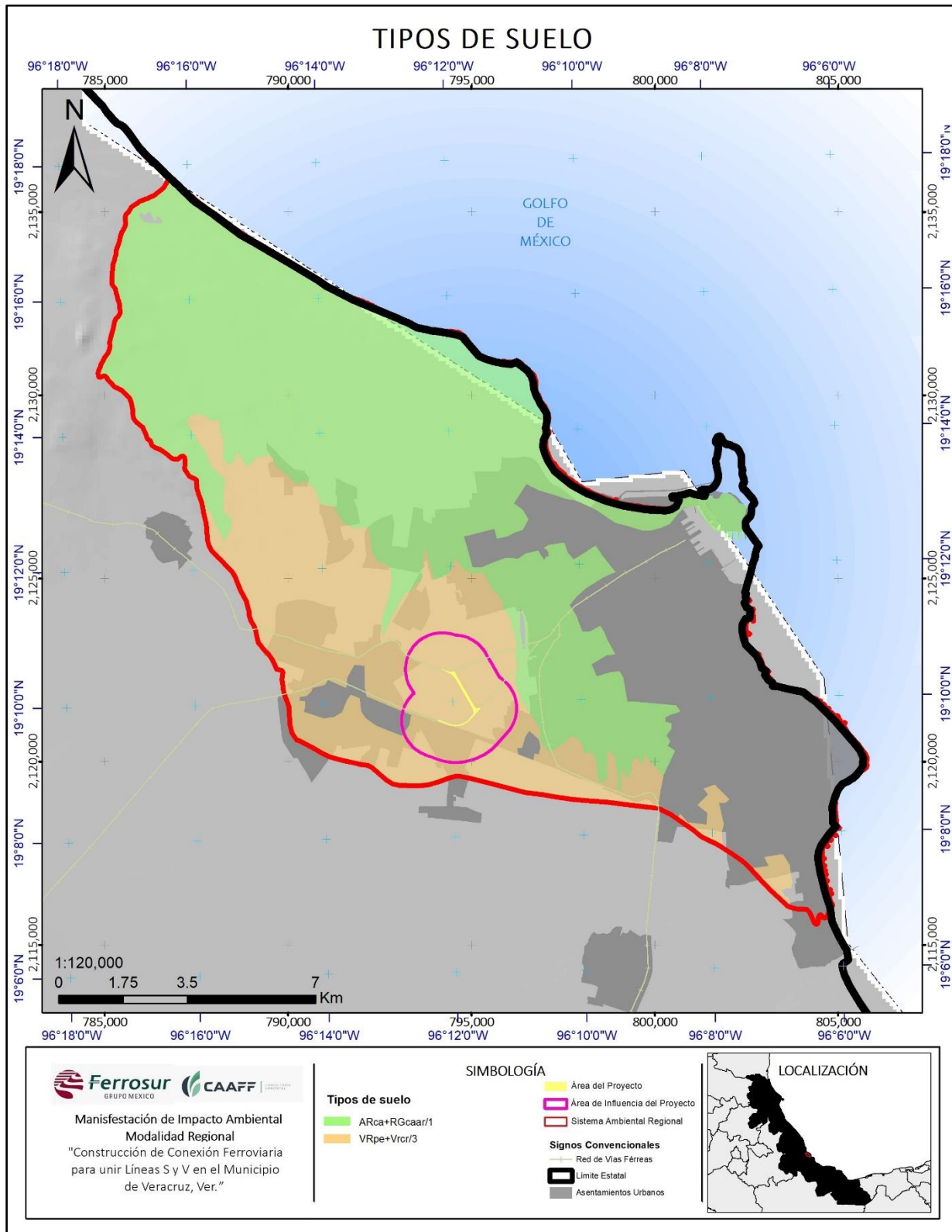


Figura 18. Tipos de suelo presentes en el SAR.

IV.2.1.4.2. Erosión hídrica

Entre los diversos procesos de deterioro del suelo, la erosión es uno de los más importantes; este proceso es originado en parte por factores naturales y en otra medida por factores inducidos debido a la actividad de la creciente población humana. La erosión es la pérdida de suelo fértil, debido a que el agua normalmente arrastra la capa superficial de la tierra.

El ser humano acelera la pérdida de suelos fértiles por la remoción de la cubierta vegetal, producto de actividades de desarrollo socioeconómico. Estas prácticas sin criterios de prevención, mitigación o compensación contribuyen en gran medida a que este problema se agrave cada día más.

Uno de los factores importantes en el proceso para controlar la erosión es la evaluación del riesgo a la erosión, el cual tiene como objeto identificar aquellas áreas, donde la productividad sostenible de un uso específico de tierra es amenazada por una pérdida excesiva de suelo (Zarate y Anaya, 1992; citados por Loredó *et al.*, 2007).

La erosión hídrica fue determinada mediante un método indirecto que es la aplicación de la ecuación Universal de pérdida de suelo (EUPS) desarrollada por Wischmeier y Smith, 1978. En los siguientes apartados se presentan los resultados de la evaluación de la erosión hídrica la cual fue evaluada para las condiciones del Sistema Ambiental y para el Área del Proyecto (es importante mencionar que, el cálculo únicamente para la superficie que será sometida a remoción de vegetación).

* Erosión hídrica en el Sistema Ambiental

A continuación, se presentan de forma general los factores involucrados en el proceso de erosión y su desarrollo basados en la Ecuación Universal de Pérdida del Suelo (EUPS), desarrollada por Wischmeier y Smith, 1978. Con esto se pretende conocer el estado actual del suelo del sistema ambiental (en cuanto a degradación erosiva se refiere), con el fin de tener una mayor perspectiva sobre los impactos ambientales que pudieran generarse con la realización del proyecto sobre el componente suelo. (Las hojas de cálculo de la erosión hídrica en formato Excel se presentan en el ANEXO "11.10").

La Ecuación Universal de Pérdida de Suelo es:

$$A = RKLSCP$$

Donde:

A= Pérdida de suelo (ton/ha/año).

R= Erosividad de la lluvia (MJ mm/ha hr año).

K= Erosionabilidad del suelo (ton/hr/Mj mm).

L= Factor por longitud de pendiente (adimensional).

S= Factor por grado de pendiente (adimensional).

C= Factor por cubierta vegetal (adimensional).

P= Factor por prácticas de manejo (adimensional).

Para estimar la erosión del suelo se consideraron los factores R, K, L, S y C: se procesó cada uno de los valores de estos factores de acuerdo con las características del área de estudio. Esto se llevó a cabo mediante el manejo y procesamiento de capas de información geográfica. Las capas de información geográfica provienen del INEGI escala 1:250,000 a excepción del Modelo Digital de Elevación (MDE) cuya escala es de 1:50, 000 (tabla 18).

Tabla 18. Capas de información geográfica para implementar la EUPS.

| CAPA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA | FACTOR |
|--|--------|
| Capa con valor especificado del factor R | R |
| Tipos de suelo | K |
| Modelo Digital de Elevaciones | L, S |
| Uso del suelo y vegetación | C |

A continuación, se define cada uno de los factores de la EUPS que se consideraron para la determinación de la erosión hídrica, así como sus valores determinados en el Sistema Ambiental Regional.

*** R= Erosividad de la lluvia**

La erosividad de la lluvia se refiere a la habilidad o agresividad de la lluvia para producir erosión; es decir, la energía cinética de la lluvia necesaria para remover y transportar las partículas del suelo. Cuando la precipitación excede la capacidad de infiltración, se presenta el escurrimiento superficial, el cual también tiene la habilidad de remover y de transportar las partículas del suelo.

Cortés (1991), ²² propone catorce modelos de regresión (ecuaciones) a partir de datos de precipitación media anual para estimar el valor de R de la EUPS (tabla 19).

Tabla 19. Ecuaciones de erosividad de la lluvia para las diferentes regiones de México.

| REGIÓN | ECUACIONES | R ² |
|-----------|--|----------------|
| 1 | $Y= 1.20785x + 0.002276x^2$ | 0.92 |
| 2 | $Y= 3.45552x + 0.006470x^2$ | 0.93 |
| 3 | $Y=3.67516x - 0.001720x^2$ | 0.94 |
| 4 | $Y=2.89594x + 0.002983x^2$ | 0.92 |
| 5 | $Y=3.48801x - 0.000188x^2$ | 0.94 |
| 6 | $Y=6.68471x + 0.001680x^2$ | 0.90 |
| 7 | $Y=-0.03338x + 0.006661x^2$ | 0.98 |
| 8 | $Y=1.99671x +0.003270x^2$ | 0.98 |
| 9 | $Y=7.04579x - 0.002096x^2$ | 0.97 |
| 10 | $Y=6.89375x + 0.000442x^2$ | 0.95 |
| 11 | $Y=3.77448x + 0.004540x^2$ | 0.98 |
| 12 | $Y=2.46190x + 0.006067x^2$ | 0.96 |
| 13 | $Y=10.74273x - 0.001008x^2$ | 0.97 |
| 14 | $Y=1.50046x +0.002640x^2$ | 0.95 |

²² Cortés, T., H. G. 1991. Caracterización de la erosividad de la lluvia en México utilizando métodos multivariados. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Montecillos, México. 168 p.

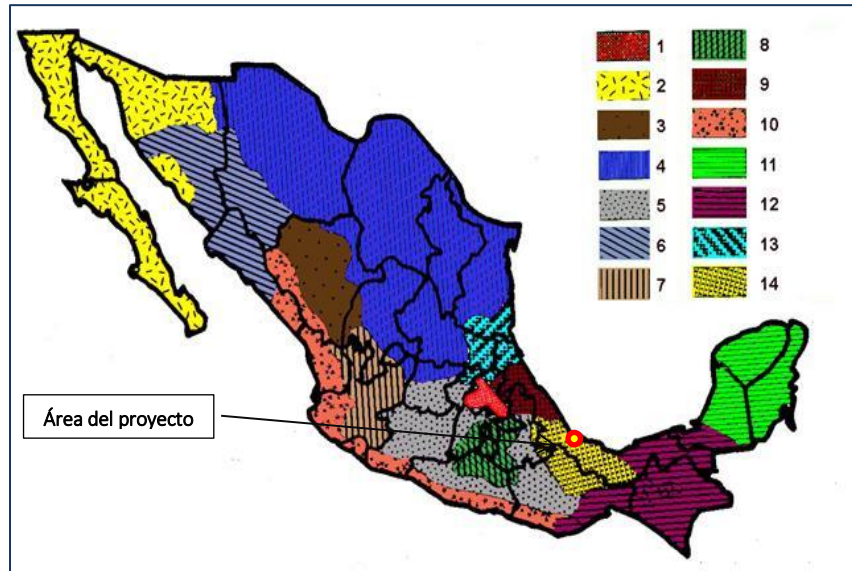


Figura 19. Regiones de México donde aplican las ecuaciones de erosividad.

Tomando en cuenta la ecuación de erosividad de la lluvia de acuerdo con la región donde se encuentra el área de interés y una precipitación media anual, el factor R para el cálculo de la pérdida de suelo en cualquier modalidad será:

$$Y=1.50046x + 0.002640x^2$$

Donde:

Y=Factor R.

X = Precipitación media anual.

La precipitación media anual (variable "x" en la ecuación) se obtuvo de las estaciones Meteorológicas 30056 "El Tejar" y 30136 "Puente Jula". El promedio de los datos de estas estaciones indican que en el área precipitan 1,842.80 mm. A continuación, se describe el proceso para obtener el valor para el Factor R:

$$\begin{aligned}
 &1.50046x + 0.002640x^2 \\
 &1.50046*(1,842.80) + 0.002640*(1,842.80)^2 \\
 &2,765.048 + 0.002640*(3,395,911.84) \\
 &2,765.048 + 8,965.207 \\
 &\mathbf{R = 11,730.255}
 \end{aligned}$$

La distribución del factor R se muestra en la siguiente figura:

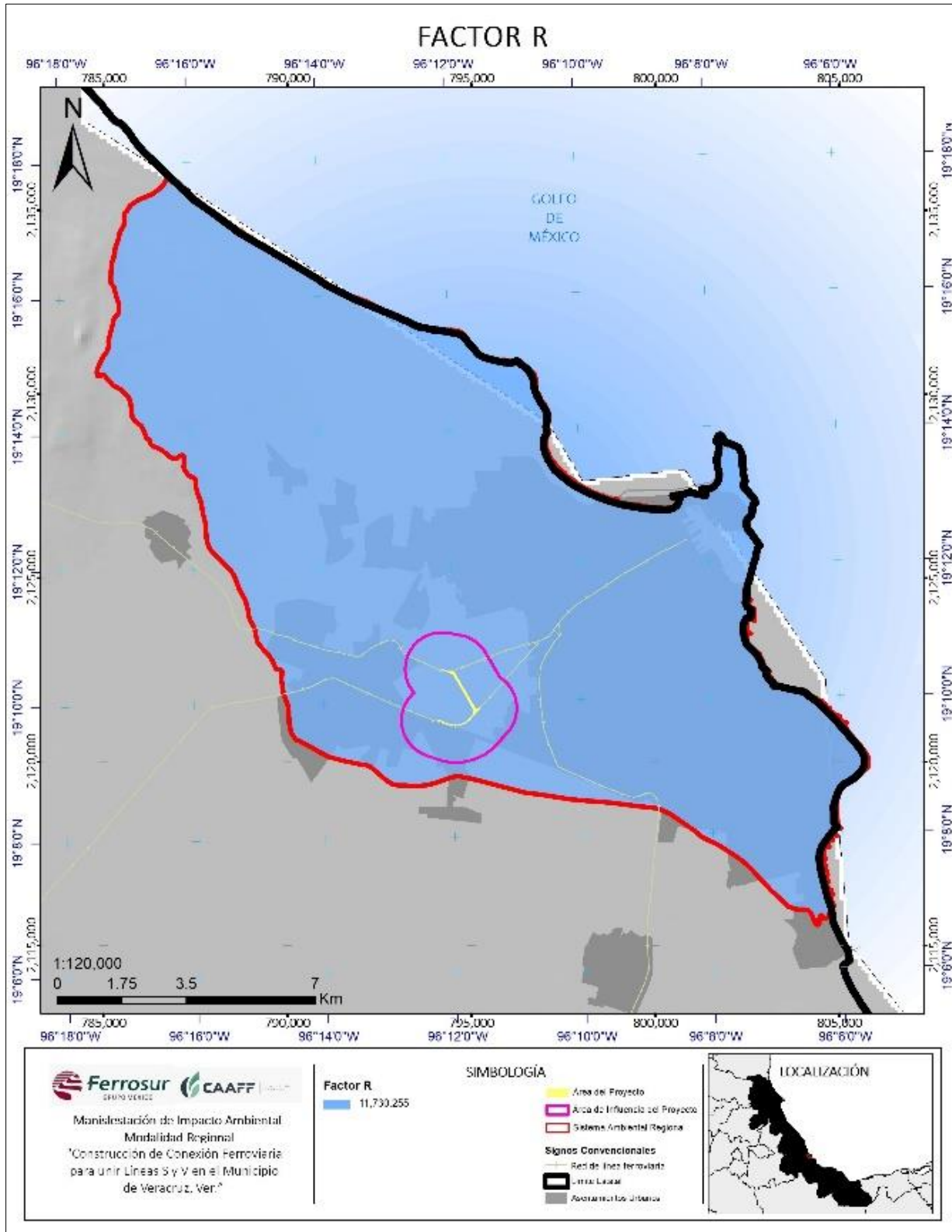


Figura 20. Distribución de los valores del factor R.

* ***K= Erosionabilidad del suelo (ton/ha)***

Es la susceptibilidad del suelo a erosionarse; a mayor erosionabilidad, menor resistencia a la acción de los agentes erosivos. Las propiedades del suelo que afectan la erosionabilidad pueden agruparse en dos categorías: las que afectan la capacidad de infiltración y almacenamiento, así como las que influyen en la resistencia a la dispersión y al transporte durante la lluvia y el escurrimiento.

La erosividad varía en función de la textura del suelo, el contenido de materia orgánica, la estructura del suelo, presencia de óxidos de fierro y aluminio, uniones electroquímicas, contenido inicial de humedad y procesos de humedecimiento y secado. Estas propiedades se relacionan entre sí, observando que el contenido de materia orgánica afecta directamente la estabilidad estructural y esta, a su vez, influye en la porosidad, así como en la retención de humedad y conductividad hidráulica del suelo.

Las principales propiedades físicas del suelo que influyen en este factor son:

Textura del suelo. Es la característica física del suelo determinada por la proporción relativa en la que se encuentran cada uno de sus componentes minerales o partículas primarias: arena, limo y arcilla. La textura influye sobre otras propiedades del suelo tales como la capacidad de almacenamiento de agua y su movimiento en el suelo; influye también en la capacidad de abastecimiento de nutrimentos y aire para las plantas y demás organismos vivos. Es uno de los factores más importantes al evaluar la erosionabilidad del suelo.

Profundidad del suelo. Se refiere a la profundidad que pueden alcanzar las raíces sin encontrar impedimentos físicos o químicos para su desarrollo. Mientras más profundo sea el suelo superficial y mayor el espesor del material disponible para las raíces de las plantas, la erosión puede ocurrir sin pérdidas irreparables en la capacidad productiva.

Estructura. Este término se refiere a la forma en la que se agrupan los diferentes componentes del suelo (arena, limo, arcilla y materia orgánica) en agregados o peds; el patrón de acomodo de los agregados y los poros del suelo definidos por la estructura, influyen sobre el movimiento del agua y la aireación del suelo. Los principales tipos de estructura son granular, laminar, prismática y en bloques.

- **Granular.** Los agregados o peds tienen forma de gránulos y pueden medir de 1 a 10 mm de diámetro. Cuando los agregados son especialmente porosos, es común utilizar el término "migajón". Esta estructura es característica del horizonte A, o de horizontes con alto contenido de materia orgánica. Son los menos erosionables.
- **Laminar.** Estructura donde los agregados tienen un arreglo en placas o láminas delgadas. La mayor parte de las veces la formación de esta estructura depende del material parental del suelo, sin embargo, en algunos casos se puede originar por la compactación de las arcillas del suelo por maquinaria pesada. Son suelos erosionables.

- **Bloques.** Son parecidos a cubos, miden de 5 a 50 mm. Se encuentran en horizonte B, especialmente en zonas húmedas. También se pueden encontrar en el horizonte A. Son suelos erosionables.
- **Columnar y prismática.** Los pedos (partículas estructurales de suelo) están orientados verticalmente en prismas o columnas que pueden llegar a medir hasta 15 cm o más de diámetro. Estos tipos de estructuras son generalmente encontrados en el horizonte B y son más comunes en suelos de zonas áridas y semiáridas. Son suelos erosionables.
- **Suelo sin estructura.** No hay agregación visible o no hay un ordenamiento de las líneas naturales de fisura. Si el material es coherente se forma aglomerado y si no es coherente se forma como grano suelto. Son suelos erosionables.

Estabilidad de agregados. Se refiere a la capacidad que tienen los agregados de conservar su forma cuando se humedecen o son sometidos a una acción física. Cuando se disminuye el espacio poroso total, la capacidad de infiltración tiende a bajar.

Porosidad. Se considera que el 50 % del volumen del suelo se encuentra ocupado por la fracción porosa, la cual, dependiendo del tamaño de los poros, esta utilizada por aire, agua disponible y microorganismos.

Compactación. Es el resultado de la alteración del espacio poroso de los suelos, provocado por el uso inadecuado de prácticas en los sistemas de producción.

Consistencia. Es la resistencia que ofrece a la deformación una masa de suelo bajo condiciones específicas de humedad. La consistencia varía según el estado de humedad, por lo que se determina con el suelo seco, húmedo y mojado.

Infiltración y permeabilidad. La infiltración es el movimiento del agua de la superficie hacia el interior del suelo. La capacidad de infiltración disminuye hasta alcanzar un valor casi constante a medida que la precipitación se prolonga y es entonces cuando empieza el escurrimiento.

Materia orgánica (MO). Los suelos sin MO son suelos pobres, susceptibles a la erosión y poco favorables para el crecimiento de las plantas.

Cuando no se cuenta con los datos necesarios del suelo, la FAO propuso un método sencillo para estimar el factor K (FAO, 1980)²³, donde se utiliza la unidad de clasificación del suelo (FAO/UNESCO) y la textura como parámetros para estimar K (tabla 20). La ventaja de este método radica en su sencillez y en la disponibilidad de información, considerando que los mapas de edafología del INEGI contienen esta información.

²³ FAO. 1980. Metodología provisional para la evaluación de la degradación de los suelos. Roma, Italia. 86 p.

Tabla 20. Valores del factor de erosividad (K) en función de la unidad de suelo y su textura superficial.

| UNIDADES DE SUELO | | TEXTURA | | |
|-------------------|-------------------|---------|-------|-------|
| SÍMBOLO | NOMBRE | GRUESA | MEDIA | FINA |
| Q | ARENASOL | 0.013 | 0.02 | 0.007 |
| VR | VERTISOL | 0.053 | 0.079 | 0.026 |
| UH | URBANO CONSTRUIDO | 0 | 0 | 0 |

A partir de la unidad de suelo principal y la clase textural del suelo presente en el SAR se determinó el valor de la erosionabilidad del suelo.

En la figura 21 se muestra la distribución del factor K en el SAR.

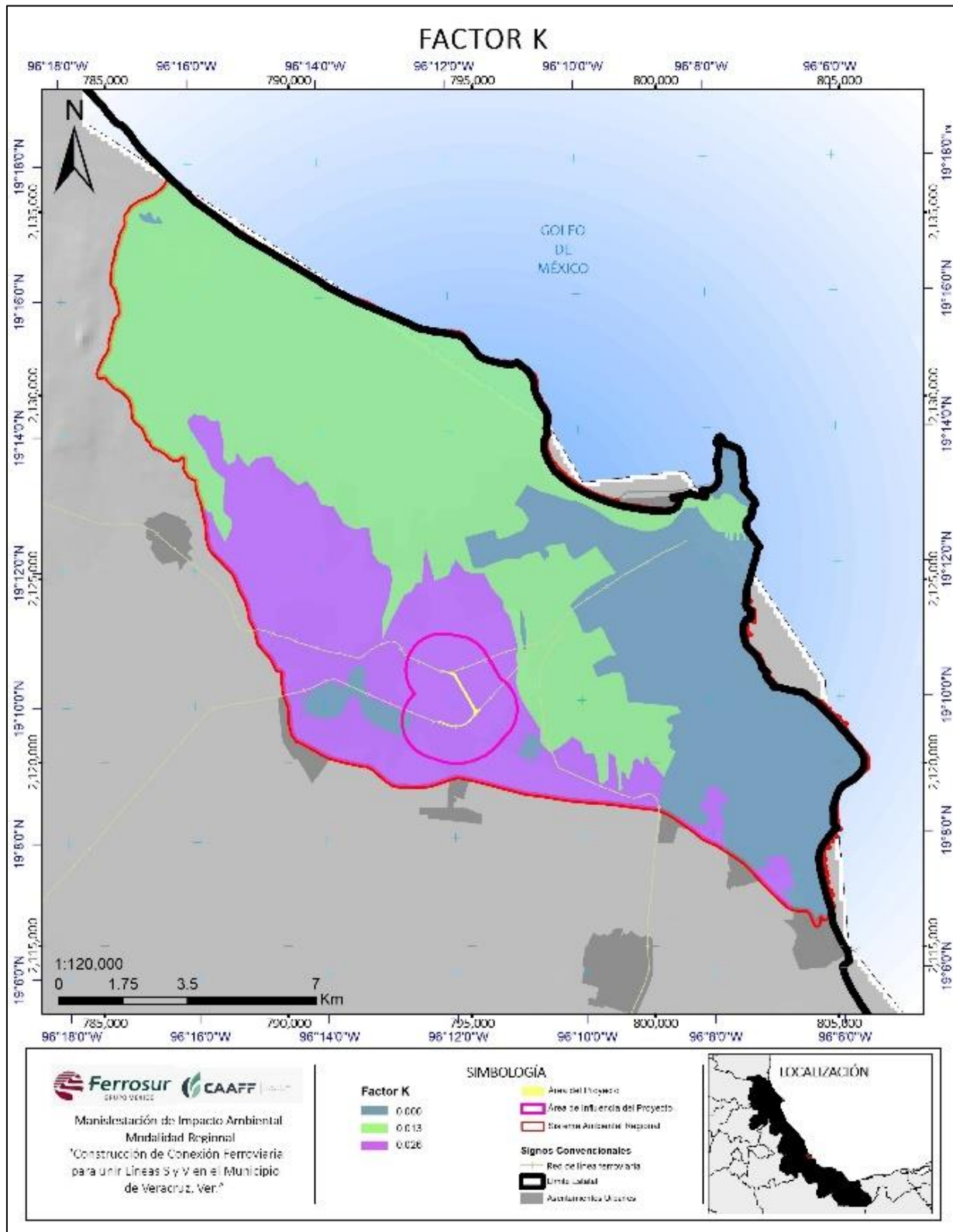


Figura 21. Distribución de los valores del factor K en el SAR

* *L= Factor de longitud de la pendiente (adimensional)*

Se define como la distancia desde el punto de origen de un escurrimiento hasta el punto donde decrece la pendiente. Se determina mediante la siguiente fórmula (Renard *et al.*, 1997):

$$L = \left(\frac{\lambda}{22.13} \right)^m$$

Donde:

λ = Distancia de la pendiente:

$$\lambda = \frac{X}{\cos \beta}$$

β = Pendiente del terreno (Grados).

m= exponente:

$$m = \frac{F}{1 + F}$$

$$F = \frac{\sin \beta / 0.0896}{3(\sin \beta)^{0.8} + 0.56}$$

donde:

β =ángulo de la pendiente que debe de transformarse de grados a radianes

En el caso de usar una herramienta como ArcGIS 10.3 para el cálculo del factor L es necesario que longitud de la pendiente se calcule como:

$$\lambda = \frac{DX}{\cos \beta}$$

donde:

DX= distancia entre pixeles

En este caso, se utilizó el modelo de elevación digital del INEGI con una distancia entre pixeles de 15 m (DX), y el ángulo se obtuvo en ArcGis 10.3 con la herramienta *slope*.

Es necesario aclarar que Cocuyame & Salazar (2015)²⁴, mencionan que cuando se aplican estas fórmulas en álgebra de mapas en la función de Raster Calculator de ArcGIS, para obtener un correcto funcionamiento el ángulo deberá ser convertido a radianes (1 grado sexagesimal = 0,01745 radianes), para poder ser multiplicado por los demás componentes de las ecuaciones.

²⁴ Cocuyame R., & Salazar D., 2015. Clasificación y zonificación de la susceptibilidad a erosión hídrica en la cuenca del Río guabas con apoyo de herramientas geomáticas. Universidad del Valle, Santiago de Cali, Colombia. Disponible en: <http://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/10893/9108/1/CB-0527729.pdf> Visitado el 18 de abril de 2020.

* *S= Factor de grado de pendiente (adimensional).*

A medida que el grado de inclinación se incrementa, las pérdidas de suelo también aumentan. En este caso se utilizará la siguiente fórmula (McCool *et al.*, 1987 citados por Renard *et al.*, 1997):

Si $\tan\beta < 0.09$:

$$S = 10.8 \sin \beta + 0.03$$

Si $\tan\beta \geq 0.09$:

$$S = 16.8 \sin \beta + 0.50$$

Donde:

β = Pendiente del terreno (Grados).

Para generar este factor, se utilizó como insumo el Continuo de Elevaciones Mexicano 3.0 (CEM 3.0), el cual representa las elevaciones del territorio continental mexicano mediante valores que indican puntos sobre la superficie del terreno (m.s.n.m.), espaciados y distribuidos de modo regular. (INEGI).

En la figura 22 se muestra la distribución del factor LS.

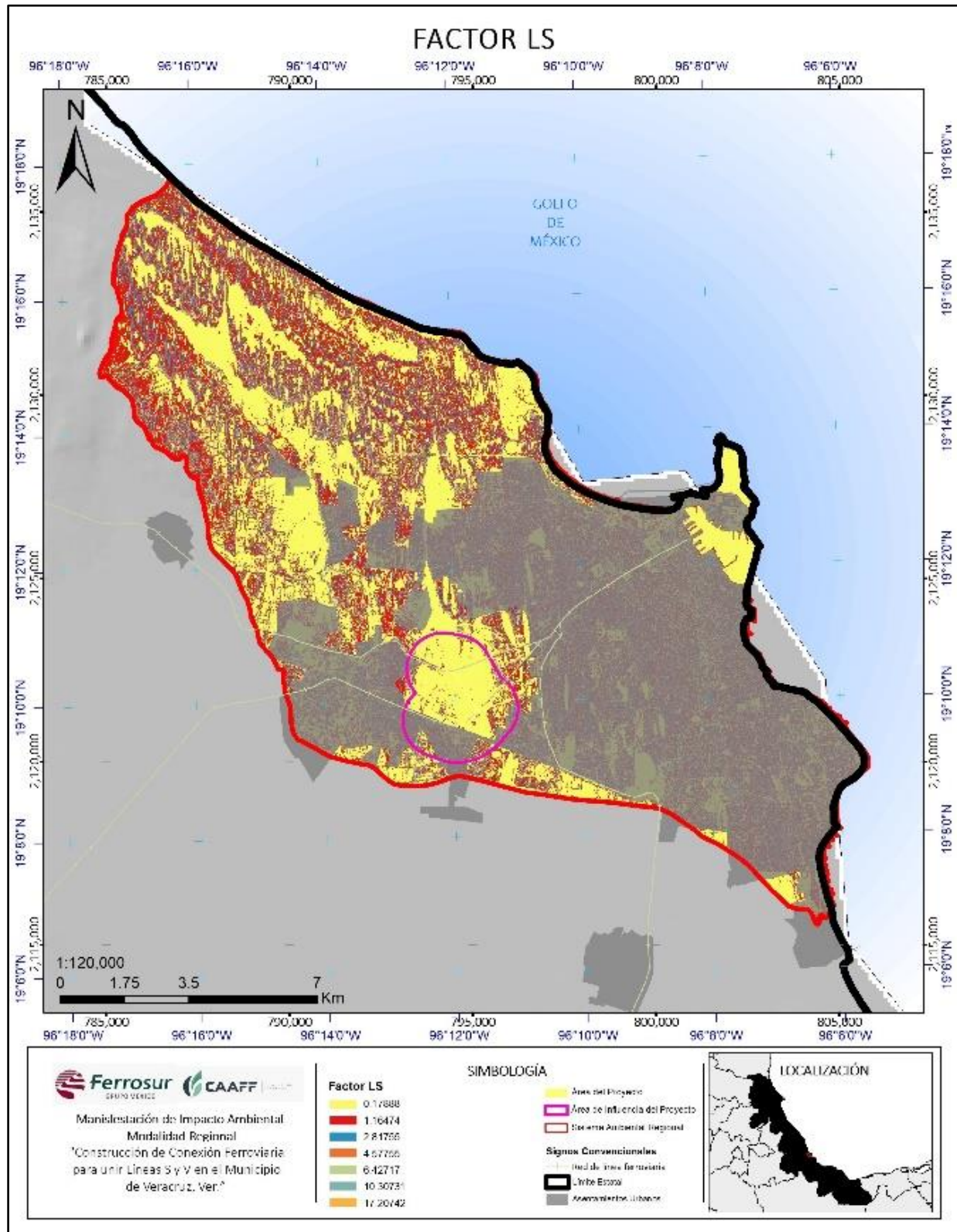


Figura 22. Distribución del valor de los factores LS en el SAR.

Procedimiento para el Cálculo del Factor LS en ArcGIS 10.3

Una vez conociendo la metodología, es necesario ingresar las fórmulas establecidas para calcular el factor L y S, en este sentido, para la aplicación de las fórmulas en el software ArcGIS 10.3, fue necesario seguir el siguiente procedimiento:

A) Preprocesamiento del sistema ambiental regional y del Área de cambio de uso de suelo a modelar.

1. En primera instancia es necesario disponer del Modelo de Elevación Digital (MED) del Área del Proyecto y de la Cuenca hidrológico-forestal. El MED puede ser descargado en: <http://www.beta.inegi.org.mx/app/geo2/elevacionesmex/index.jsp>
2. Se genera un relleno del MED, con el objetivo de corregir imperfecciones en los datos (estandarización).

B) Con el relleno del MED, se crea la capa de pendientes (en grados).

C) Cálculo del Factor L

1. Con la herramienta Raster Calculator en ArcGIS 10.3, se calcula Lamda (λ = Distancia de la pendiente) ingresando la siguiente formula:

$$\lambda = 15 / (\text{Cos} ("Capa de pendientes" * 0.01745))$$

2. Una vez calculado λ , se procede a obtener el factor beta (β = Pendiente del terreno (Grados) ingresando la siguiente formula:

$$\beta = ((\text{Sin} ("Capa de pendiente" * 0.1745) / 0.0996) / (3 * \text{Power} (\text{Sin} ("Capa de pendientes" * 0.01745), 0.8) + 0.56))$$

3. Se prosigue a calcular el exponente m, con la herramienta Raster Calculator:

$$m = (\text{capa } \beta) / ("capa \beta" + 1)$$

4. Por último, calculamos el factor L con la herramienta Raster Calculator:

$$\text{Factor L} = \text{Power} ("Capa lamda" / 22.13, "capa exponente m")$$

D) Cálculo del Factor S

1. Se calcula el factor S, usando la herramienta de Raster Calculator ingresando la siguiente formula:

$$\text{Factor S} = \text{Con} ((\text{Tan} ("Capa de pendientes" * 0.01745) < 0.09), (10.8 * \text{Sin} ("Capa de pendientes" * 0.01745) + 0.03), (16.8 * \text{Sin} ("Capa de pendientes" * 0.01745) - 0.5))$$

E) Cálculo del Factor LS

Al obtener el Factor L y S, en Raster calculator se multiplican ambos valores obteniendo el factor LS.

$$\text{Factor LS} = \text{Factor L} * \text{Factor S}$$

- Al obtener el raster de LS (Factor LS), se procede a reclasificar y a convertir el resultado a vector, con la finalidad de poder multiplicar los factores K, C y R y obtener la capa de erosión hídrica.

*** C= Factor de cubierta vegetal (adimensional)**

Es el factor más importante en el control de la erosión. La cubierta vegetal comprende a la vegetación (natural y cultivada) y los residuos de cosecha.

Para la asignación de valores al factor C se han adoptado los criterios recogidos en el libro "Restauración hidrológico forestal de cuencas y control de la erosión" (Ministerio de Medio Ambiente de España, 1998) referido a ecosistemas naturales, en el que se diferencia la cubierta vegetal en cinco grandes grupos: cubierta inapreciable, pastizales, matorrales, arbustos y bosques además de las zonas agrícolas. Además de la clasificación en alguno de los cinco tipos estructurales de vegetación, se consideran otras dos variables de entrada: el recubrimiento (fracción de cabida cubierta, FCC) y el porcentaje de vegetación en contacto directo con el suelo (cubrimiento del suelo).

Tabla 21. Valores de C para áreas forestales (TRAGSA, 1998)

| % DE CABIDA CUBIERTA | % DE CUBIERTA EN CONTACTO CON EL SUELO (1) | TIPO DE ORDENACIÓN (2) | |
|------------------------|--|------------------------|---------------|
| | | C | NC |
| 100 - 75 | 100 - 90 | 0.001 | 0.003 – 0.011 |
| 75 - 40 | 90 - 70 | 0.002 – 0.003 | 0.01 – 0.03 |
| 40 – 20 ⁽³⁾ | 70 - 40 | 0.003 – 0.009 | 0.03 – 0.09 |

- Formada por lo menos 5 cm de restos vegetales o plantas herbáceas
- C= montes con control estricto de pastoreo, NC= Montes sin control de Pastoreo
- Para cubiertas en contacto con el suelo inferiores al 40 % o cabida cubierta menor del 20 %, deberá usarse los valores de la tabla 22

Para otras áreas que no corresponden a terrenos forestales arbolados o su cobertura en contacto con el suelo sea menor al 40 % se utilizó la tabla siguiente la cual da valores para pastizales, matorrales y arbustos.

Tabla 22. Valores de C para pastizales, matorral y arbustos (TRAGSA, 1998)

| CUBIERTA VEGETAL | | | CUBIERTA EN CONTACTO CON EL SUELO | | | | | |
|------------------------------------|---------------|------|-------------------------------------|------|------|-------|-------|--------|
| TIPO Y ALTURA DE LA CUBIERTA | RECUBRIMIENTO | TIPO | PORCENTAJE DE CUBRIMIENTO DEL SUELO | | | | | |
| | 2 | 3 | 0 | 20 | 40 | 60 | 80 | 95-100 |
| COLUMNA N.º: | | | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Cubierta inapreciable | | G | 0.45 | 0.2 | 0.1 | 0.042 | 0.013 | 0.003 |
| | | W | 0.45 | 0.24 | 0.15 | 0.09 | 0.043 | 0.011 |
| Plantas Herbáceas y matojos (0.5m) | 25 | G | 0.36 | 0.17 | 0.9 | 0.038 | 0.012 | 0.003 |
| | | W | 0.36 | 0.2 | 0.13 | 0.082 | 0.041 | 0.011 |
| | 50 | G | 0.26 | 0.13 | 0.07 | 0.035 | 0.012 | 0.003 |
| | | W | 0.26 | 0.16 | 0.11 | 0.075 | 0.039 | 0.011 |
| | 75 | G | 0.17 | 0.1 | 0.06 | 0.031 | 0.011 | 0.003 |

| CUBIERTA VEGETAL | | | CUBIERTA EN CONTACTO CON EL SUELO | | | | | |
|--|---------------|------|-------------------------------------|------|-------|-------|-------|--------|
| TIPO Y ALTURA DE LA CUBIERTA | RECUBRIMIENTO | TIPO | PORCENTAJE DE CUBRIMIENTO DEL SUELO | | | | | |
| | | | 0 | 20 | 40 | 60 | 80 | 95-100 |
| COLUMNA N.º: | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| | | W | 0.17 | 0.12 | 0.09 | 0.067 | 0.038 | 0.011 |
| Matorral (2m) | 25 | G | 0.4 | 0.18 | 0.09 | 0.04 | 0.013 | 0.003 |
| | | W | 0.4 | 0.22 | 0.14 | 0.085 | 0.042 | 0.11 |
| | 50 | G | 0.34 | 0.16 | 0.085 | 0.038 | 0.012 | 0.003 |
| | | W | 0.34 | 0.19 | 0.08 | 0.036 | 0.012 | 0.003 |
| | 75 | G | 0.28 | 0.14 | 0.08 | 0.036 | 0.012 | 0.003 |
| | | W | 0.28 | 0.17 | 0.12 | 0.077 | 0.04 | 0.011 |
| Arbolado sin matorral pequeño Apreciable (4m) | 25 | G | 0.42 | 0.19 | 0.1 | 0.041 | 0.013 | 0.003 |
| | | W | 0.42 | 0.23 | 0.14 | 0.087 | 0.042 | 0.011 |
| | 50 | G | 0.39 | 0.18 | 0.09 | 0.04 | 0.013 | 0.003 |
| | | W | 0.39 | 0.21 | 0.14 | 0.085 | 0.042 | 0.011 |
| | 75 | G | 0.36 | 0.17 | 0.09 | 0.039 | 0.012 | 0.003 |
| | | W | 0.36 | 0.2 | 0.13 | 0.083 | 0.041 | 0.011 |

G: cubierta en contacto con el suelo formada por pastizal con al menos 5cm de humus
W: ídem. por plantas herbáceas con restos vegetales sin descomponer.

Para terrenos agrícolas se obtuvieron los valores del Folleto Técnico "Predicción de riesgo a la erosión hídrica a nivel microcuena" (Mallén Rivera, 2007)²⁵ se presenta la siguiente tabla con los valores relativos de acuerdo con el tipo de vegetación o uso de suelo.

Tabla 23. Valores de C para áreas agrícolas (INIFAP, 2007).

| CULTIVO | NIVEL DE PRODUCTIVIDAD | | |
|-----------------------------------|------------------------|----------|------|
| | ALTO | MODERADO | BAJO |
| Maíz | 0.54 | 0.62 | 0.80 |
| Maíz labranza cero | 0.05 | 0.10 | 0.15 |
| Maíz rastrojo | 0.10 | 0.15 | 0.20 |
| Algodón | 0.30 | 0.42 | 0.49 |
| Pastizal | 0.004 | 0.01 | 0.10 |
| Alfalfa | 0.02 | 0.05 | 0.10 |
| Trébol | 0.025 | 0.05 | 0.10 |
| Sorgo grano | 0.43 | 0.55 | 0.70 |
| Sorgo grano rastrojo | 0.11 | 0.18 | 0.25 |
| Soya | 0.48 | | |
| Soya después de maíz con rastrojo | 0.18 | | |
| Trigo | 0.15 | 0.38 | 0.53 |
| Trigo rastrojo | 0.10 | 0.18 | 0.25 |
| Bosque | 0.001 | 0.01 | 0.10 |
| Sabana en buenas condiciones | 0.01 | 0.054 | |
| Sabana sobre pastoreada | 0.1 | 0.22 | |
| Maíz-sorgo, mijo | 0.4 a 0.9 | | |
| Arroz | 0.1 a 0.2 | | |
| Algodón, tabaco | 0.5 a 0.7 | | |
| Cacahuete | 0.4 a 0.8 | | |
| Palma, cacao, café | 0.1 a 0.3 | | |

²⁵ Mallén Rivera, C. (2007). Predicción de riesgo a la erosión hídrica a nivel microcuena. *Ciencia Forestal en México*, 219-227.

| CULTIVO | NIVEL DE PRODUCTIVIDAD | | |
|---------|------------------------|----------|------|
| | ALTO | MODERADO | BAJO |
| Piña | 0.1 a 0.3 | | |

Considerando los diferentes usos de suelo y tipos de vegetación presentes en el sistema ambiental regional (tabla 24), se asignaron los valores correspondientes al factor C. Es importante mencionar que, dentro del uso de suelo agrícola, se consideró una cobertura correspondiente al cultivo de maíz en forma de grano y forrajero (34.3 y 25.4 % de la superficie sembrada) por lo cual se le dio un valor de C=0.54, ya que es el cultivo con mayor superficie (34.3 %) presente dentro de la cuenca, dato obtenido a partir de las estadísticas agrícolas de la Entidad Federativa de Veracruz de Ignacio de la Llave, (2017)²⁶. Una vez presentando los tipos de cobertura que existen en el SAR, se asignaron valores para el Factor C (figura 23).

Tabla 24. Usos de suelo y tipos de vegetación presentes en el SAR.

| CLAVE | USO DE SUELO Y VEGETACIÓN | VALOR DE C |
|---------|---|------------|
| TA | Agricultura de Temporal Anual | 0.540 |
| H2O | Agua | 0.000 |
| MN | Manglar | 0.200 |
| PC | Pastizal Cultivado | 0.100 |
| VA | Popal | 0.200 |
| AH | Urbano construido | 0.000 |
| VU | Vegetación de Dunas Costeras | 0.010 |
| Vsa/SBC | Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia | 0.010 |
| Vsa/SBS | Vegetación secundaria arbustiva de selva baja subcaducifolia | 0.010 |
| Vsa/VU | Vegetación secundaria arbustiva de vegetación de dunas costeras | 0.100 |

Fuente: INEGI, Carta de uso de suelo y vegetación, Serie VI año 2015.

²⁶ Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), 2017. Estadísticas agrícolas. Disponible en: <http://www.veracruz.gob.mx/agropecuario/estadisticas-agricolas/>

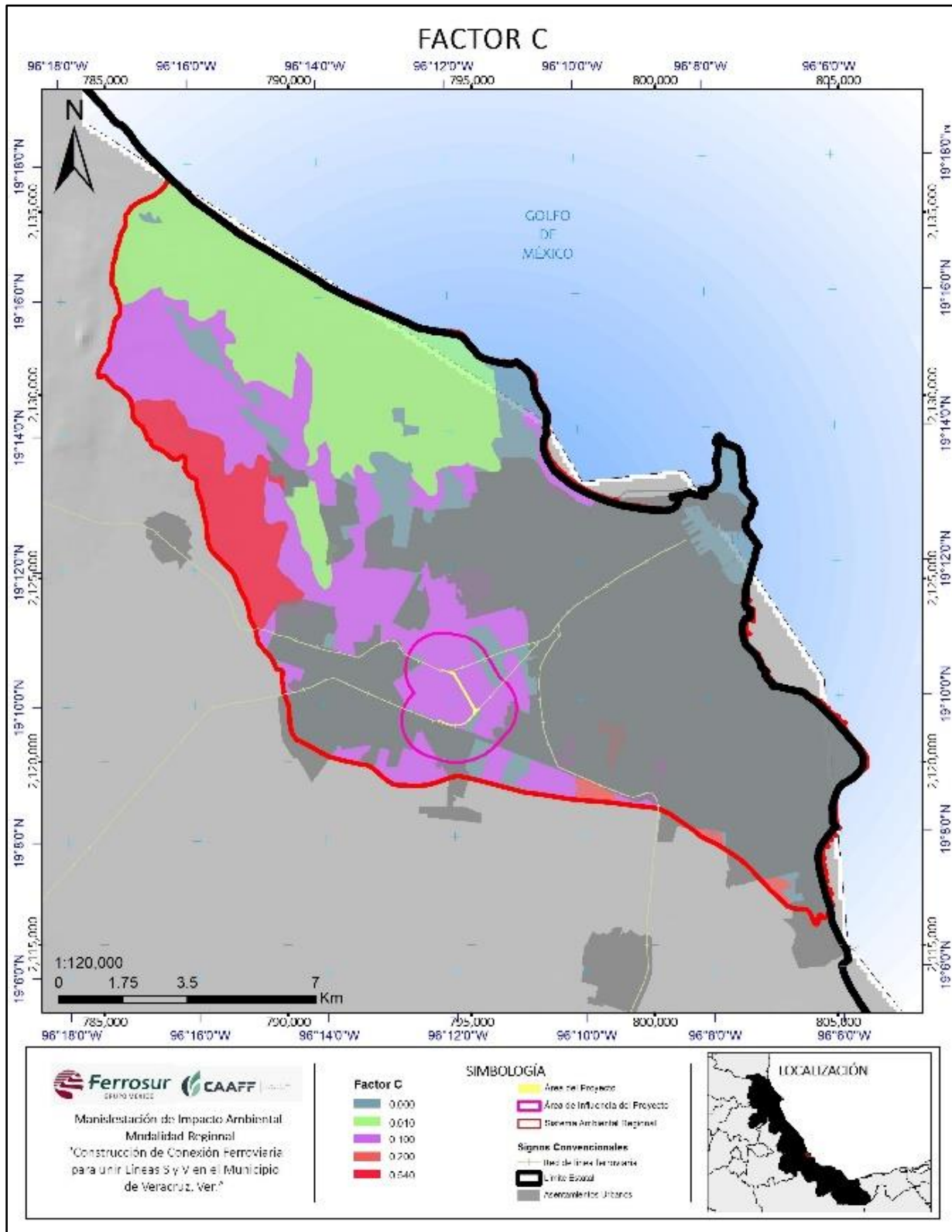


Figura 23. Distribución de los valores del factor C en el SAR.

* ***P= Factor por prácticas de manejo (adimensional)***

Es un factor atenuante en el proceso erosivo. En la EUPS el valor de P varía de 0 a 1 (el valor de 1 es cuando no se tienen obras de conservación de suelos). Este factor cabe mencionar, es adimensional como en el caso de los factores L, S y C de la EUPS. Una vez determinados los valores de los factores de la EUPS, se unieron entre sí para determinar el valor estimado de la erosión actual del suelo en el sistema ambiental regional. Los resultados se clasificaron en grupos o niveles de erosión compuestos por rangos de toneladas por hectárea al año. Dicha clasificación se identifica por los siguientes niveles:

Tabla 25. Niveles de pérdida de suelo en el SAR

| NIVEL | RANGO (ton/ha/año) |
|------------|--------------------|
| Muy Ligero | 0-5 |
| Ligero | 5-10 |
| Moderado | 10-50 |
| Severo | 50-200 |
| Muy Severo | >200 |

Fuente: Modificado a partir de Loredo *et al.*, 2007.

Esta clasificación, considera la propuesta por Loredo *et al.* (2007)²⁷: Ligero-moderado-severo. Sin embargo, se agregaron dos clasificaciones más (muy ligero y muy severo), con la finalidad de tener una mejor percepción de la distribución de pérdida de suelo. Con esa clasificación, en el SAR se presentan los cinco rangos. En la tabla 26 se muestra la superficie que ocupa cada una de las clases de erosión hídrica.

Tabla 26. Superficie por nivel de erosión en el SAR.

| EROSIÓN | SUPERFICIE (ha) | SUPERFICIE (%) |
|--------------|-------------------|----------------|
| Muy Ligero | 13,998.333 | 73.51 |
| Ligero | 1,482.544 | 7.78 |
| Moderado | 2,657.546 | 13.96 |
| Severo | 858.784 | 4.51 |
| Muy Severo | 46.370 | 0.24 |
| TOTAL | 19,043.577 | 100 |

De acuerdo con la tabla anterior, el nivel de erosión *Muy Ligero* es el que domina en un 73.51 % de la superficie, presentándose en todos tipos de vegetación, seguido del nivel *Moderado* que representa el 13.96 % del SAR, mientras que el nivel *Muy severo* es el menos representativo.

Con base en lo anterior, es notable que la pérdida de suelo se encuentra en niveles bajos, y aunque también existen niveles moderados, estos se encuentran en zonas donde las pendientes son más inclinadas o la cobertura es menor, lo que atribuye una mayor susceptibilidad en el proceso de erosión. En la figura 24 se muestra la distribución de los niveles de pérdida de suelo por erosión hídrica del suelo.

²⁷ Loredo, O. C., J.L. Beltrán, JF. Moreno y M. Casiano d. 2007. Predicción de riesgo a la erosión hídrica a nivel microcuencia. Folleto Técnico No. 29. INNIFA-CIRNE-Campo Experimental San Luis. San Luis Potosi, México. 64 pp.

IV.2.1.4.2.1. Erosión hídrica del suelo por tipo de cobertura vegetal presente en el Sistema ambiental regional

Para tener un panorama más claro sobre la pérdida de suelo en el SAR, a continuación, se desglosa para cada uno de los tipos de cobertura vegetal. En las tablas se puede observar la intersección de valores de los factores R, K, LS y C, que al ser multiplicados de acuerdo con la EUPS se obtuvo la erosión en ton/ha/año. La erosión total se obtuvo multiplicando la erosión en ton/ha/año por la superficie de cada tipo de vegetación.

Tabla 27. Erosión hídrica por tipo de cobertura vegetal.

| CLAVE | DESCRIPCIÓN | SUPERFICIE (ha) | SUPERFICIE (%) | EROSIÓN TOTAL AL AÑO | PROMEDIO (ton/ha/año) |
|--------------|---|-------------------|----------------|----------------------|-----------------------|
| TA | Agricultura de Temporal Anual | 995.828 | 5.23 | 123,730.859 | 124.2492 |
| H2O | Agua | 605.002 | 3.18 | 0.000 | 0.0000 |
| MN | Manglar | 29.623 | 0.16 | 835.246 | 28.1959 |
| PC | Pastizal Cultivado | 3914.457 | 20.55 | 78,714.409 | 20.1086 |
| VA | Popal | 126.918 | 0.67 | 125.917 | 0.9921 |
| AH | Urbano construido | 9433.989 | 49.53 | 12,749.164 | 1.3514 |
| VU | Vegetación de Dunas Costeras | 1910.641 | 10.03 | 2,869.143 | 1.5017 |
| Vsa/SB C | Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia | 1337.846 | 7.03 | 2,371.834 | 1.7729 |
| Vsa/SBS | Vegetación secundaria arbustiva de selva baja subcaducifolia | 583.959 | 3.07 | 1,052.340 | 1.8021 |
| Vsa/VU | Vegetación secundaria arbustiva de vegetación de dunas costeras | 105.314 | 0.55 | 1,568.897 | 14.8973 |
| TOTAL | | 19,043.577 | 100.00% | 224,017.810 | 19.487 |

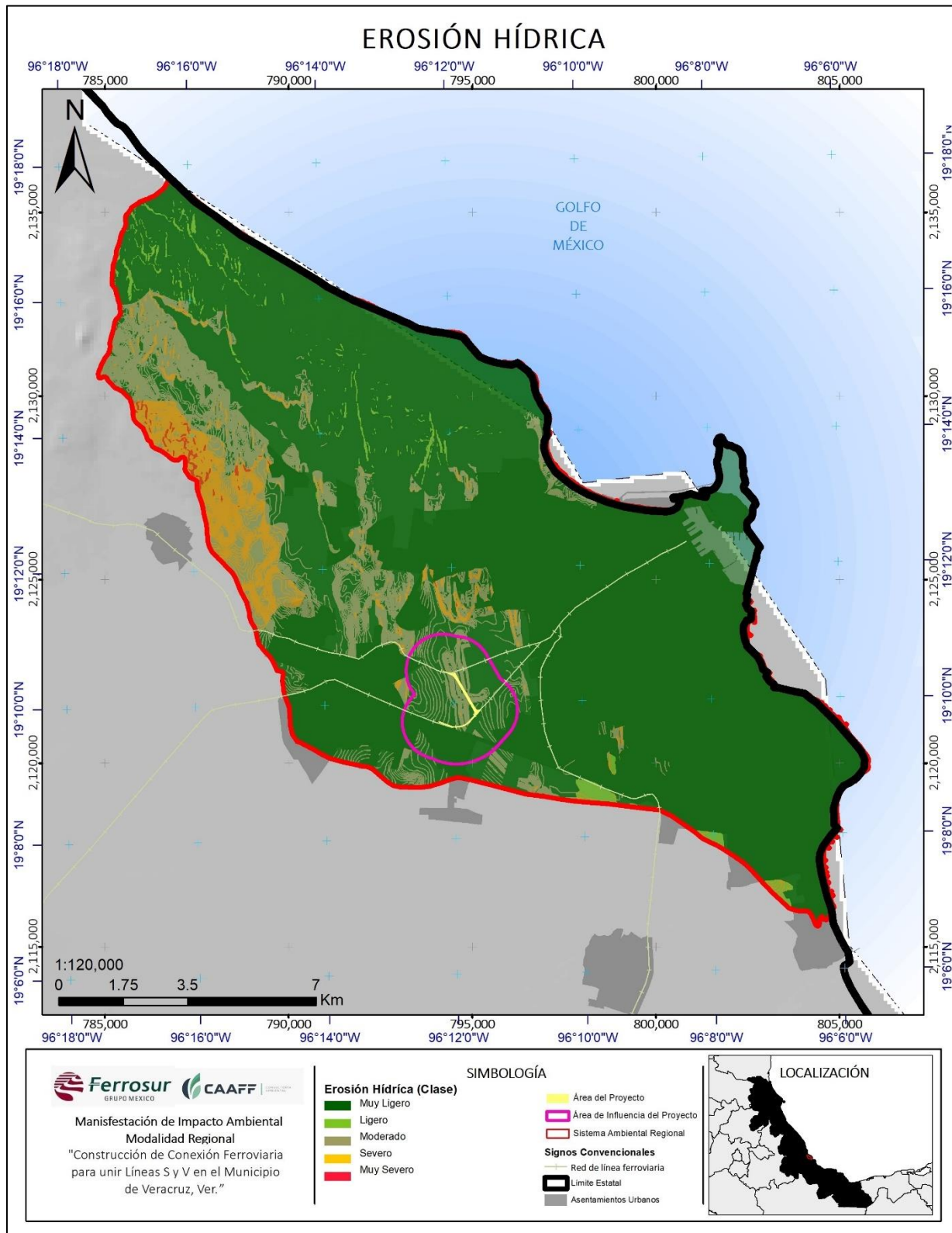


Figura 24. Nivel de erosión hídrica en el SAR.

IV.2.1.4.2.2. Erosión hídrica en el área de remoción

A continuación, se realiza un análisis comparativo sobre la pérdida de suelo en condiciones actuales y una vez realizado el proyecto. Para esto, cada uno de los casos se denomina como “Escenario 1” y “Escenario 2”, y adicionalmente se presenta la comparativa de las condiciones actuales y una vez establecido el proyecto.

*** Escenario 1. Erosión hídrica en condiciones actuales en el área de remoción**

En las siguientes tablas se puede apreciar los valores de la erosión hídrica en condiciones actuales en las áreas de remoción por tipo de vegetación.

Tabla 28. Erosión hídrica en condiciones actuales en la vegetación Selva Baja Caducifolia (SBC).

| FACTORES | | | | EROSIÓN (Ton/Ha/Año) | SUPERFICIE (Ha) | EROSIÓN TOTAL (Ton/Año) | NIVEL DE EROSIÓN |
|--------------|-------|-------|-------|-------------------------|--------------------|----------------------------|---------------------|
| R | K | LS | C | | | | |
| 11,730.255 | 0.026 | 0.179 | 0.020 | 1.091 | 3.931 | 4.289 | Muy ligero |
| TOTAL | | | | | | 4.289 | |

Tabla 29. Erosión hídrica en condiciones actuales en la vegetación de tular (VT).

| FACTORES | | | | EROSIÓN (Ton/Ha/Año) | SUPERFICIE (Ha) | EROSIÓN TOTAL (Ton/Año) | NIVEL DE EROSIÓN |
|--------------|--------|--------|--------|-------------------------|--------------------|----------------------------|---------------------|
| R | K | LS | C | | | | |
| 11730.2550 | 0.0260 | 0.1789 | 0.2000 | 10.9112 | 0.5540 | 6.0448 | Moderado |
| TOTAL | | | | | | 6.045 | |

*** Escenario 2. Erosión hídrica una vez realizada la remoción de la cobertura vegetal.**

En las siguientes tablas se puede apreciar los valores de la erosión hídrica una vez realizada la remoción de la cobertura vegetal por tipo de vegetación.

Tabla 30. Erosión hídrica una vez realizada la remoción en la vegetación SBC en el AP.

| FACTORES | | | | EROSIÓN (Ton/Ha/Año) | SUPERFICIE (Ha) | EROSIÓN TOTAL (Ton/Año) | NIVEL DE EROSIÓN |
|--------------|--------|--------|--------|-------------------------|--------------------|----------------------------|---------------------|
| R | K | LS | C | | | | |
| 11,730.2550 | 0.0260 | 0.1789 | 0.4500 | 24.55020 | 3.93100 | 96.507 | Moderado |
| TOTAL | | | | | | 96.507 | |

Tabla 31. Erosión hídrica una vez realizada la remoción en la vegetación VT en el AP.

| FACTORES | | | | EROSIÓN (Ton/Ha/Año) | SUPERFICIE (Ha) | EROSIÓN TOTAL (Ton/Año) | NIVEL DE EROSIÓN |
|--------------|--------|--------|--------|-------------------------|--------------------|----------------------------|---------------------|
| R | K | LS | C | | | | |
| 11,730.2550 | 0.0260 | 0.1789 | 0.4500 | 24.55020 | 0.55400 | 13.60081 | Moderado |
| TOTAL | | | | | | 13.601 | |

* **Escenario 3. Resumen de erosión hídrica en condiciones actuales y una vez realizada la remoción.**

A continuación, se aprecia el resumen de la erosión hídrica presente en el área de vegetación en el AP.

Tabla 32. Erosión hídrica una vez realizada la remoción en la vegetación VT en el AP.

| TIPO DE VEGETACIÓN | SUPERFICIE DE REMOCIÓN (ha) | VOLUMEN TOTAL DE EROSIÓN HÍDRICA (Ton/Año) | | VOLUMEN TOTAL DE EROSIÓN HÍDRICA A MITIGAR (Ton/Año) |
|------------------------|-----------------------------|--|----------------|--|
| | | SIN REMOCIÓN | CON REMOCIÓN | |
| Selva Baja Caducifolia | 3.931 | 4.289 | 96.507 | 92.218 |
| Tular | 0.554 | 6.045 | 13.601 | 7.556 |
| TOTAL | 4.485 | 10.334 | 110.108 | 99.774 |

IV.2.1.4.3. Erosión eólica

Se puede definir como el evento mediante el cual se produce la remoción del material superficial, la selección y el transporte por medio del viento. Se manifiesta con mayor intensidad en ambientes áridos y semiáridos y su magnitud puede incrementarse drásticamente por acción antrópica.

La erosión eólica provoca un efecto "in situ" y otro en regiones aledañas. El efecto in situ estaría relacionado con la degradación producida en el mismo suelo, o en la cobertura vegetal como cultivos o pasturas. La productividad del suelo se verá reducida por pérdidas en la fertilidad física como reducción en la profundidad efectiva, cambio en la granulometría, degradación de la estructura y en la fertilidad química, como disminución en el contenido de materia orgánica o pérdida de nutrientes (Lyles y Tatarko, 1986; Buschiazzo y Taylor, 1993). Respecto a la cobertura vegetal, la erosión eólica produce una disminución en el rendimiento (Armbrust y Lyles, 1975) y reducción en la emergencia de las plántulas (Woodruff y Siddoway, 1965; Armbrust, 1984).

La predicción de la pérdida de suelo por efecto de la erosión eólica en el sistema ambiental se evaluó utilizando una ecuación paramétrica, la cual fue utilizada por Torres *et al.*, (2003), en su trabajo realizado en la cuenca "El Josefino", Jesús María, Jalisco, misma que se presenta a continuación (ANEXO "11.12"):

$$Pee = f(C^1, S, T, V)$$

Donde:

- Pee** = pérdida de suelo por erosión eólica (ton/ha/año);
- C¹** = índice de agresividad del viento;
- S** = índice de erosionabilidad del suelo,
- T** = índice topográfico y
- V** = índice de vegetación.

El índice de agresividad del viento se calculó mediante el índice eólico de Chepil *et al.*, (1963) modificado, el cual se expresa de la siguiente manera:

$$C^1 = \frac{1}{100} \sum_1^{12} \left(V^3 \frac{(ETP - P)}{ETP} n \right)$$

Donde:

- C1** = índice de agresividad del viento.
- V** = Velocidad del viento (m s⁻¹).
- ETP** = Evapotranspiración.
- P** = Precipitación.
- n** = Número de días del mes en los que hay erosión.

Los datos climáticos para el cálculo de este índice corresponden a la zona de estudio. Los factores S, T y V fueron retomados de los factores K, LS y C de la ecuación universal de pérdida de suelo por erosión hídrica. En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos al aplicar la fórmula del índice de agresividad del viento.

Tabla 33. Índice de agresividad del viento.

| MES | P | ETP | V | V³ | N | $V^3 \frac{(ETP-P)}{ETP} n$ | C¹ |
|------------------|--------|--------|------|-------|----|-----------------------------|-------|
| Enero | 30.05 | 68.47 | 3.08 | 29.31 | 17 | 286.101 | 27.59 |
| Febrero | 19.65 | 73.81 | 3.08 | 29.31 | 21 | 441.902 | |
| Marzo | 17.05 | 107.86 | 3.08 | 29.31 | 26 | 644.118 | |
| Abril | 25.80 | 145.43 | 3.08 | 29.31 | 25 | 595.051 | |
| Mayo | 68.60 | 193.22 | 3.08 | 29.31 | 20 | 378.007 | |
| Junio | 284.15 | 181.93 | 3.08 | 29.31 | 0 | 0.000 | |
| Julio | 427.35 | 166.12 | 3.08 | 29.31 | 0 | 0.000 | |
| Agosto | 379.10 | 163.79 | 3.08 | 29.31 | 0 | 0.000 | |
| Septiembre | 319.60 | 144.92 | 3.08 | 29.31 | 0 | 0.000 | |
| Octubre | 180.70 | 120.78 | 3.08 | 29.31 | 0 | 0.000 | |
| Noviembre | 62.80 | 90.15 | 3.08 | 29.31 | 9 | 80.946 | |
| Diciembre | 27.95 | 70.80 | 3.08 | 29.31 | 19 | 332.875 | |
| SUMATORIA | | | | | | 2,759.00 | |

La velocidad del viento utilizada fue de 11.1 Km/h, dato obtenido de la Estación Meteorológica Automática (EMA) EL TEJAR del Servicio Meteorológico Nacional (SMN). Este valor corresponde a la velocidad del viento promedio durante 90 días. Al convertir los 27.59 Km/h resultaron 3.08 m/s mismos que se pueden observar en la columna "V". Cabe aclarar que el 3.08 m/s se consideró como un valor para los doce meses, mientras que, para calcular el número de días, se utilizó la siguiente expresión:

$$(PET - P) / PET * \text{número de días total al mes}$$

Donde:

- PET = Evapotranspiración potencial, mm
- P = Precipitación pluvial, mm.

Una vez obtenido el factor C^1 se procedió a hacer el cálculo de la erosión eólica. Donde se obtuvo como resultado que, en sistema ambiental regional el único nivel de pérdida de suelo corresponde a *Muy ligero*.

*** Erosión eólica por tipo de cobertura vegetal**

A continuación, se presentan los valores de erosión eólica, así como los factores considerados en la ecuación para el cálculo por tipo de vegetación y usos de suelo presentes en el sistema ambiental regional. La erosión total se obtuvo de multiplicar la tasa de erosión (ton/ha/año) por la superficie que ocupa cada tipo de vegetación. En la tabla siguiente se presenta el resumen de los valores de la erosión eólica por usos de suelo y tipos de vegetación.

Tabla 34. Erosión eólica por tipo de vegetación presente en el SAR.

| CLAVE | USO DE SUELO Y VEGETACIÓN | SUPERFICIE (ha) | SUPERFICIE (%) | EROSIÓN TOTAL AL AÑO | EROSIÓN PROMEDIO (ton/ha/año) |
|--------------|---|-------------------|----------------|----------------------|-------------------------------|
| TA | Agricultura de Temporal Anual | 995.828 | 5.23 | 291.020 | 0.29224 |
| H2O | Agua | 605.002 | 3.18 | 0.000 | 0.00000 |
| MN | Manglar | 29.623 | 0.16 | 1.965 | 0.06632 |
| PC | Pastizal Cultivado | 3914.457 | 20.55 | 185.139 | 0.04730 |
| VT | Popal | 126.918 | 0.67 | 5.740 | 0.04522 |
| AH | Urbano construido | 9433.989 | 49.53 | 0.000 | 0.00000 |
| VU | Vegetación de Dunas Costeras | 1910.641 | 10.03 | 6.748 | 0.00353 |
| Vsa/SBC | Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia | 1337.846 | 7.03 | 5.579 | 0.00417 |
| Vsa/SBS | Vegetación secundaria arbustiva de selva baja subcaducifolia | 583.959 | 3.07 | 2.475 | 0.00424 |
| Vsa/VU | Vegetación secundaria arbustiva de vegetación de dunas costeras | 105.314 | 0.55 | 3.690 | 0.03504 |
| TOTAL | | 19,043.577 | 100.00% | 498.665 | 0.026 |

De acuerdo con la tabla anterior, la erosión eólica corresponde a **498.665** ton/año, aproximadamente, encontrando que en la superficie ocupada por Agricultura de Temporal Anual se pierden 291.020 ton/año, seguido de la Pastizal Cultivado con 185.139 ton/año; es importante mencionar que los demás tipos de vegetación presentan valores bajos de pérdida de suelo anualmente.

En la siguiente tabla de muestra el nivel y la superficie representada por éste dentro del sistema ambiental regional.

Tabla 35. Superficie por nivel de erosión en el SAR.

| NIVEL | RANGO (ton/ha/año) | SUPERFICIE (Ha) | SUPERFICIE (%) |
|--------|--------------------|-----------------|----------------|
| Ligero | 0-5 | 19,043.577 | 100.00 |

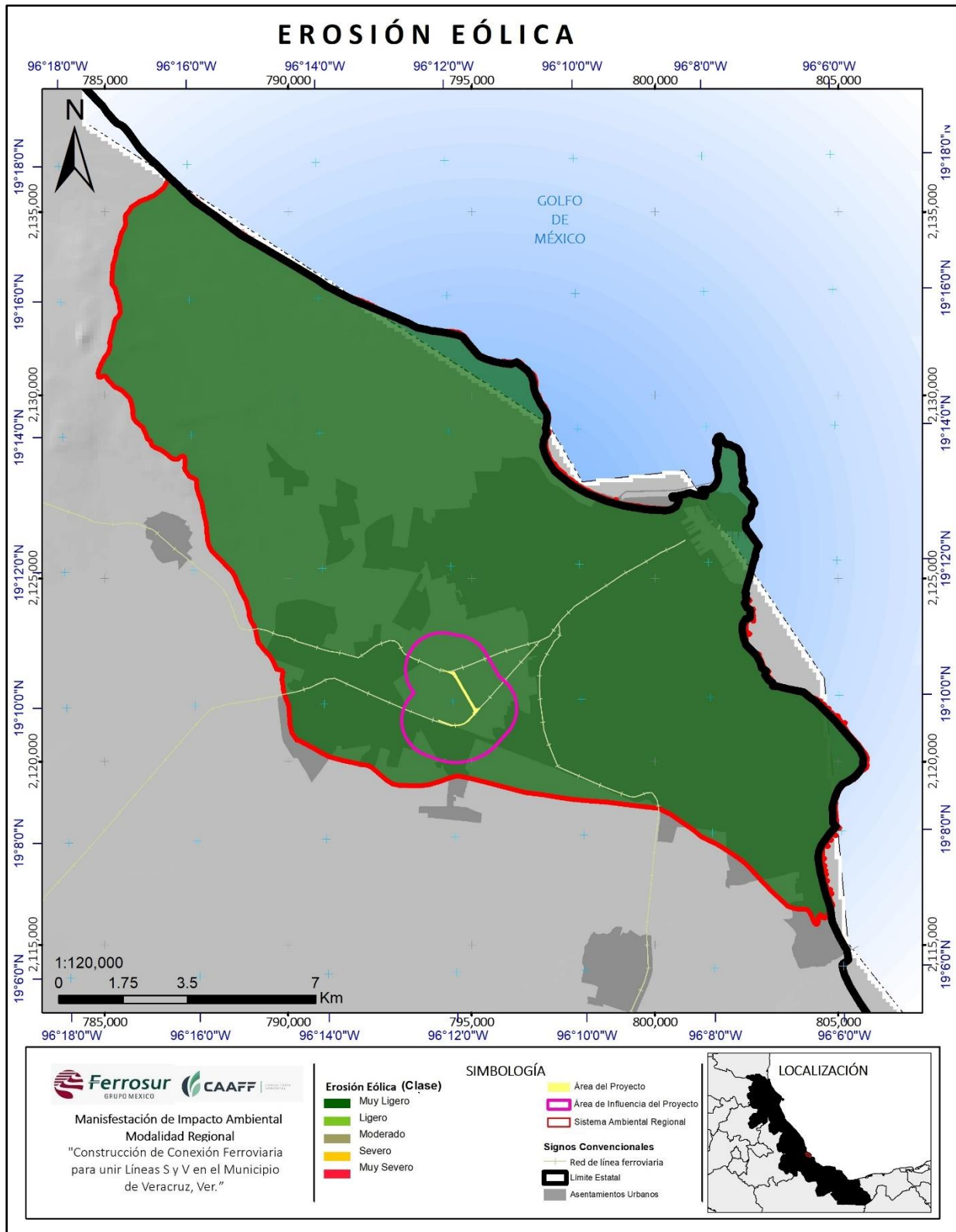


Figura 25. Erosión eólica en el SAR.

IV.2.1.4.3.1. Erosión eólica en el área de remoción

A continuación, se realiza un análisis comparativo de la pérdida de suelo para la erosión eólica en condiciones actuales (Escenario 1) y una vez ejecutado el proyecto (Escenario 2), y adicionalmente se presenta una comparativa de la pérdida de suelo en condiciones actuales y una vez realizado la remoción de la cobertura vegetal.

Escenario 1: En este apartado se presentan los valores de la erosión eólica en condiciones actuales en el área del proyecto.

En las siguientes tablas se puede apreciar los valores de la erosión eólica en condiciones actuales en las áreas de remoción por tipo de vegetación.

Tabla 36. Erosión eólica en condiciones actuales en la vegetación SBC.

| FACTORES | | | | EROSIÓN (Ton/Ha/Año) | SUPERFICIE (Ha) | EROSIÓN TOTAL (Ton/Año) | NIVEL DE EROSIÓN |
|--------------|--------|---------|--------|-------------------------|--------------------|----------------------------|---------------------|
| C1 | S | T | V | | | | |
| 27.5900 | 0.0260 | 0.17888 | 0.0200 | 0.0026 | 3.9310 | 0.0101 | Muy ligero |
| TOTAL | | | | | | 0.010 | |

Tabla 37. Erosión eólica en condiciones actuales en la vegetación VT.

| FACTORES | | | | EROSIÓN (Ton/Ha/Año) | SUPERFICIE (Ha) | EROSIÓN TOTAL (Ton/Año) | NIVEL DE EROSIÓN |
|--------------|-------|-------|-------|-------------------------|--------------------|----------------------------|---------------------|
| C1 | S | T | V | | | | |
| 27.590 | 0.026 | 0.179 | 0.200 | 0.026 | 0.554 | 0.014 | Muy ligero |
| TOTAL | | | | | | 0.014 | |

Escenario 2: En este apartado se presentan los valores de la erosión eólica una vez realizado el proyecto.

En las siguientes tablas se pueden apreciar los valores de la erosión eólica una vez realizada la remoción de la cobertura vegetal por tipo de vegetación.

Tabla 38. Erosión eólica una vez realizada la remoción en la vegetación SBC en el AP.

| FACTORES | | | | EROSIÓN (Ton/Ha/Año) | SUPERFICIE (Ha) | EROSIÓN TOTAL (Ton/Año) | NIVEL DE EROSIÓN |
|--------------|--------|--------|--------|-------------------------|--------------------|----------------------------|---------------------|
| C1 | S | T | V | | | | |
| 27.5900 | 0.0260 | 0.1789 | 0.4500 | 0.058 | 3.931 | 0.227 | Muy ligero |
| TOTAL | | | | | | 0.227 | |

Tabla 39. Erosión eólica una vez realizada la remoción en la vegetación VT en el AP.

| FACTORES | | | | EROSIÓN (Ton/Ha/Año) | SUPERFICIE (Ha) | EROSIÓN TOTAL (Ton/Año) | NIVEL DE EROSIÓN |
|--------------|-------|-------|-------|-------------------------|--------------------|----------------------------|---------------------|
| C1 | S | T | V | | | | |
| 27.590 | 0.026 | 0.179 | 0.450 | 0.058 | 0.554 | 0.032 | Muy ligero |
| TOTAL | | | | | | 0.032 | |

Escenario 3. Resumen de erosión eólica en condiciones actuales y una vez realizada la remoción.

A continuación, se aprecia el resumen de la erosión eólica presente en el área de vegetación en el AP.

Tabla 40. Erosión eólica una vez realizada la remoción en la vegetación VT en el AP.

| TIPO DE VEGETACIÓN | SUPERFICIE DE REMOCIÓN (ha) | VOLUMEN TOTAL DE EROSIÓN HÍDRICA (Ton/Año) | | VOLUMEN TOTAL DE EROSIÓN HÍDRICA A MITIGAR (Ton/Año) |
|------------------------|-----------------------------|--|--------------|--|
| | | SIN REMOCIÓN | CON REMOCIÓN | |
| Selva baja caducifolia | 3.931 | 0.010 | 0.227 | 0.217 |
| Tular | 0.554 | 0.014 | 0.032 | 0.018 |
| TOTAL | 4.485 | 0.024 | 0.259 | 0.235 |

IV.2.1.5. Hidrología Superficial

IV.2.1.5.1. Disponibilidad media anual de agua superficial en la región hidrológica 28 Papaloapan

La Región Hidrológica número 28 Papaloapan, está integrada por 18 cuencas hidrológicas agrupadas en subregiones hidrológicas; de acuerdo con el Diario Oficial de la Federación (DOF), en el 2012 se publicó el acuerdo en el que se actualiza la disponibilidad media anual de las aguas superficiales de la RH28 y las cuencas hidrológicas que la integran, información que se presenta en la tabla siguiente.

Tabla 41. Disponibilidad media anual de las aguas superficiales de las cuencas hidrológicas de la RH28.

| CUENCA | | | Ab | Rxy | D |
|--------|------------------------|--|----------------------------|---------|------------|
| NO. | NOMBRE | DESCRIPCIÓN | MILLONES DE METROS CÚBICOS | | |
| 1 | Río Salado | Desde su nacimiento hasta su confluencia con el Río Grande | 117.807 | 173.870 | 157.095 |
| 2 | Río Grande | Desde su nacimiento hasta su confluencia con el Río Salado | 45.621 | 2.000 | 301.653 |
| 3 | Río Trinidad | Desde su nacimiento hasta las estaciones hidrométricas Bellaco y Achotal | 6.804 | 9.233 | 5,765.702 |
| 4 | Río Valle Nacional | Desde su nacimiento hasta su confluencia con el Río Papaloapan | 11.046 | 1.658 | 3,728.202 |
| 5 | Río Playa Vicente | Desde su nacimiento hasta la estación hidrométrica Azueta | 6.171 | 138.790 | 6,036.980 |
| 6 | Río Santo Domingo | Desde la unión de los ríos Salado y Grande hasta su confluencia con el Río Papaloapan | 1030.759 | 5.185 | 2,576.357 |
| 7 | Río Tonto | Desde su nacimiento hasta su confluencia con el Río Papaloapan | 15134.390 | 41.612 | 11,739.983 |
| 8 | Río Blanco | Desde su nacimiento hasta su desembocadura a la Laguna de Alvarado | 4360.640 | 108.398 | 2,055.052 |
| 9 | Río San Juan | Desde donde se localizan las estaciones hidrométricas Bellaco y Achotal hasta su confluencia con el Río Papaloapan | 647.173 | 47.745 | 8,403.315 |
| 10 | Río Tesechoacán | Desde donde se localiza la estación hidrométrica Azueta hasta su confluencia con el Río Papaloapan | 6.553 | 25.138 | 6,531.033 |
| 11 | Río Papaloapan | Desde la confluencia de los ríos Santo Domingo, Valle Nacional y Tonto con el Río Papaloapan hasta donde se le une a este último el Río Tesechoacán | 113.907 | 79.091 | 19,351.105 |
| 12 | Llanuras de Papaloapan | Desde la confluencia de los ríos Tesechoacán y San Juan con el Río Papaloapan hasta su desembocadura al Golfo de México, y corrientes que descargan directamente a la Laguna de Alvarado y Golfo de México | 304.802 | 10.550 | 40,518.098 |
| 13 | Río Jamapa | Desde su nacimiento hasta la estación hidrométrica El Tejar | 547.890 | 78.860 | 513.819 |
| 14 | Río Cotaxtla | Desde su nacimiento hasta la estación hidrométrica Paso del Toro | 288.177 | 22.440 | 1,221.601 |

| CUENCA | | | Ab | Rxy | D |
|--------|---------------------|--|--------|--------|-----------|
| 15 | Jamapa-Cotaxtla | Desde donde se localizan las estaciones hidrométricas El Tejar y Paso del Toro, hasta su desembocadura en el Golfo de México | 45.412 | 14.300 | 1,849.156 |
| 16 | Llanuras de Actopan | Desde el nacimiento de pequeñas corrientes, hasta su desembocadura en el Golfo de México | 4.464 | 10.550 | 254.148 |

Simbología: **Ab.** - Volumen medio anual de escurrimiento de la cuenca o subregión hacia aguas abajo. **Rxy.** - Volumen anual actual comprometido aguas abajo **D.** - Disponibilidad media anual de agua superficial en la cuenca o Subregión Hidrológica.

IV.2.1.5.2. Recursos hidrológicos localizados en el SAR (ríos, embalses y cuerpos de agua)

De acuerdo con la Red hidrológica escala 1:50 000 edición 2.0 del INEGI, en el sistema ambiental regional se tiene presencia de 13 cuerpos de agua perenes y 24 de tipo intermitentes, así mismo, hay varias corrientes perennes e intermitentes.

Dentro de las corrientes perennes se tiene el Río Medio y Río Grande, así mismo, la mayor parte de las corrientes presentes en la cuenca corresponden a flujos de agua intermitentes, es decir, que en la gran parte del año se encuentran sin recurso hídrico, razón por la cual, las corrientes se presentan de manera temporal.

En la figura 26 se muestra la hidrología superficial presente dentro del SAR.

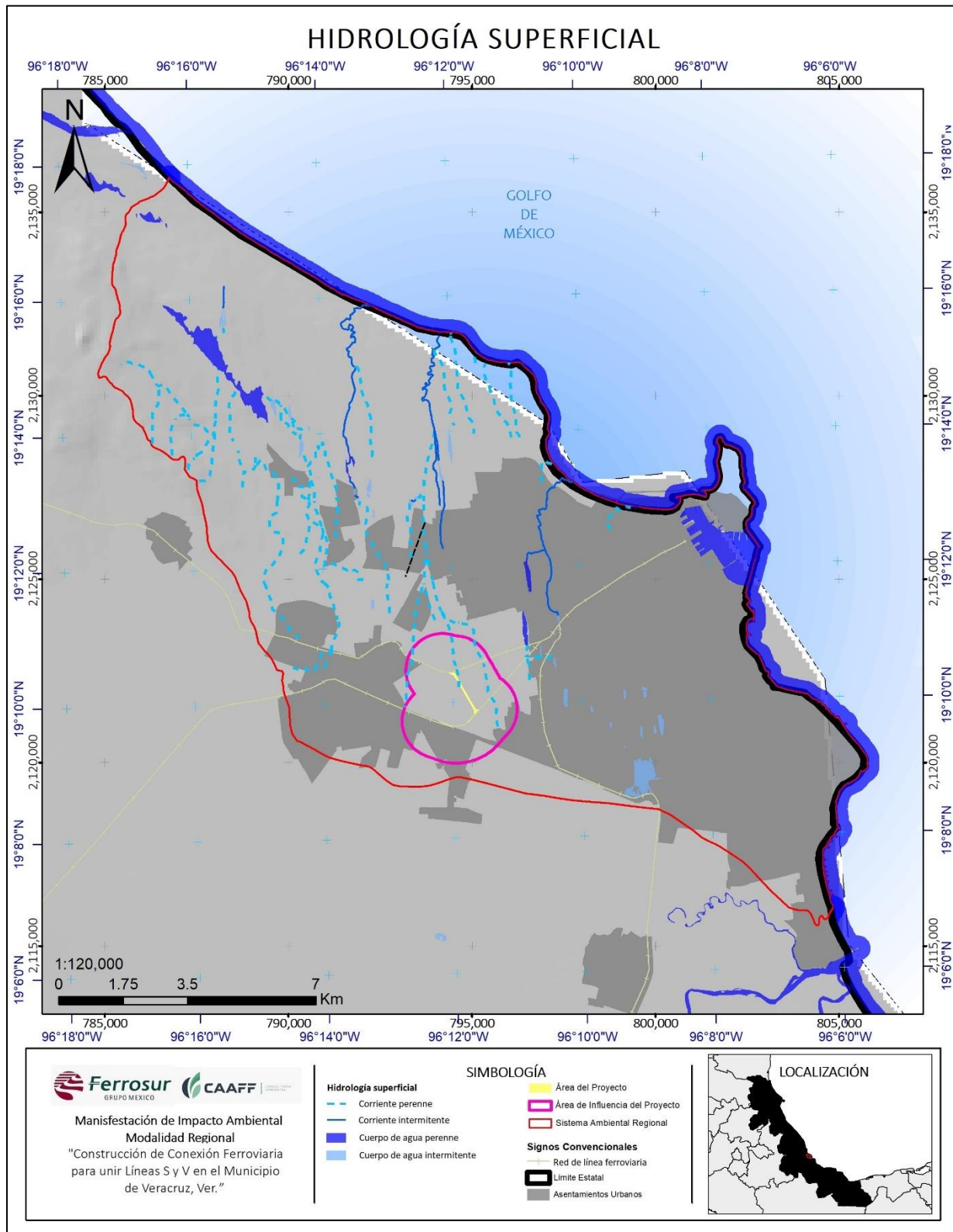


Figura 26. Mapa de hidrología superficial presente en el SAR.

IV.2.1.5.3. Balance hídrico

IV.2.1.5.3.1. Estimación de la precipitación

La precipitación hace referencia a las partículas de agua líquida o sólida que caen desde la atmósfera hacia la superficie terrestre, su unidad de medida está en milímetros (mm).

Para determinar el volumen precipitado en la superficie del SAR, se utilizaron los datos de precipitación registrados en las normales climatológicas del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) más cercanas (ver apartado IV.2.1.1 CLIMA).

Tabla 42. Precipitación promedio mensual y anual de la estación analizada.

| ESTACIÓN | VARIABLE | MES | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|---|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------------|--------------|----------------|
| | | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | ANUAL |
| El Tejar | Precipitación normal (mm/m ²) | 23.1 | 15.5 | 10.9 | 22.8 | 64.2 | 255.9 | 386.7 | 366.3 | 322.9 | 165.8 | 55 | 30.2 | 1,719.30 |
| Puente Jula | | 37 | 23.8 | 23.2 | 28.8 | 73 | 312.4 | 468 | 391.9 | 316.3 | 195.6 | 70.6 | 25.7 | 1,966.30 |
| PROMEDIO | | 30.05 | 19.65 | 17.05 | 25.80 | 68.60 | 284.15 | 427.35 | 379.10 | 319.60 | 180.70 | 62.80 | 27.95 | 1842.80 |

El valor promedio de la precipitación es de 1,842.80 mm, este valor hace referencia a la lámina precipitada en un m² y el valor requerido es el volumen precipitado en la superficie total del SAR, por lo que es necesario multiplicar la lámina precipitada por la superficie de análisis (tabla 43). La hoja de cálculo se presenta en el ANEXO "11.15".

Tabla 43. Precipitación total y por tipo de vegetación presente en el SAR.

| CLAVE | TIPO DE VEGETACIÓN | AREA (ha) | AREA (m ²) | LAMINA PRECIPITADA (mm) | LAMINA PRECIPITADA (m) | PRECIPITACIÓN (m ³ /año) |
|--------------|---|-------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------------------|
| TA | Agricultura de Temporal Anual | 995.828 | 9,958,280.00 | 1842.8 | 1.8428 | 18,351,118.384 |
| H2O | Agua | 605.002 | 6,050,020.00 | 1842.8 | 1.8428 | 11,148,976.856 |
| MN | Manglar | 29.623 | 296,230.00 | 1842.8 | 1.8428 | 545,892.644 |
| PC | Pastizal Cultivado | 3914.457 | 39,144,570.00 | 1842.8 | 1.8428 | 72,135,613.596 |
| VT | Popal | 126.918 | 1,269,180.00 | 1842.8 | 1.8428 | 2,338,844.904 |
| AH | Urbano construido | 9433.989 | 94,339,890.00 | 1842.8 | 1.8428 | 173,849,549.292 |
| VU | Vegetación de Dunas Costeras | 1910.641 | 19,106,410.00 | 1842.8 | 1.8428 | 35,209,292.348 |
| Vsa/SBC | Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia | 1337.846 | 13,378,460.00 | 1842.8 | 1.8428 | 24,653,826.088 |
| Vsa/SBS | Vegetación secundaria arbustiva de selva baja subcaducifolia | 583.959 | 5,839,590.00 | 1842.8 | 1.8428 | 10,761,196.452 |
| Vsa/VU | Vegetación secundaria arbustiva de vegetación de dunas costeras | 105.314 | 1,053,140.00 | 1842.8 | 1.8428 | 1,940,726.392 |
| TOTAL | | 19,043.577 | 190,435,770.00 | - | - | 350,935,036.956 |

Tabla 44. Precipitación total por tipo de vegetación presente en el área del proyecto.

| N° | TIPO DE VEGETACIÓN | ÁREA (Ha) | ÁREA (m ²) | LAMINA PRECIPITADA (mm) | LAMINA PRECIPITADA (m) | PRECIPITACIÓN (m ³ /Año) |
|--------------|------------------------|--------------|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------------------|
| 1 | Selva baja caducifolia | 3.931 | 39,310.000 | 1,842.800 | 1.843 | 72,440.468 |
| 2 | Tular | 0.554 | 5,540.000 | 1,842.800 | 1.843 | 10,209.112 |
| TOTAL | | 4.485 | 44,850.000 | - | - | 82,649.580 |

De acuerdo con las tablas anteriores se tiene que, el volumen precipitado en la superficie total del Sistema Ambiental Regional es de **350,649,036.956 m³** por año, mientras para el área del proyecto es de **82,649.580 m³** por año.

IV.2.1.5.3.2. Esgurrimiento superficial

El escurrimiento superficial fue determinado a través de la metodología descrita en la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015 "Conservación del Recurso Agua" que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales.

Esta Norma Oficial Mexicana tiene como objetivo establecer el método base para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales superficiales y del subsuelo, para su explotación, uso o aprovechamiento. La misma define al Esgurrimiento como:

Esgurrimiento natural: es el volumen medio anual de agua superficial que se capta por la red de drenaje natural de la propia cuenca hidrológica.

En el Apéndice Normativo "A": Métodos para determinar el volumen medio anual de escurrimiento natural de la NOM-011 se describen los métodos para determinar el volumen medio anual de escurrimiento natural. En caso de que en la cuenca en estudio no se cuente con suficiente información de registros hidrométricos o ésta sea escasa (como en este caso), para determinar el volumen medio anual de escurrimiento natural se aplica el método indirecto denominado: *precipitación-escurrimiento*.

$$\begin{array}{|c|} \hline \text{VOLUMEN} \\ \text{ANUAL DE} \\ \text{ESGURRIMIENTO} \\ \text{NATURAL DE LA} \\ \text{CUENCA} \\ \hline \end{array} = \begin{array}{|c|} \hline \text{PRECIPITACIÓN} \\ \text{ANUAL DE LA} \\ \text{CUENCA} \\ \hline \end{array} * \begin{array}{|c|} \hline \text{ÁREA DE LA} \\ \text{CUENCA} \\ \hline \end{array} * \begin{array}{|c|} \hline \text{COEFICIENTE DE} \\ \text{ESGURRIMIENTO} \\ \hline \end{array}$$

El coeficiente de escurrimiento se determina a partir del siguiente procedimiento:

A falta de información específica, con apoyo en los servicios del INEGI y de la visita de campo, se clasifican los suelos de la cuenca en estudio, en tres diferentes tipos: **A** (suelos permeables, textura gruesa); **B** (suelos medianamente permeables, textura media), y **C** (suelos casi impermeables, textura fina), que se especifican en la tabla 45 y al tomar en cuenta el uso actual del suelo, se obtiene el valor del parámetro K.²⁸

²⁸ Plan Nacional de Obras de Riego para el Desarrollo Rural "Pequeños Almacenamientos". Secretaría de Recursos Hidráulicos, adaptación del Libro: *Small Dams*

Tabla 45. Grupos de suelos de acuerdo con sus características.

| TIPO DE SUELO | CARACTERÍSTICAS | | |
|-------------------------------------|---|------|------|
| A | Suelos permeables, tales como arenas profundas y loess poco compactos | | |
| B | Suelos medianamente permeables, tales como arenas de mediana profundidad: loess algo más compactos que los correspondientes a los suelos A; terrenos migajosos. | | |
| C | Suelos casi impermeables, tales como arenas o loess muy delgados sobre una capa impermeable, o bien arcillas. | | |
| USO DEL SUELO | TIPO DE SUELO | | |
| | A | B | C |
| Barbecho, áreas incultas y desnudas | 0.26 | 0.28 | 0.3 |
| Cultivos: | | | |
| En Hilera | 0.24 | 0.27 | 0.3 |
| Legumbres o rotación de pradera | 0.24 | 0.27 | 0.3 |
| granos pequeños | 0.24 | 0.27 | 0.3 |
| Pastizal: | | | |
| % del suelo cubierto o pastoreo | | | |
| Más del 75 % -Poco- | 0.14 | 0.2 | 0.28 |
| Del 50 al 75 % -Regular- | 0.2 | 0.24 | 0.3 |
| Menos del 50 % -Excesivo- | 0.24 | 0.28 | 0.3 |
| Bosque: | | | |
| Cubierto más del 75 % | 0.07 | 0.16 | 0.24 |
| Cubierto del 50 al 75 % | 0.12 | 0.22 | 0.26 |
| Cubierto del 25 al 50 % | 0.17 | 0.26 | 0.28 |
| Cubierto menos del 25 % | 0.22 | 0.28 | 0.3 |
| Zonas urbanas | 0.26 | 0.29 | 0.32 |
| Caminos | 0.27 | 0.3 | 0.33 |
| Pradera permanente | 0.18 | 0.24 | 0.3 |

Para asignar el valor del factor K se necesita conocer el tipo de vegetación y el porcentaje de cobertura. El primer dato se tomó del Conjunto de datos vectoriales de Uso del suelo y vegetación. Escala 1:250 000 Serie VI del INEGI.

Una vez obtenido el valor de K, el coeficiente de escurrimiento anual (Ce), se calcula mediante las fórmulas siguientes:

- Si K es menor o igual que 0.15:

$$Ce = \frac{K (P - 250)}{2000}$$

- Si K es mayor que 0.15:

$$Ce = \frac{K (P - 250)}{2000} + \frac{K - 0.15}{1.5}$$

Donde:

P = Precipitación anual, en mm.

Rango de validez. - Las fórmulas se considerarán válidas para valores de precipitación anual entre 350 y 2150 mm.

Tabla 46. Escurrimiento medio por tipo de vegetación en el SAR.

| TIPO DE VEGETACIÓN | ESCURRIMIENTO |
|-------------------------------|--------------------|
| Agricultura de Temporal Anual | 5,683,396.006 |
| Agua | 3,576,712.73534713 |

| TIPO DE VEGETACIÓN | ESCURRIMIENTO |
|---|------------------------|
| Manglar | 200,980.697 |
| Pastizal Cultivado | 19,951,384.834 |
| Popal | 789,748.455 |
| Urbano construido | 55,305,039.9513285 |
| Vegetación de Dunas Costeras | 7,812,069.415 |
| Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia | 5,863,758.866 |
| Vegetación secundaria arbustiva de selva baja subcaducifolia | 2,387,636.876 |
| Vegetación secundaria arbustiva de vegetación de dunas costeras | 430,604.492 |
| Total | 102,001,332.328 |

El valor del escurrimiento indica que, del total de la precipitación que cae en el SAR anualmente (350,935,036.956 m³/año), solo **102,001,332.328** se convierte en escurrimiento superficial.

ÁREA DEL PROYECTO

A continuación, se presenta los valores para determinar los coeficientes parciales de escurrimiento por tipo de vegetación en el área del proyecto y una vez que se remueva la superficie con vegetación.

Tabla 47. Coeficientes parciales de escurrimiento en el AP.

| N° | TIPO DE VEGETACIÓN | SUPERFICIE (m ²) | COBERTURA | SUELO | K | Ce | ESCURRIMIENTO (m ³ /Año) |
|----|------------------------|------------------------------|-------------------------|-------|------|------|-------------------------------------|
| 1 | Selva baja caducifolia | 39,310.000 | Cubierto del 50 al 75 % | C | 0.26 | 0.28 | 20,312.114 |
| 2 | Tular | 5,540.000 | Cubierto menos del 25 % | C | 0.30 | 0.34 | 3,460.072 |
| | | | | | | | 23,772.186 |

Tabla 48. Coeficientes parciales de escurrimiento en el AP con la remoción de la vegetación.

| N° | TIPO DE VEGETACIÓN | SUPERFICIE (m ²) | COBERTURA | SUELO | K | Ce | ESCURRIMIENTO (m ³ /Año) |
|----|--------------------|------------------------------|-----------|-------|------|------|-------------------------------------|
| 1 | Sin Vegetación | 39,310.000 | 0-25 | C | 0.32 | 0.37 | 26,671.228 |
| 2 | Sin Vegetación | 5,540.000 | 0-25 | C | 0.32 | 0.37 | 3,758.804 |
| | | | | | | | 30,430.033 |

Con los valores obtenidos en las tablas anteriores se tiene que el escurrimiento en el AP va aumentar **6,657.846** m³ una vez que se remueva la vegetación.

Tabla 49. Valores de escurrimiento en el AP.

| USO SUELO | PRECIPITACIÓN TOTAL (m ³ /Año) | ESCURRIMIENTO MEDIO (m ³ /Año) |
|----------------|---|---|
| Con vegetación | 82,649.580 | 23,772.186 |
| Sin vegetación | 82,649.580 | 30,430.033 |
| | | 6,657.846 |

IV.2.1.5.3.3. Evapotranspiración real (ETR)

La evapotranspiración es el proceso que representa la mayor pérdida de agua en el SAR, por efecto de la evaporación del suelo y la transpiración de las plantas. Para el cálculo de la evapotranspiración potencial se aplicó la fórmula de Thornthwaite (1948)²⁹, y posteriormente la evapotranspiración real aplicando el método de Blanney-Criddle (Ortiz, 2014)³⁰.

²⁹ Thornthwaite, C. W., 1948. An approach towards a rational classification of climate. Geogr. Rev., 39, 55-94.

³⁰ Ortiz V. 2014. Riego de precisión: diseño, aplicación y evaluación. IMTA. México D.F. pp. 146

El método de Thornthwaite (1948), calcula el uso consuntivo mensual de agua, como una función de las temperaturas medias mensuales a través de la siguiente fórmula;

$$ETP=16Ka (10Tj/I)^a$$

Donde:

ETP = ETP en el mes j, en mm.

Tj = Temperatura media en el mes j, en °C.

I, a = Constantes.

Ka = Factor de corrección de la duración del día de acuerdo con la latitud (tabla 50).

16 = Constante.

Tabla 50. Valores de Ka (factor de corrección), de acuerdo con la latitud y el mes del año.

| LATITUD EN GRADOS | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
|-------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 0 | 1.04 | 0.94 | 1.04 | 1.01 | 1.04 | 1.01 | 1.04 | 1.04 | 1.01 | 1.04 | 1.01 | 1.01 |
| 10 | 1.00 | 0.91 | 1.03 | 1.03 | 1.08 | 1.06 | 1.08 | 1.07 | 1.02 | 1.02 | 0.98 | 0.99 |
| 20 | 0.95 | 0.90 | 1.03 | 1.05 | 1.13 | 1.11 | 1.14 | 1.11 | 1.02 | 1.00 | 0.93 | 0.91 |
| 30 | 0.90 | 0.87 | 1.03 | 1.08 | 1.18 | 1.17 | 1.20 | 1.14 | 1.03 | 0.98 | 0.89 | 0.88 |
| 35 | 0.87 | 0.85 | 1.03 | 1.09 | 1.21 | 1.21 | 1.23 | 1.16 | 1.03 | 0.97 | 0.86 | 0.85 |
| 40 | 0.84 | 0.83 | 1.03 | 1.11 | 1.24 | 1.25 | 1.27 | 1.18 | 1.04 | 0.96 | 0.83 | 0.81 |
| 45 | 0.80 | 0.81 | 1.02 | 1.13 | 1.28 | 1.29 | 1.31 | 1.21 | 1.04 | 0.94 | 0.79 | 0.75 |
| 50 | 0.74 | 0.78 | 1.02 | 1.15 | 1.33 | 1.36 | 1.37 | 1.25 | 1.06 | 0.92 | 0.76 | 0.70 |

Fuente: Aparicio (1992).

Considerando que el SAR se encuentra en una latitud de 19°, para el factor de corrección K_a se hizo uso de los valores correspondientes a una Latitud de 20° (latitud más cercana), ya que, al implementar esta metodología, se tienen valores definidos en intervalos de 10 y 5 *grados* (Aparicio, 1992)³¹.

Las constantes "I" (índice de eficiencia de temperatura), y "a" se calcula de la siguiente forma:

$$I = \sum_{j=1}^n ij$$

Donde:

ij = Índice de calor mensual y j = número de mes.

ij = $(Tj/5)^{1.514}$,

a = $(0.92621/2.42325-\log I)$

Para la obtención de los datos de ETP mensual, se utilizan los datos de temperatura media mensual sustituyéndolos en la fórmula de Thornthwaite, obteniendo los valores de cada uno de los elementos de la fórmula. Con la fórmula del índice de calor mensual se obtuvo el valor para cada uno de los

³¹ Aparicio M., F. J. 1992. Fundamentos de Hidrología de superficie. Edit. LIMUSA México D. F. 152 pp.

meses, que al ser sumados se obtiene el índice de calor anual, el cual es utilizado en la fórmula de ETP.

Tabla 51. Índice de calor mensual para cada uno de los meses.

| MES | TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (°C) | ÍNDICE DE CALOR MENSUAL |
|--------------|--------------------------------|-------------------------|
| ENERO | 22.05 | 9.46 |
| FEBRERO | 22.90 | 10.01 |
| MARZO | 24.60 | 11.16 |
| ABRIL | 26.70 | 12.63 |
| MAYO | 28.40 | 13.87 |
| JUNIO | 28.05 | 13.61 |
| JULIO | 27.10 | 12.92 |
| AGOSTO | 27.20 | 12.99 |
| SEPTIEMBRE | 26.90 | 12.78 |
| OCTUBRE | 25.65 | 11.89 |
| NOVIEMBRE | 24.05 | 10.78 |
| DICIEMBRE | 22.55 | 9.78 |
| TOTAL | | 141.89 |

El valor de la constante "a" se obtiene sustituyendo el valor del índice de calor anual en la fórmula presentada anteriormente:

$$a = \frac{0.92621}{2.42325 - \log(\mathbf{141.89})} = \mathbf{3.41}$$

Después de haber obtenido todos los componentes de la fórmula de ETP, se sustituyen los valores en la fórmula para generar la ETP mensual, y finalmente obtener la ETP anual.

Tabla 52. Evapotranspiración potencial mensual y anual presentes en el SAR.

| MES | TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (°C) | ÍNDICE DE CALOR MENSUAL | HORAS LUZ DE ACUERDO CON LA LATITUD | ETP MENSUAL (mm) |
|--------------|--------------------------------|-------------------------|-------------------------------------|------------------|
| ENERO | 22.05 | 9.46 | 0.95 | 68.47 |
| FEBRERO | 22.90 | 10.01 | 0.9 | 73.81 |
| MARZO | 24.60 | 11.16 | 1.03 | 107.86 |
| ABRIL | 26.70 | 12.63 | 1.05 | 145.43 |
| MAYO | 28.40 | 13.87 | 1.13 | 193.22 |
| JUNIO | 28.05 | 13.61 | 1.11 | 181.93 |
| JULIO | 27.10 | 12.92 | 1.14 | 166.12 |
| AGOSTO | 27.20 | 12.99 | 1.11 | 163.79 |
| SEPTIEMBRE | 26.90 | 12.78 | 1.02 | 144.92 |
| OCTUBRE | 25.65 | 11.89 | 1 | 120.78 |
| NOVIEMBRE | 24.05 | 10.78 | 0.93 | 90.15 |
| DICIEMBRE | 22.55 | 9.78 | 0.91 | 70.80 |
| TOTAL | | 141.89 | - | 1,527.28 |

La tabla anterior muestra que la ETP es de **1,527.28** mm/anual, lámina menor que el agua precipitada. Este valor representa la demanda evaporativa de la atmósfera; sin embargo, el dato que requerimos es la evapotranspiración real (ETR), es decir, la que ocurre de acuerdo con las condiciones prevalecientes en cuanto a clima, cobertura, propiedades físicas de suelos y manejo del terreno.

* **Estimación de la ETR**

Para el presente estudio interesa conocer la ETR, determinada por el método de Blanney-Criddle, que considera el tipo de vegetación o cobertura presente en la zona, ya que cada especie tiene diferentes valores de evapotranspiración debido a los diferentes procesos fisiológicos.

Para estimar la evapotranspiración durante un ciclo vegetativo completo se empleó la fórmula:

$$Et = KgF$$

Donde:

Et = Evaporación durante el ciclo vegetativos (mm).

F = Factor de temperatura y luminosidad.

Kg = Coeficiente global de desarrollo.

El coeficiente global de desarrollo Kg toma valores entre 0.5 y 1.2, dependiendo de los tipos de vegetación presentes en el SAR. El factor de temperatura y luminosidad (F) se calculó de la siguiente manera.

$$F = \sum_{j=1}^n f_i$$

Donde:

n = número de meses que dura el ciclo vegetativo.

f_i = $Pi((Ti+17.8) / 21.8)$

Pi = Porcentaje de horas de sol del mes i con respecto al año.

Ti = Temperatura media del mes i ° C.

17.8 y 21.8 = Constantes.

Los coeficientes globales de desarrollo (Kg) para los tipos de vegetación presentes en el SAR, se muestran en la tabla siguiente.

Tabla 53. Coeficientes globales de desarrollo por tipo de vegetación.

| CLAVE | USO DEL SUELO Y VEGETACIÓN | CICLO DEL CULTIVO | COEFICIENTE KG (0.5-1.2) | SUPERFICIE (Ha) |
|--------------|---|-------------------|--------------------------|-------------------|
| TA | Agricultura de Temporal Anual | 4 | 0.70 | 995.828 |
| H2O | Agua | 12 | 1.00 | 605.002 |
| MN | Manglar | 12 | 0.90 | 29.623 |
| PC | Pastizal Cultivado | 12 | 0.80 | 3,914.457 |
| VT | Popal | 12 | 0.90 | 126.918 |
| AH | Urbano construido | 0 | 0.80 | 9,433.989 |
| VU | Vegetación de Dunas Costeras | 12 | 0.80 | 1,910.641 |
| Vsa/SBC | Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia | 12 | 0.70 | 1,337.846 |
| Vsa/SBS | Vegetación secundaria arbustiva de selva baja subcaducifolia | 12 | 0.70 | 583.959 |
| Vsa/VU | Vegetación secundaria arbustiva de vegetación de dunas costeras | 12 | 0.70 | 105.314 |
| TOTAL | | | | 19,043.577 |

Cabe mencionar que los coeficientes de agricultura fueron tomados de acuerdo con los datos que recomienda la FAO (1990)³²

Los valores del porcentaje de horas luz de los meses con respecto al año de acuerdo con la latitud (Pi) se presentan en intervalos de 1 grado. Tomando como referencia estos límites (1 grado) y la latitud del SAR, el valor utilizado fue para una latitud de 19°, a partir de la tabla siguiente.

Tabla 54. Porcentaje de horas luz de los meses con respecto al año, de acuerdo con la latitud.

| LATITUD | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC |
|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 18° | 7.83 | 7.30 | 8.42 | 8.50 | 9.09 | 8.92 | 8.16 | 8.90 | 8.27 | 8.21 | 7.66 | 7.74 |
| 19° | 7.79 | 7.28 | 8.41 | 8.51 | 9.11 | 8.97 | 9.20 | 8.92 | 8.28 | 8.19 | 7.63 | 7.71 |
| 20° | 7.74 | 7.26 | 8.41 | 8.53 | 9.14 | 9.00 | 9.23 | 8.95 | 8.29 | 8.17 | 7.59 | 7.66 |
| 21° | 7.7 | 6.98 | 8.41 | 8.56 | 9.2 | 9.08 | 9.3 | 8.98 | 8.29 | 8.13 | 7.52 | 7.6 |
| 22° | 7.66 | 6.95 | 8.41 | 8.58 | 9.24 | 9.12 | 9.34 | 9.01 | 8.29 | 8.11 | 7.48 | 7.56 |
| 23° | 7.62 | 6.93 | 8.4 | 8.6 | 9.28 | 9.17 | 9.38 | 9.03 | 8.29 | 8.09 | 7.45 | 7.51 |
| 24° | 7.57 | 6.91 | 8.4 | 8.61 | 9.32 | 9.22 | 9.42 | 9.06 | 8.3 | 8.07 | 7.41 | 7.46 |
| 25° | 7.53 | 6.88 | 8.39 | 8.63 | 9.36 | 9.27 | 9.47 | 9.09 | 8.3 | 8.05 | 7.37 | 7.41 |
| 26° | 7.49 | 6.86 | 8.39 | 8.65 | 9.4 | 9.31 | 9.51 | 9.12 | 8.3 | 8.03 | 7.33 | 7.36 |
| 27° | 7.44 | 6.84 | 8.38 | 8.67 | 9.44 | 9.36 | 9.56 | 9.14 | 8.31 | 8.01 | 7.29 | 7.31 |
| 28° | 7.39 | 6.81 | 8.38 | 8.69 | 9.48 | 9.41 | 9.61 | 9.17 | 8.31 | 7.99 | 7.25 | 7.26 |
| 29° | 7.35 | 6.79 | 8.37 | 8.71 | 9.52 | 9.47 | 9.66 | 9.2 | 8.32 | 7.97 | 7.21 | 7.2 |
| 30° | 7.3 | 6.76 | 8.37 | 8.73 | 9.57 | 9.52 | 9.71 | 9.23 | 8.32 | 7.94 | 7.16 | 7.15 |
| 31° | 7.25 | 6.74 | 8.36 | 8.75 | 9.61 | 9.57 | 9.76 | 9.26 | 8.32 | 7.92 | 7.12 | 7.09 |
| 32° | 7.2 | 6.71 | 8.36 | 8.77 | 9.66 | 9.63 | 9.81 | 9.29 | 8.33 | 7.9 | 7.08 | 7.04 |

Utilizando los valores de la temperatura media mensual y el porcentaje de horas luz mensual, se sustituyen en la fórmula para calcular Fi, que se multiplica por el coeficiente global del cultivo, dando como resultado los valores de ETR mensuales.

³² FAO (2007). Evapotranspiración del cultivo: Guía para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. FAO. Disponible en: <http://www.fao.org/3/x0490s/x0490s02.pdf>

Tabla 55. Cálculo de la evapotranspiración real por tipo de vegetación presente en el SAR.

| MES | TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (°C) | Pi | fi | TA | H2O | PC | VT | AH | VU | Vsa/SBC | Vsa/SBS | Vsa/VU | Vsa/VU |
|-----------------|--------------------------------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|---------|--------|--------|
| ENERO | 22.05 | 7.79 | 14.2 | 10.0 | 14.2 | 11.4 | 12.8 | 11.4 | 11.4 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 12.8 |
| FEBRERO | 22.90 | 7.28 | 13.6 | 9.5 | 13.6 | 10.9 | 12.2 | 10.9 | 10.9 | 9.5 | 9.5 | 9.5 | 12.2 |
| MARZO | 24.60 | 8.41 | 16.4 | 11.4 | 16.4 | 13.1 | 14.7 | 13.1 | 13.1 | 11.4 | 11.4 | 11.4 | 14.7 |
| ABRIL | 26.70 | 8.51 | 17.4 | 12.2 | 17.4 | 13.9 | 15.6 | 13.9 | 13.9 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 15.6 |
| MAYO | 28.40 | 9.11 | 19.3 | 13.5 | 19.3 | 15.4 | 17.4 | 15.4 | 15.4 | 13.5 | 13.5 | 13.5 | 17.4 |
| JUNIO | 28.05 | 8.97 | 18.9 | 13.2 | 18.9 | 15.1 | 17.0 | 15.1 | 15.1 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 17.0 |
| JULIO | 27.10 | 9.2 | 18.9 | 13.3 | 18.9 | 15.2 | 17.1 | 15.2 | 15.2 | 13.3 | 13.3 | 13.3 | 17.1 |
| AGOSTO | 27.20 | 8.92 | 18.4 | 12.9 | 18.4 | 14.7 | 16.6 | 14.7 | 14.7 | 12.9 | 12.9 | 12.9 | 16.6 |
| SEPTIEMBRE | 26.90 | 8.28 | 17.0 | 11.9 | 17.0 | 13.6 | 15.3 | 13.6 | 13.6 | 11.9 | 11.9 | 11.9 | 15.3 |
| OCTUBRE | 25.65 | 8.19 | 16.3 | 11.4 | 16.3 | 13.1 | 14.7 | 13.1 | 13.1 | 11.4 | 11.4 | 11.4 | 14.7 |
| NOVIEMBRE | 24.05 | 7.63 | 14.6 | 10.3 | 14.6 | 11.7 | 13.2 | 11.7 | 11.7 | 10.3 | 10.3 | 10.3 | 13.2 |
| DICIEMBRE | 22.55 | 7.71 | 14.3 | 10.0 | 14.3 | 11.4 | 12.8 | 11.4 | 11.4 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 12.8 |
| ETR (mm) | | | | 139.5 | 199.3 | 159.5 | 179.4 | 159.5 | 159.5 | 139.5 | 139.5 | 139.5 | 179.4 |

Pi: Porcentaje de horas luz, fi: factor de luminosidad.

Por lo anterior se tiene que la evapotranspiración real promedio anual es de **162.30** mm/año.

Con el valor obtenido de evapotranspiración real (mm) para cada tipo de vegetación se calculó el volumen de evapotranspiración en m³, valores que se muestran en la tabla 56.

Tabla 56. Cálculo de la evapotranspiración real por tipo de vegetación.

| No. | USO DEL SUELO Y VEGETACIÓN | PRECIPITACIÓN (m³) | SUPERFICIE (Ha) | ETR (mm) | ETR (m³) |
|--------------|---|------------------------|-------------------|----------|-----------------------|
| 1 | Agricultura de Temporal Anual | 18,351,118.384 | 995.828 | 139.519 | 1,389,371.894 |
| 2 | Agua | 11,148,976.856 | 605.002 | 199.313 | 1,205,849.052 |
| 3 | Manglar | 545,892.644 | 29.623 | 179.382 | 53,138.303 |
| 4 | Pastizal Cultivado | 72,135,613.596 | 3914.457 | 159.451 | 6,241,624.670 |
| 5 | Popal | 2,338,844.904 | 126.918 | 179.382 | 227,667.933 |
| 6 | Urbano construido | 173,849,549.292 | 9433.989 | 159.451 | 15,042,550.853 |
| 7 | Vegetación de Dunas Costeras | 35,209,292.348 | 1910.641 | 159.451 | 3,046,528.293 |
| 8 | Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia | 24,653,826.088 | 1337.846 | 139.519 | 1,866,552.889 |
| 9 | Vegetación secundaria arbustiva de selva baja subcaducifolia | 10,761,196.452 | 583.959 | 139.519 | 814,735.297 |
| 10 | Vegetación secundaria arbustiva de vegetación de dunas costeras | 1,940,726.392 | 105.314 | 139.519 | 146,933.317 |
| TOTAL | | 350,935,036.956 | 19,043.577 | | 30,034,952.503 |

De acuerdo con la tabla anterior, se tiene que en el SAR la evapotranspiración real es de **30,034,952.503 m³/año** y representa el 8.56 % de la precipitación total. Con base en esto, se puede decir que el SAR presenta tasas bajas de evapotranspiración.

ÁREA DEL PROYECTO

En el área de proyecto se tiene el valor de **8,718.59 m³** en el ETR en condiciones actuales y una vez que se remueve la vegetación es de **5,363.519 m³**.

Tabla 57. Valores de ETR en el AP en condiciones actuales.

| TIPO DE VEGETACIÓN | PRECIPITACIÓN (m³) | ÁREA (ha) | ETR (mm) | ETR (m³) |
|------------------------|--------------------|--------------|----------------|------------------|
| Selva baja caducifolia | 72440.468 | 3.931 | 199.313 | 7835.003 |
| Tular | 10209.112 | 0.554 | 159.451 | 883.356 |
| TOTAL | 82,649.58 | 4.485 | 358.764 | 8,718.359 |

Tabla 58. Valores de ETR en el AP una vez removida la vegetación.

| USO DE SUELO | PRECIPITACIÓN (m³) | ÁREA (ha) | ETR (mm) | ETR (m³) |
|----------------|--------------------|--------------|----------------|------------------|
| Sin vegetación | 72,440.468 | 3.931 | 119.588 | 4,701.002 |
| Sin vegetación | 10,209.112 | 0.554 | 119.588 | 662.517 |
| TOTAL | 82,649.580 | 4.485 | 119.588 | 5,363.519 |

IV.2.1.5.3.4. Infiltración

De la lluvia que llega a la superficie del suelo, una fracción se infiltra, otra fracción escurre y una pequeña fracción termina evaporándose. Sin embargo, la única fracción de lluvia con potencial a infiltrarse es la que llega a la superficie del suelo. Para estimar el volumen de infiltración en la superficie del SAR, se utilizó la fórmula siguiente:

$$\text{“Infiltración} = \text{Precipitación} - \text{Evapotranspiración} - \text{Volumen de escurrimiento”}$$

Por lo que se retomaron los resultados obtenidos para precipitación, evapotranspiración y escurrimiento presente en el SAR.

Tabla 59. Infiltración por tipo de vegetación presente en el SAR.

| TIPO DE VEGETACIÓN | AREA (ha) | PRECIPITACIÓN (m³/año) | ETR (m³/año) | ESCURRIMIENTO MEDIO (m³/año) | INFILTRACIÓN (m³/año) |
|---|-------------------|------------------------|-----------------------|------------------------------|------------------------|
| Agricultura de Temporal Anual | 995.828 | 18,351,118.384 | 1,389,371.894 | 5,683,396.006 | 11,278,350.484 |
| Agua | 605.002 | 11,148,976.856 | 1,205,849.052 | 3,576,712.735 | 6,366,415.069 |
| Manglar | 29.623 | 545,892.644 | 53,138.303 | 200,980.697 | 291,773.643 |
| Pastizal Cultivado | 3,914.457 | 72,135,613.596 | 6,241,624.670 | 19,951,384.834 | 45,942,604.091 |
| Popal | 126.918 | 2,338,844.904 | 227,667.933 | 789,748.455 | 1,321,428.516 |
| Urbano construido | 9,433.989 | 173,849,549.292 | 15,042,550.853 | 55,305,039.951 | 103,501,958.488 |
| Vegetación de Dunas Costeras | 1,910.641 | 35,209,292.348 | 3,046,528.293 | 7,812,069.415 | 24,350,694.640 |
| Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia | 1,337.846 | 24,653,826.088 | 1,866,552.889 | 5,863,758.866 | 16,923,514.333 |
| Vegetación secundaria arbustiva de selva baja subcaducifolia | 583.959 | 10,761,196.452 | 814,735.297 | 2,387,636.876 | 7,558,824.279 |
| Vegetación secundaria arbustiva de vegetación de dunas costeras | 105.314 | 1,940,726.392 | 146,933.317 | 430,604.492 | 1,363,188.583 |
| TOTAL | 19,043.577 | 350,935,036.956 | 30,034,952.503 | 102,001,332.328 | 218,898,752.125 |

Con base en la tabla anterior, el volumen de infiltración correspondiente al valor de captación de agua es de **281,898,752.125 m³** por año, lo que representa el 62.38 % del total de la precipitación en el SAR (**350,935,036.96 m³**).

AREA DE PROYECTO

En el área del proyecto en condiciones actuales se tiene una infiltración es de **50,159.034 m³**, sin embargo, una vez removida la vegetación la infiltración disminuirá a **46,856.028 m³** con una diferencia de **3,303.006 m³**.

Tabla 60. Infiltración en el AP.

| TIPO DE VEGETACIÓN | PRECIPITACIÓN POR TIPO DE VEGETACIÓN (m ³ /año) | AGUA QUE SE INFILTRA EN AP(m ³ /Año) | | |
|---------------------------------------|--|---|------------------------|---------------------|
| | | CONDICIONES ACTUALES | REMOCION DE VEGETACIÓN | VOLUMEN QUE MITIGAR |
| Selva baja caducifolia/sin vegetación | 72,440.468 | 44,293.351 | 41,068.238 | 3,225.113 |
| Tular/sin vegetación | 10,209.112 | 5,865.684 | 5,787.790 | 77.893 |
| Total | 72,440.468 | 50,159.034 | 46,856.028 | 3,303.006 |
| | % Respecto a la precipitación | 100 | 69.242 | 64.682 |
| | (m³) | | | 4.560 |

IV.2.1.6 Hidrología Subterránea

La Hidrología subterránea es la rama de estudio del recurso hídrico a través del subsuelo, su yacimiento, movimiento, recargas y descargas. El SAR donde se ubica el proyecto se encuentra influenciada por dos acuíferos, siendo estos, el acuífero Costera de Veracruz (Clave 3006)³³ y Cotaxtla (Clave 3008)³⁴, de acuerdo con el Sistema de Información Geográfica para el Manejo del Agua Subterránea (SIGMAS) de la CONAGUA.

En el caso del proyecto este se localiza en el acuífero Costera de Veracruz (Clave 3006), ocupando el total de la superficie.

Tabla 61. Acuíferos presentes en el SAR.

| CLAVE | ACUÍFERO | SUPERFICIE |
|--------------|---------------------|-------------------|
| 3006 | Costera de Veracruz | 19,012.383 |
| 3008 | Cotaxtla | 31.194 |
| TOTAL | | 19,043.577 |

³³ CONAGUA. Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Costera Veracruz. 2018. Diario Oficial de la Federación.

³⁴ CONAGUA. Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Cotaxtla. 2018. Diario Oficial de la Federación.

A continuación, se hace un análisis de la disponibilidad de aguas subterráneas de los acuíferos.

IV.2.1.6.1. Determinación de la disponibilidad media anual de agua

IV.2.1.6.1.1. Acuífero Costera de Veracruz (3,006)

Para conocer la disponibilidad de aguas subterráneas, se obtuvo la información de la actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Costera de Veracruz (Clave 3006), Entidad Federativa de Veracruz de Ignacio de la Llave, publicada en el Diario Oficial de la Federación-2018, correspondiente a una fecha de corte en el Registro Público de Derechos de Agua (REPGA) en el 2015. Los datos se basan en la siguiente expresión, contenidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015.

$$DAS = Rt - DNCOM - VCAS$$

Donde:

DAS = Disponibilidad media anual de agua subterránea.

Rt = Recarga total media anual.

DNCOM = Descarga natural comprometida.

VCAS = Volumen de agua subterránea concesionado e inscrito en el REPGA.

* **Recarga total media anual (Rt)**

La recarga total media anual que recibe el acuífero (Rt), corresponde con la suma de todos los volúmenes que ingresan al acuífero, tanto en forma de recarga natural como inducida. Para este caso, su valor es de 293.5 hm³ anuales, de los cuales 199.7 hm³ corresponden a la recarga natural y 93.8 hm³ a recarga inducida.

* **Descarga natural comprometida (DNCOM)**

Para el caso del acuífero Costera de Veracruz, su valor es de 102.5 hm³ anuales, de los cuales 14.9 hm³ corresponden a las salidas subterráneas hacia el mar y hacia las lagunas para mantener la posición de la interfase marina y 87.6 hm³ a la descarga por flujo base del Río La Antigua. La descarga por evapotranspiración no se considera comprometida porque es alimentada por las salidas subterráneas y por el flujo base del río.

* **Volumen anual de agua subterránea concesionado e inscrito en el REPGA**

De acuerdo con la información existente en el Registro Público de Derechos de Agua (REPGA), el volumen concesionado de aguas subterráneas para este acuífero, a la fecha de corte de 30 de junio de 2014 es de 171,804,583 m³ anuales.

*** Disponibilidad de aguas subterráneas (DAS)**

El resultado indica que existe un volumen anual disponible de 19'195,417 m3 para otorgar nuevas concesiones.

Tabla 62. Disponibilidad de aguas subterráneas.

| CLAVE | ACUÍFERO | RT (Mm ³ /año) | DNCOM (Mm ³ /año) | VCAS (Mm ³ /año) | DAS (Mm ³ /año) |
|-------|---------------------|---------------------------|------------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| 3006 | Costera de Veracruz | 293.5 | 102.5 | 171.805 | 19.1954 |

Es importante aclarar que, el cálculo de la recarga media anual que reciben los acuíferos, y por lo tanto de la disponibilidad, se refiere a la porción del acuífero granular en la que existen aprovechamientos del agua subterránea e información hidrogeológica para su evaluación. No se descarta la posibilidad de que su valor sea mayor; sin embargo, no es posible en este momento incluir en el balance los volúmenes de agua que circulan a mayores profundidades que las que actualmente se encuentran en explotación, ni en las rocas fracturadas que subyacen a los depósitos granulares.

IV.2.1.6.1.2. Acuífero Cotaxtla (3,008)

*** Recarga total media anual (Rt)**

La recarga total media anual que recibe el acuífero (Rt), corresponde con la suma de todos los volúmenes que ingresan al acuífero, tanto en forma de recarga natural como inducida. Para este caso, su valor es de 356.6 hm³ anuales, de los cuales 300.8 hm³ corresponden a la recarga natural y 55.8 hm³ a recarga inducida.

*** Descarga natural comprometida (DNCOM)**

Para el caso del acuífero Costera de Veracruz, su valor es de 170.6 hm³ anuales, de los cuales 25.0 hm³ corresponden a las salidas subterráneas hacia el mar y hacia la Laguna Mandingapara mantener la posición de la interfase marina y 19.3 hm³ a la descarga de los manantiales que está comprometida para usos público-urbano y doméstico, y 126.3 hm³ al flujo base de los ríos Jamapa y Cotaxtla. La descarga por evapotranspiración no se considera comprometida porque es alimentada por las salidas subterráneas y por el flujo base del río.

*** Volumen anual de agua subterránea concesionado e inscrito en el REPDA**

De acuerdo con la información existente en el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA), el volumen concesionado de aguas subterráneas para este acuífero, a la fecha de corte de 30 de junio de 2014 es de 155,228,298 m³ anuales.

*** Disponibilidad de aguas subterráneas (DAS)**

El resultado indica que existe un volumen anual disponible de 30,771,702 m³ para otorgar nuevas concesiones.

Tabla 63. Disponibilidad de aguas subterráneas.

| CLAVE | ACUÍFERO | RT (Mm ³ /año) | DNCOM (Mm ³ /año) | VCAS (Mm ³ /año) | DAS (Mm ³ /año) |
|--------------|---------------------|---------------------------|------------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| 3006 | Costera de Veracruz | 293.5 | 102.5 | 171.805 | 19.1954 |
| 3008 | Cotaxtla | 365.6 | 170.6 | 155.228 | 30.7717 |
| TOTAL | | | | | 49.9671 |

Es importante aclarar que, el cálculo de la recarga media anual que reciben los acuíferos, y por lo tanto de la disponibilidad, se refiere a la porción del acuífero granular en la que existen aprovechamientos del agua subterránea e información hidrogeológica para su evaluación. No se descarta la posibilidad de que su valor sea mayor; sin embargo, no es posible en este momento incluir en el balance los volúmenes de agua que circulan a mayores profundidades que las que actualmente se encuentran en explotación, ni en las rocas fracturadas que subyacen a los depósitos granulares.

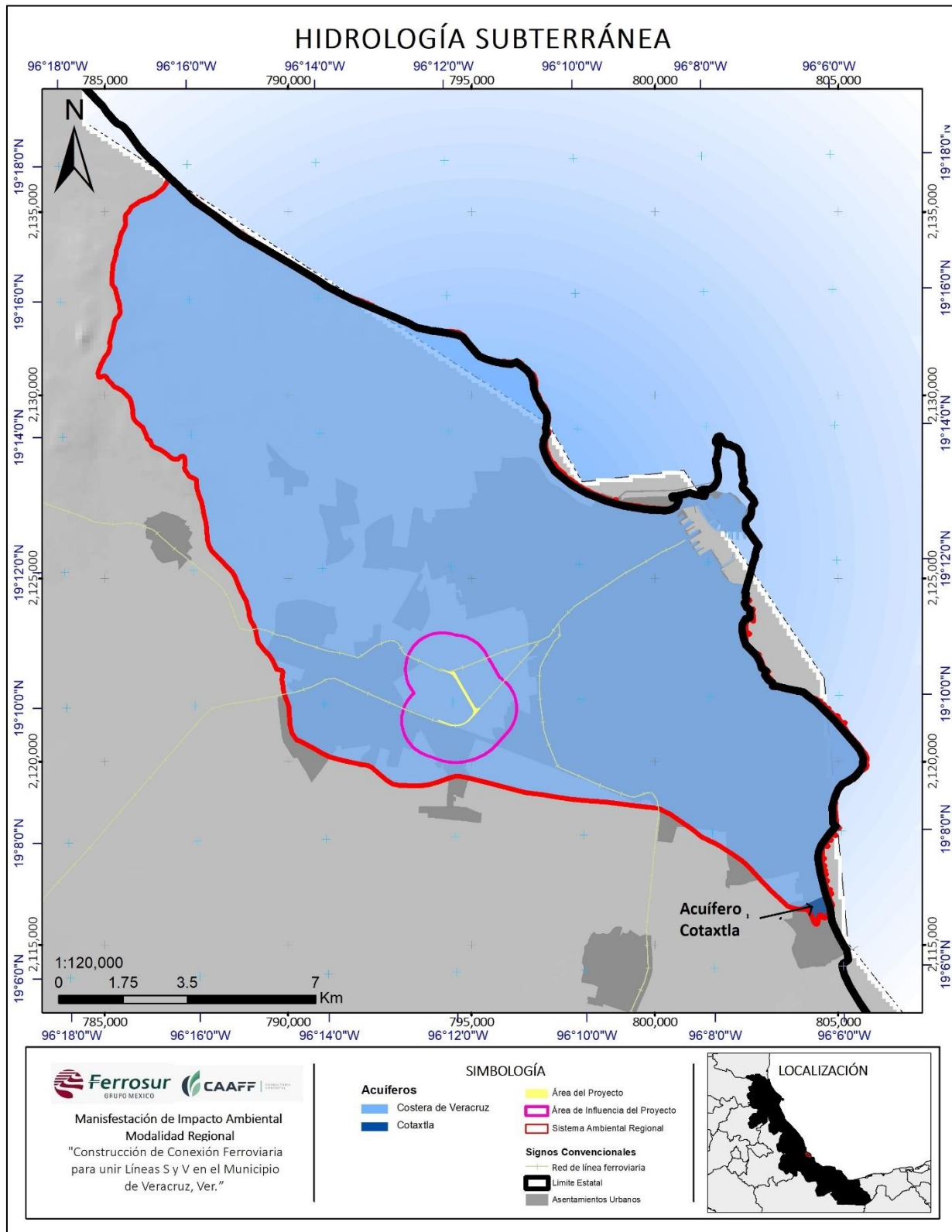


Figura 27. Mapa de acuíferos subterráneos presentes en el sistema ambiental regional.

IV.2.1.7. Aire

De acuerdo con el Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021 ³⁵del municipio de Veracruz, el municipio no cuenta con estaciones para el monitoreo de la calidad del aire. La concentración media anual de partículas contaminantes de menos de 10 micras de diámetro (PM10) es muy baja, lo que se traduce en un indicador moderadamente sólido. Esta condición es de gran preocupación para la salud pública, ya que dichas partículas pueden ser inhaladas hasta las partes más profundas del pulmón, causando graves problemas de salud. También está el problema relacionado con las altas emisiones de CO₂, que presentan un indicador débil. Este componente es un gas de efecto invernadero, que tiene impacto en los cambios del medio ambiente mundial, lo cual a su vez supone una amenaza para la sostenibilidad ambiental y social.

Es cierto que la calidad del aire a través de los años ha ido disminuyendo, sin embargo, por las características físicas y ubicación geográfica, el aire está en constante circulación principalmente por la cercanía de la costa, así como la incidencia de huracanes en menor proporción, la calidad del aire en esta zona es "buena".

IV.2.3. ASPECTOS BIÓTICOS

IV.2.3.1. Vegetación

IV.2.3.1.1. Tipos de vegetación presentes en el Sistema Ambiental Regional (SAR)

En el Sistema Ambiental Regional (SAR) donde se ubica el área del proyecto (AP), se identifican 4 usos de suelo y 6 tipos de vegetación según la cartografía del INEGI serie VI (2017).

Tabla 64. Superficie de los tipos de vegetación y usos de suelo en el Sistema ambiental regional.

| N° | Clave | USO DE SUELO Y VEGETACIÓN | SUPERFICIE (ha) | SUPERFICIE (%) |
|--------------|---------|---|-------------------|----------------|
| 1 | TA | Agricultura de Temporal Anual | 995.828 | 5.23 |
| 2 | H2O | Agua | 605.002 | 3.18 |
| 3 | MN | Manglar | 29.623 | 0.16 |
| 4 | PC | Pastizal Cultivado | 3914.457 | 20.56 |
| 5 | VT | Popal | 126.918 | 0.67 |
| 6 | AH | Urbano construido | 9433.989 | 49.54 |
| 7 | VU | Vegetación de Dunas Costeras | 1910.641 | 10.03 |
| 8 | Vsa/SBC | Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia | 1337.846 | 7.03 |
| 9 | Vsa/SBS | Vegetación secundaria arbustiva de selva baja subcaducifolia | 583.959 | 3.07 |
| 10 | Vsa/VU | Vegetación secundaria arbustiva de vegetación de dunas costeras | 105.314 | 0.55 |
| TOTAL | | | 19,043.577 | 100.00 |

³⁵ H. Ayuntamiento de Veracruz, 2018. Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021. Disponible en: <http://decide.veracruzmunicipio.gob.mx/uploads/decidim/attachment/file/118/PMD.pdf>

En el SAR, de acuerdo a la carta de uso de suelo y vegetación del INEGI Serie VI (2017) presenta una superficie en donde el uso de suelo de "Urbano construido" ocupa una mayor superficie en el SAR con una superficie del 49.54 %, seguido de "Pastizal cultivado" con un 20.56 %, después la vegetación de "Vegetación de Dunas Costeras" con el 10.03 %, mientras que los demás tipos de vegetación ocupan superficies menores al 5.0 % del total de la superficie del SAR.

En general las vegetaciones primarias representan el 10.86 % del SAR, mientras que las vegetaciones de tipo secundarias arbustivas correspondientes a selva baja caducifolia, selva baja subcaducifolia y vegetación de dunas costeras ocupan un 10.65 %; teniendo en cuenta esto, la superficie forestal del SAR corresponde a un 21.51 %. En la siguiente figura se muestra la distribución de los tipos de vegetación y usos de suelo presentes en el SAR, AIP y AP.

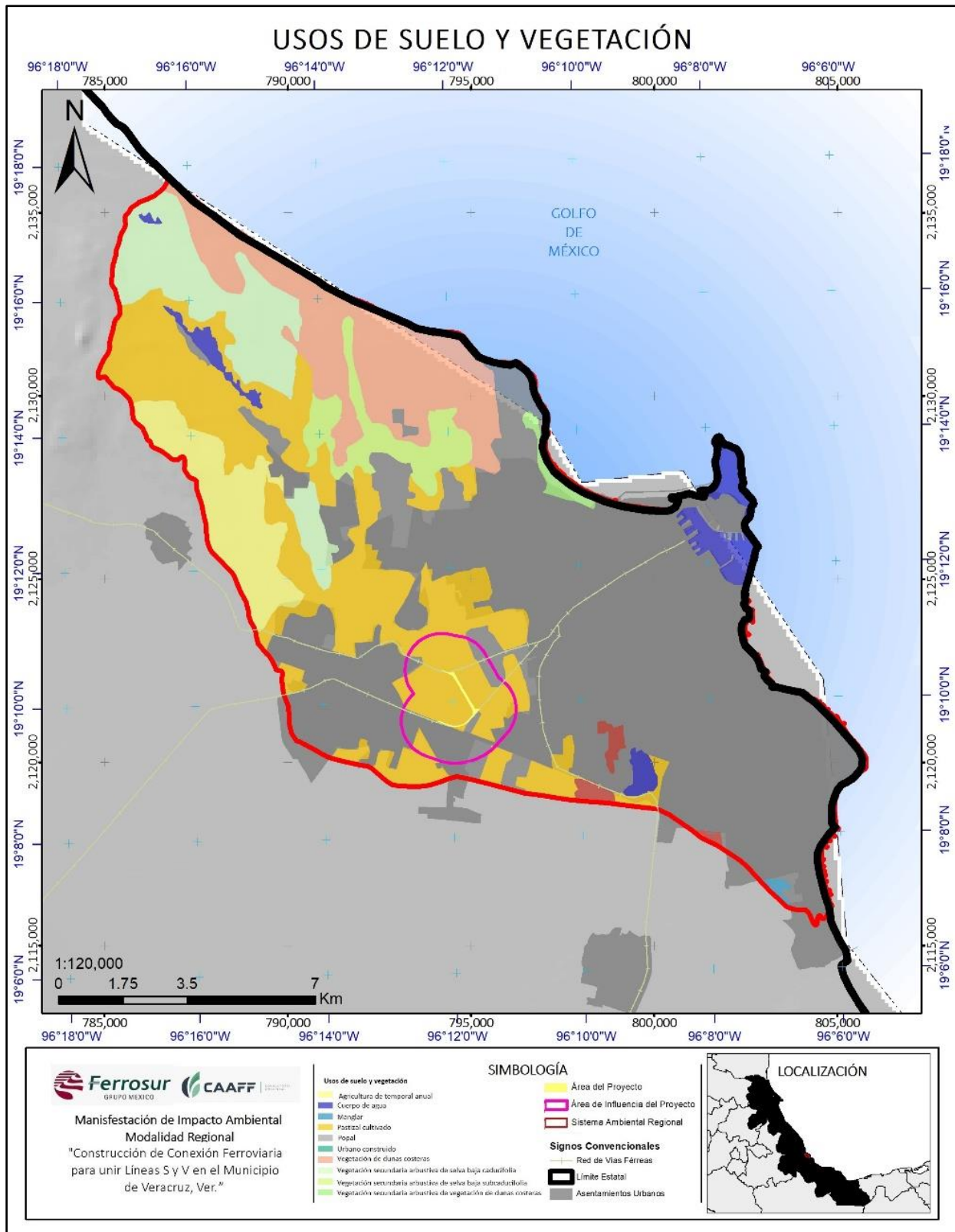


Figura 28. Tipos de uso de suelo y vegetación presentes en el SAR, AIP y AP.

IV.2.3.1.2. Tipos de vegetación presentes en Área del Proyecto

De acuerdo con la cartografía del INEGI serie VI (2017), el área del proyecto se ubica sobre una superficie clasificada como **Urbano construido y Pastizal cultivado**. Esto debido a la escala de 1:250,000 utilizada en la Serie VI en donde las superficies fragmentadas en polígonos pequeños no alcanzan el área mínima cartografiable, que es de 100 hectáreas para la escala 1: 250,000. Lo anterior significa que, unidades menores a esta superficie no son cartográficamente distinguibles, por lo que se generaliza el uso de mayor superficie.

Tabla 65. Uso del suelo y vegetación del área del AP de acuerdo con INEGI serie VI.

| USO DEL SUELO Y VEGETACIÓN | SUPERFICIE (Ha) | SUPERFICIE (%) |
|----------------------------|-----------------|----------------|
| Pastizal cultivado | 10.012 | 98.67 |
| Urbano construido | 0.134 | 1.33 |
| TOTAL | 10.146 | 100.00 |

De acuerdo con la caracterización en campo, el área del proyecto se clasifica en dos tipos de vegetación; **Selva baja caducifolia (3.931 ha)** y **Tular (0.554 ha)**, y dos usos de suelo; **Pastizal cultivado (4.997 ha)** y **Dren de aguas negras (0.664 ha)**, sin embargo, el **área de remoción** será únicamente la superficie con vocación forestal (**4.485 ha**).

Tabla 66. Distribución de la vegetación y uso del suelo en el área del proyecto, en azul los tipos de vegetación que se requiere la remoción.

| USO DE SUELO/ TIPO DE VEGETACIÓN | SUPERFICIE TOTAL (ha) | PORCENTAJE |
|----------------------------------|-----------------------|---------------|
| Dren de aguas negras | 0.664 | 6.54 |
| Pastizal cultivado | 4.997 | 49.25 |
| Selva Baja Caducifolia | 3.931 | 38.75 |
| Tular | 0.554 | 5.46 |
| TOTAL | 10.146 | 100.00 |

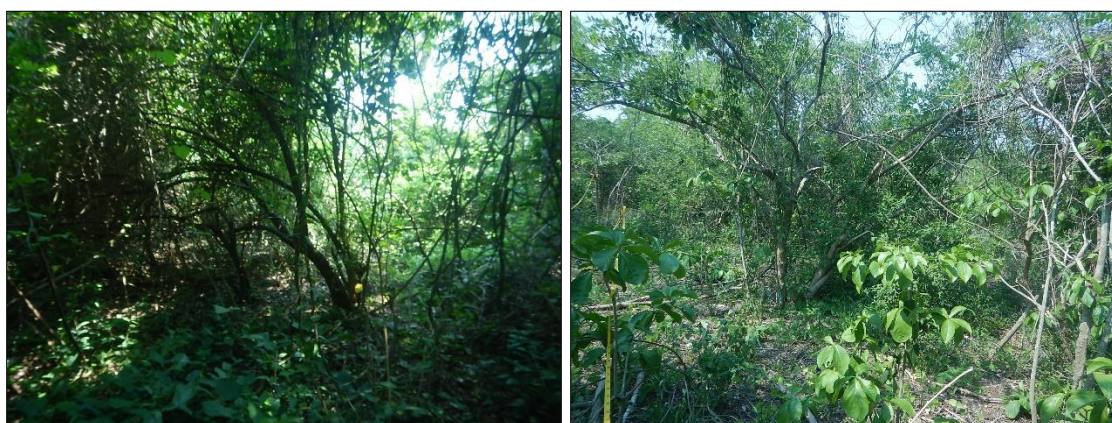


Figura 29. Vegetación de SBC en el área del proyecto.



Figura 30. Vegetación de VT en el AP.



Figura 31. Uso de suelo de PC en el AP.

En la siguiente figura se muestra la distribución del tipo de los tipos de vegetación presentes en el área del proyecto.

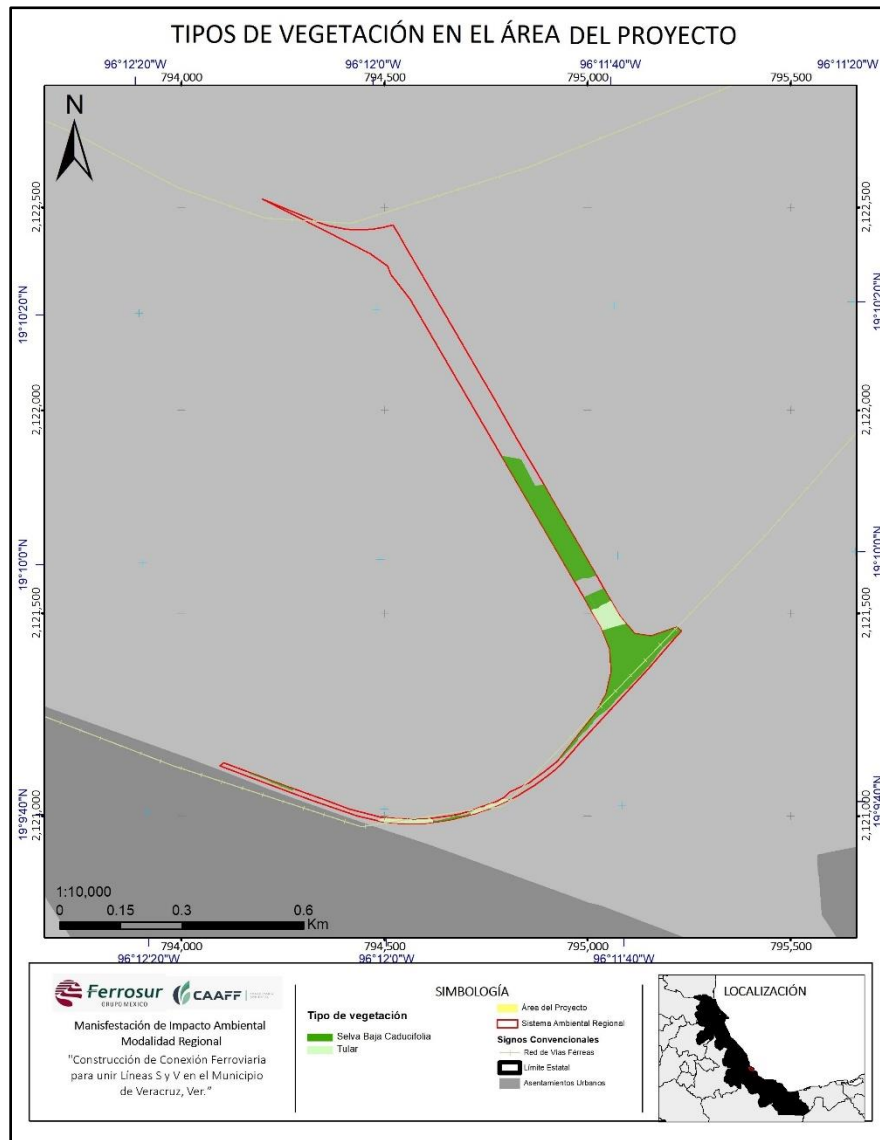


Figura 32. Distribución de los tipos de vegetación en el área del proyecto.

A continuación, se hace una breve descripción de los tipos de vegetación presentes en el área del proyecto, con base en la clasificación descrita en la Guía para la interpretación de cartografía de Uso del Suelo y Vegetación, escala 1:250,000 de la serie VI de INEGI 2017.

* **Selva Baja Caducifolia**

Estas selvas constituyen el límite vegetal térmico e hídrico de los tipos de vegetación de las zonas cálido-húmedas. Se presenta en zonas con temperaturas anuales promedio superiores a los 20°C y precipitaciones anuales de 1,200 mm como máximo, siendo generalmente del orden de 800 mm, con una temporada seca que pueden durar hasta 8 meses y que es muy severa. Estas selvas se presentan desde el nivel del mar hasta los 1,700 msnm.

Las características fisionómicas principales de esta selva residen en la escasa altura que alcanzan los componentes arbóreos (normalmente entre 4 y 10 metros, eventualmente 15 metros) y en el hecho de que casi todas las especies pierden sus hojas por un periodo de 5 a 7 meses, lo cual provoca un contraste enorme en la fisionomía de la vegetación entre la época seca y la lluviosa. Un elevado número de especies presenta exudados y sus hojas tienen olores fragantes o resinosos cuando se les estruja. Dominan las hojas compuestas y/o cubiertas por abundante pubescencia. El tamaño predominante de las hojas es el nanófilo. Generalmente los troncos de los árboles son cortos, robustos, torcidos y ramificados cerca de la base; muchas especies presentan cortezas escamosas papiráceas o con protuberancias espinosas o corchudas. Las copas son poco densas y muy abiertas. El estrato herbáceo es bastante reducido y solo se puede apreciar después del inicio de las lluvias. Los bejucos son abundantes, también se observan bromeliáceas y diversas orquídeas.

Las formas de vida suculentas son comunes, especialmente en los géneros *Agave*, *Opuntia*, *Lemaireocereus* y *Cephalocereus*. A pesar de lo xerófito del ambiente, las espinosas no son abundantes, por lo que las selvas tienen características de inermes. Esta selva se desarrolla preferentemente en terrenos de ladera, pedregosos, con suelos bastante someros arenosos o arcillosos con un drenaje superficial fuerte. Los sustratos geológicos en los que se desarrolla son bastante variables.

La selva baja caducifolia ocupa extensiones considerables en la vertiente del pacífico, especialmente en la cuenca del río Balsas y en las laderas de la sierra Madre Occidental en donde se presenta en los cañones de la sierra y se extiende desde Baja California hasta Chiapas. En el Golfo se encuentra en la Huasteca, en la parte alta del Río Papaloapan y en casi todo el estado de Yucatán. En los estados de Nayarit, Jalisco, Colima, y parte de Michoacán, la selva baja caducifolia se encuentra desde el nivel del mar hasta los 1,600msnm, pero frecuentemente abajo de los 1,400msnm. Está restringida a las laderas de los cerros. Una de las especies que se encuentra frecuentemente como clara dominante es *Lysiloma divaricata*; otras especies preponderantes son del género *Bursera*, entre ellas *Bursera excelsa var favonialis*, *B. gagaroides var elongata* y *purpusii*, *Capparis incana*, *Ceiba aesculifolia*, *Comocladia engleriana*, *Cyrtocarpa procera*, *Lonchocarpus eriocarinalis*, *Lysiloma acapulcensis*, *Pseudosmodium perniciosum*, *Spondias purpurea* y *Trichilia colimana*.

Este tipo de vegetación es de fácil regeneración y reproducción y ha tenido poco interés desde el punto de vista de la obtención de productos por la industria forestal tradicional. Se distribuye principalmente en laderas, debido a que casi la totalidad de los terrenos planos donde se distribuía originalmente ostentan actualmente cultivos agrícolas, frutícolas, ganadería, o vegetación secundaria.

* Tular (VT)

Comunidad de plantas acuáticas, distribuida principalmente en altiplanicies y llanuras costeras, en sitios con climas desde cálidos hasta templados, con amplios rangos de temperatura, precipitación y altitud. Se desarrolla en lagunas y lagos de agua dulce o salada y de escasa profundidad, así como en áreas pantanosas, canales y remansos de ríos. Las plantas de esta comunidad viven arraigadas en el

fondo y constituyen masas densas con hojas largas y angostas, formando prácticamente un solo estrato herbáceo de 0.8 a 2.5m de altura.

Está constituido básicamente por plantas de tule (*Typha* spp.), y tulillo (*Scirpus* spp.), pero también incluye a los llamados carrizales de *Phragmites australis* y de *Arundo donax* y a los "saibadales" de *Cladium jamaicense* del sureste del país.

IV.2.3.1.3. Estado de conservación

El estado de conservación de la vegetación puede cambiar por causas naturales, las actividades humanas son el factor principal de la degradación, ya que influyen considerablemente en los niveles de desertificación, deforestación, fragmentación del hábitat y pérdida de la diversidad.

Existen diversos criterios para medir el grado de conservación de la vegetación, en ellos básicamente se analiza el efecto de factores externos sobre los componentes de los ecosistemas; en este caso la vegetación.

Para ello se consideran tres grados de alteración:

Nivel I: También denominada fase incipiente, es cuando el estado de alteración se encuentra en sus primeras fases; la presión sobre los recursos del ecosistema es de baja magnitud, es decir, el ecosistema puede por sí solo recuperar las condiciones de estabilidad entre sus componentes.

Nivel II: Cuando el sitio se encuentra desequilibrado de manera significativa pero aún existen elementos del ecosistema inicial y que se pueden tomar de referencia para intuir cuales fueron los componentes iniciales del sistema.

Nivel III: Es el menos deseable y el más destructivo puesto que áreas que estuvieron cubiertas con vegetación primaria, en un periodo muy corto de tiempo han perdido sus elementos y su estabilidad. Cuando se manifiesta este nivel de alteración, se considera muy crítico porque el ecosistema difícilmente recupera las condiciones propias del lugar, por lo que con la restauración ecológica difícilmente restablecerá por completo el equilibrio entre sus componentes.

En la unidad de análisis denominada sistema ambiental regional (SAR) se manifiestan en su mayoría el uso de suelo de Urbano construido y el pastizal cultivado, los cuales ocupan el 70 % de la superficie, por otra parte están las vegetaciones primarias que ocupan más del 10 % de su superficie, la vegetación primaria se define como la "vegetación que no presenta alteración significativa o la degradación no es tan manifiesta, (USyV SERIE VI, INEGI,2014), así mismo la vegetación secundaria definida como la fase sucesional secundaria de la vegetación con predominancia de arbustos o árboles que puede ser sustituida o no por una fase arbórea o madura (USyV SERIE VI, INEGI,2014), ocupan en el SAR una superficie de más del 10 %, siendo menos relevante las actividades agrícolas, ganaderas y mineras; por lo que se puede decir que el estado de conservación de la vegetación se encuentra en estado de desequilibrio. Aunado a esto se tiene una erosión hídrica en un nivel de "muy ligera" y "ligero" en el 81.29 %, mientras que la clase de erosión "moderado" ocupa el 13.96 % y

finalmente siendo menos relevante la clase de erosión "severa" y "muy severa" ocupando el 4.75 % del área total del SAR.

Por todo lo anterior, se considera que el SAR se encuentra en un nivel de alteración moderado o **nivel II**, es decir, aún existen elementos del ecosistema inicial y que se pueden tomar de referencia para intuir cuales fueron los componentes iniciales del sistema.



Figura 33. Ejemplo del estado de conservación del SAR.



Figura 34. Ejemplo del estado de conservación del SAR.

IV.2.3.1.4. Estimación de los valores de importancia ecológica, parámetros bióticos e índices de diversidad y similitud de especies

IV.2.3.1.4.1. Diseño de muestreo

*** Tipo de muestreo utilizado en el SAR y en el AP**

Para determinar los valores de importancia ecológica, parámetros bióticos y estimación de los índices de diversidad y equidad por especies de flora en el SAR, se realizó un muestreo donde se tomó Información de campo mediante un sistema de muestreo aleatorio dentro de áreas con vegetación de **Selva baja caducifolia** y **vegetación de Tular**, que para fines de análisis y comparación de estos estratos se calcularon las existencias por hectárea tipo; el análisis de diversidad del SAR será el punto de comparación para justificar que no se comprometerá la biodiversidad florística del área del proyecto.

Tabla 67. Sitios de muestreo en el SAR y en el AP.

| TIPO DE VEGETACIÓN | ÁREA | NÚMERO DE SITIOS DE 500 M ² | NÚMERO DE SITIOS DE 100 M ² | NÚMERO DE SITIOS DE 1 M ² |
|------------------------|------|--|--|--------------------------------------|
| Selva baja caducifolia | AP | 19 | 19 | 95 |
| Tular | AP | 8 | 8 | 40 |
| Selva baja caducifolia | SAR | 19 | 19 | 95 |
| Tular | SAR | 8 | 8 | 40 |

*** Tamaño y forma de los sitios de muestreo**

La forma y el tamaño de la unidad de muestral para el estrato arbóreo, fue rectangular con un tamaño de 500 m² (25m de largo por 20m de ancho), para el estrato arbustivo incluyendo los ejemplares juveniles de especies arbóreas se utilizó un sitio cuadrado de 100 m² (10m de largo por 10m de ancho), mientras que, para el estrato herbáceo se distribuyeron 5 cuadrantes de 1 m² en cada uno de los vértices y centro dentro de la unidad muestral del estrato arbustivo.

Para definir la forma y dimensiones de los sitios de muestreo de los sitios del SAR, se optó por levantar sitios de forma rectangular, en primera instancia, como ya se mencionó para que el tipo de muestreo y dimensiones de las parcelas utilizadas en el muestreo del área del proyecto correspondan a la forma y tamaño del proyecto y en segunda instancia, de acuerdo a la literatura³⁶, este tipo de sitios de muestreo, son recomendables para los tipos de vegetación a evaluar, por las características o formas de vida de las diferentes especies de este tipo de vegetación.

³⁶ Ramírez Maldonado H. et al. 2006. Técnicas Estadísticas para Muestreo y Monitoreo de Recursos Naturales, UACH, 151

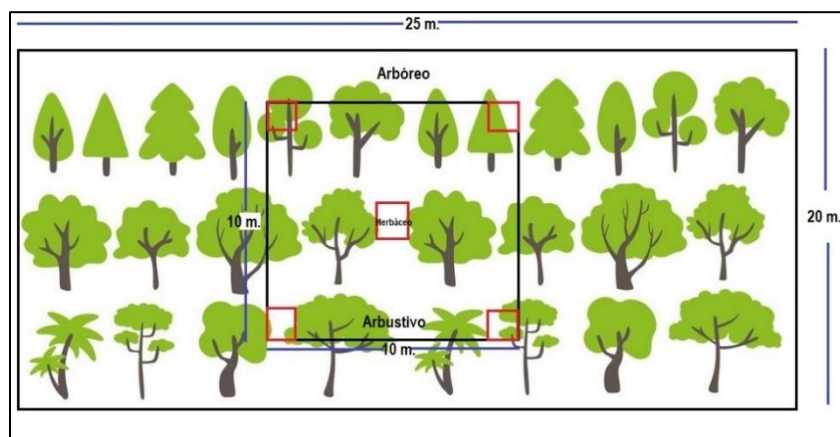


Figura 35. Forma y tamaño de los sitios levantados.

De acuerdo a lo anterior, para el muestreo de la flora, se utilizaron sitios rectangulares de 500 m² para identificar las especies del estrato arbóreo, a su vez se delimitó un sub-sitio de 100 metros cuadrados al centro del sitio de 500 m² para contabilizar las especies del estrato arbustivo, regeneración y cactáceas, además de contabilizar las especies de epífitas y especies en regeneración (individuos arbóreos de pequeñas dimensiones) y 5 subsitios de 1 m² para contabilizar las especies del estrato herbáceo, como se observa en la figura anterior.

Las dimensiones de los sitios de muestreo correspondientes al estrato herbáceo, son iguales a las utilizadas en el Inventario Nacional Forestal y de Suelos (Manual y procedimientos para el muestreo de campo, re-muestreo 2011, CONAFOR). En este mismo manual del Inventario utilizan sitios cuadrados de 10 x 10 metros para el estrato arbustivo, siendo para nuestro caso las mismas dimensiones.

La intensidad de muestreo está definida como la relación porcentual de la superficie de la muestra con respecto a la superficie total, calculada por:

$$f = (n/N)100$$

Donde:

f = Intensidad de muestreo en porcentaje

n = Número de unidades de la muestra

N = Número de unidades de toda la población

Por lo tanto, la intensidad de muestreo para cada tipo de vegetación y por cada estrato en el área del SAR se obtuvo de la siguiente forma:

$$f = (\text{Sup. total muestreada por tipo de veg.} / \text{superficie total por tipo de vegetación}) \times 100$$

En referencia a la superficie muestreada, se presenta el número de sitios divididos por tipo de vegetación y por estrato, superficie muestreada y porcentaje respecto a la superficie total del tipo de vegetación que corresponde dentro del SAR.

Tabla 68. Intensidad de muestreo por tipo de vegetación y por estrato en el área del SAR con respecto a la vegetación total en el SAR.

| VEGETACIÓN | FORMA DE VIDA | NUMERO DE SITIOS | DIMENSIÓN DEL SITIO DE MUESTREO (M ² .) | SUPERFICIE MUESTREADA TOTAL (HA.) | SUPERFICIE DE VEGETACIÓN FORESTAL EN EL SAR (HA)* | % RESPECTO A LA SUPERFICIE POR TIPO DE VEGETACIÓN EN EL SAR. |
|------------------------|---------------|------------------|--|-----------------------------------|---|--|
| Selva baja caducifolia | Arbóreo | 19 | 500 | 0.95 | 4,094.30 | 0.02 |
| | Arbustivo | | 100 | 0.19 | | 0.01 |
| | Herbáceo | 95 | 1 | 0.0095 | | 0.00 |
| Tular | Arbóreo | 8 | 500 | 0.4 | | 0.01 |
| | Arbustivo | | 100 | 0.08 | | 0.00 |
| | Herbáceo | 40 | 1 | 0.004 | | 0.00 |

*se consideró que las superficies de los tipos de vegetación de selva baja secundaria y Tular dentro del SAR, condiciones de vegetación similares a la observada en el área del proyecto.

Como era de esperarse, la intensidad del muestreo en el SAR, considerando la superficie total que le corresponde a Selva baja caducifolia y Tular, resultan valores muy bajos; sin embargo, el objetivo del muestreo de flora en el SAR es hacer un análisis que sea comparable con el área del proyecto y que las especies se encuentren representadas dentro del SAR con el fin de que no se vean mayormente afectadas las especies de flora presentes en los polígonos del AP. En este sentido, el tamaño de muestra del SAR se definió con base al mismo tamaño de la muestra dentro del área del proyecto.

*** Tamaño de muestra para el SAR**

Para poder hacer un análisis comparativo de la biodiversidad que se encuentra en el sistema ambiental regional y el área del proyecto, se usó el mismo tamaño de muestra para lo cual se realizaron 19 sitios distribuidos en el tipo de vegetación de SBC y 8 sitios distribuidos en el tipo de vegetación de VT. El tamaño de la muestra se calculó utilizando la curva de acumulación de especies del área del proyecto.

*** Tamaño de muestra para el AP**

Para determinar el tamaño de muestra del área del proyecto, se usó la curva de acumulación de especies, la cual representa gráficamente la forma de como las especies van apareciendo en las unidades de muestreo, o de acuerdo con el incremento en el número de individuos. Cuando una curva de acumulación es asintótica indica que, aunque se aumente el número de unidades de muestreo o de individuos, es decir, aumente el esfuerzo, no se incrementará el número de especies, por lo que tenemos un buen muestreo. Las especies que pueden faltar aún por encontrar serán probablemente especies localmente raras, o individuos errantes en fase de dispersión, procedentes de poblaciones estables externas a la unidad del territorio estudiada. (Moreno & Halffter³⁷, 2000).

³⁷ Moreno, C.E.&G. Halffter 2000. Assessing the completeness of bat biodiversity inventories using species accumulation curves. J. Appl. Ecol., 37: 149-158.

Las curvas de acumulación de especies requieren de un procedimiento de ajuste mediante modelos que permitan la obtención de la pendiente y la asíntota, previamente se realiza un proceso de aleatorización (100 veces) y suavizado de los datos obtenidos en campo, mediante el programa *EstimateS versión 9.1.*, aunado a la obtención de los valores de estimadores no paramétricos, tales como Chao1, Chao2, ACE, Jackknife, Bootstrap, entre otros, con objeto de poder establecer un comparativo entre la riqueza observada y la estimada. Se obtuvo las curvas de acumulación y riqueza de especies, para todos los estratos encontrados en el tipo de vegetación de **selva baja caducifolia (SBC)** y el tipo de vegetación de **tular (VT)**, (estratos: Arbóreo, Arbustivo y Herbáceo) sin extrapolación en alguno de los estratos. Lo anterior, con objeto de conocer el comportamiento de curva y establecer el momento de la asíntota de acuerdo al esfuerzo de muestreo realizado. Es importante señalar que los estratos rosetófilos, cactáceo y epífitas, presentan una riqueza de especies baja mismos que fueron integrados en el estrato arbustivo para su análisis, dado que no se trata de comunidades vegetales de dominancia fisionómica en los tipos de vegetación en análisis (selva baja caducifolia y tular).

Los resultados mostraron que el modelo de Clench se ajusta bien a los datos de campo.

Tabla 69. Resultados del modelo de ajuste de Clench para las curvas de acumulación de especies.

| Vegetación AP | ESTRATO | N° DE SITIOS | PENDIENTE | BONDAD DE AJUSTE (CLENCH) | FLORA REGISTRADA (CLENCH) |
|---------------|-----------|--------------|-----------|---------------------------|---------------------------|
| SBC | Arbóreo | 19 | 0.081 | 0.998 | 89 % |
| | Arbustivo | | 0.100 | 0.997 | 87 % |
| | Herbáceo | | 0.04 | 0.998 | 85 % |
| VT | Arbóreo | 8 | 0 | 0 | 0 |
| | Arbustivo | | 0.032 | 0.996 | 84 % |
| | Herbáceo | | 0.067 | 0.999 | 90 % |

De acuerdo con J. Hortal & J. M (2003), para la ecuación de Clench, empleando como unidad de esfuerzo individuos o registros de una base de datos, el inventario puede considerarse suficientemente fiable cuando la pendiente se hace aproximadamente menor o igual a 0.1.

De acuerdo con los resultados de pendiente (menor o igual al 0.1) en todos los estratos, y al porcentaje de flora registrada para la vegetación de SBC y la vegetación de Tular, concluimos que se logró un inventario completo y altamente fiable para cada tipo de vegetación.

Para una mejor interpretación, a continuación, se presenta el desarrollo del cálculo de la pendiente final de la curva, y las diferentes curvas de acumulación de especies para cada tipo de vegetación estudiada.

MODELOS PARAMÉTRICOS

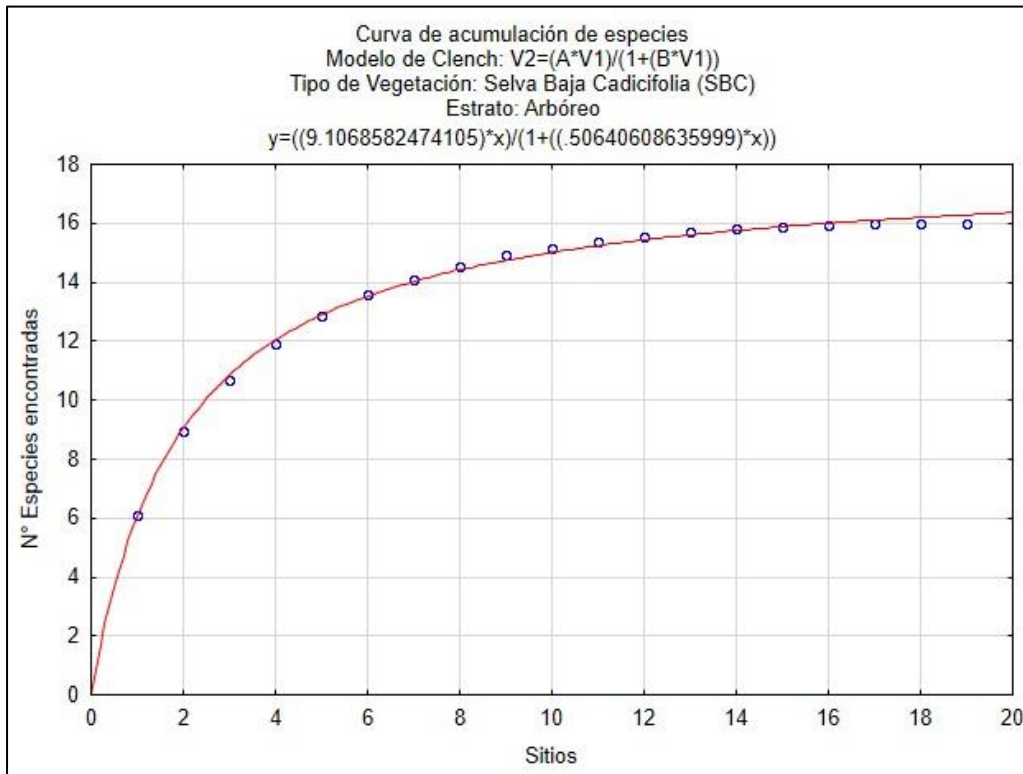
DESARROLLO DEL CÁLCULO PARA LA PENDIENTE FINAL DE LA CURVA

Es necesario aclarar que los modelos asintóticos más simples y más ampliamente utilizados para realizar las curvas de acumulación de especies, son el modelo exponencial negativo y la ecuación de Clench (Soberón y Llorente³⁸, 1993; Colwell y Coddington, 1994; Fagan y Kareiva, 1997; Moreno y Halffter, 2000; Moreno, 2001; Jiménez y Hortal, 2003; Magurran³⁹, 2004). El modelo de Clench está recomendado para estudios en sitios de área extensa y para protocolos en los que, cuanto más tiempo se pasa en el campo (es decir, cuanta más experiencia se gana con el método de muestreo y con el grupo taxonómico), mayor es la probabilidad de añadir nuevas especies al inventario (Soberón & Llorente, 1993) razón por lo que a continuación se desarrolla el modelo de Clench para los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo por tipo de vegetación.

* SELVA BAJA CADUCIFOLIA "SBC"

ESTRATO ARBÓREO

Resultados con el modelo de Clench.



Gráfica 4. Curva de acumulación de especies para el estrato arbóreo de la vegetación SBC; círculos azules: resultados de la curva modelo desarrollado con Estimate SWin 9.10, línea continua roja: ajuste a la curva con el modelo de ajuste de Clench.

³⁸ Soberón, J.&J. Llorente 1993. The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conserv. Biol.*, 7: 480-488.

³⁹ Magurran, A.E.1988. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press, New Jersey.

Por lo tanto, el modelo de ajuste de clench: $v2=(a*v1)/(1+(b*v1))$ quedo de la siguiente manera:

$$v2= ((9.106858) *v1) / (1+((0.506406) *v1))$$

En donde:

v2= Riqueza de especies

v1=N° de sitios de muestreo

a= 9.106858

b= 0.506406

Al sustituir los parámetros en la fórmula de la pendiente el valor resultante fue el siguiente:

$$\begin{aligned} \text{Pendiente} &= a/(1+b \cdot n)^2 \\ \text{Pendiente} &= 9.106858 / (1+0.506406 * 19)^2 = 0.081 \end{aligned}$$

Utilizando los parámetros del modelo de ajuste de Clench (a y b) se determinó el porcentaje de flora registrada aplicando la fórmula siguiente:

$$\text{Proporción de especies registradas} = \text{Sobs}/(a/b)$$

En donde:

Sobs= Número de especies observadas = 16

a= 9.106858

b= 0.506406

(a/b) =Número de especies potenciales = (18)

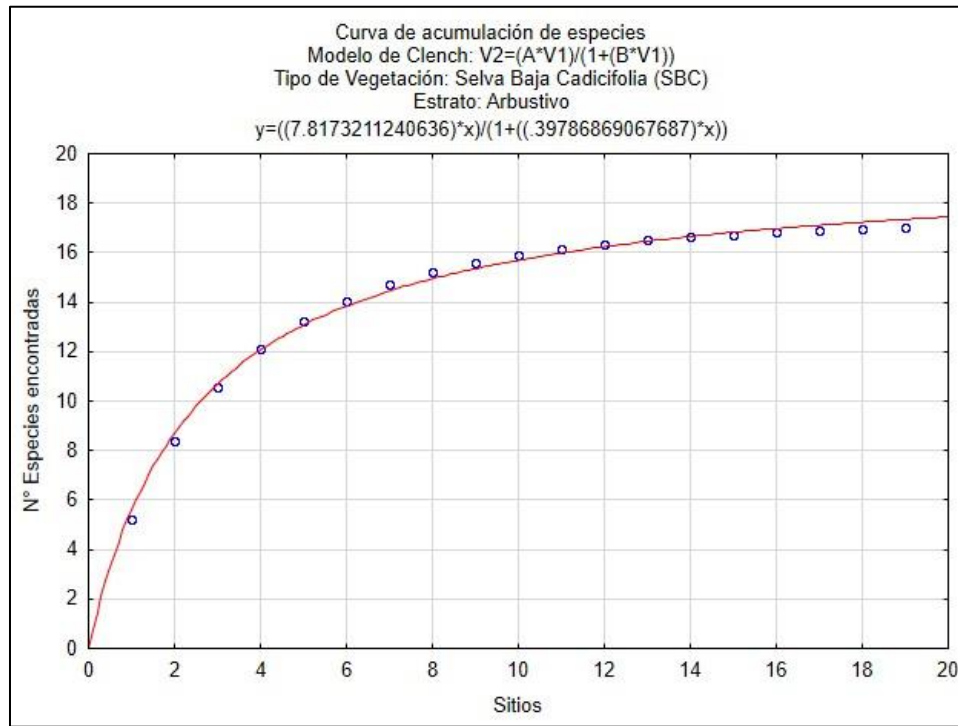
Entonces:

$$\begin{aligned} \text{Sobs}/(a/b) &= 16 / (9.106858/0.506406) \\ 16 / 18 &= 0.89 = 89 \% \end{aligned}$$

La pendiente menor a 0.1 y la proporción de especies registradas del 89 % indica que se logró un inventario completo para el estrato arbóreo.

ESTRATO ARBUSTIVO

Resultados con el modelo de Clench.



Gráfica 5. Curva de acumulación de especies para el estrato arbustivo de la vegetación SBC; círculos azules: resultados de la curva modelo desarrollado con Estimate SWin 9.10, línea continua roja: ajuste a la curva con el modelo de ajuste de Clench.

Por lo tanto, el modelo de ajuste de clench: $v2 = (a * v1) / (1 + (b * v1))$ quedo de la siguiente manera:

$$v2 = ((7.817321) * v1) / (1 + ((0.397869) * v1))$$

En donde:

v2= Riqueza de especies

v1=Nº de sitios de muestreo

a= 7.817321

b= 0.397869

Al sustituir los parámetros en la fórmula de la pendiente el valor resultante fue el siguiente:

$$Pendiente = a / (1 + b * n)^2$$

$$Pendiente = 7.817321 / (1 + 0.397869 * 19)^2 = 0.100$$

Utilizando los parámetros del modelo de ajuste de Clench (a y b) se determinó el porcentaje de flora registrada aplicando la fórmula siguiente:

$$\text{Proporción de especies registradas} = \text{Sobs}/(a/b)$$

En donde:

Sobs= Número de especies observadas =17

a= 7.817321

b= 0.397869

(a/b) =Número de especies potenciales = (20)

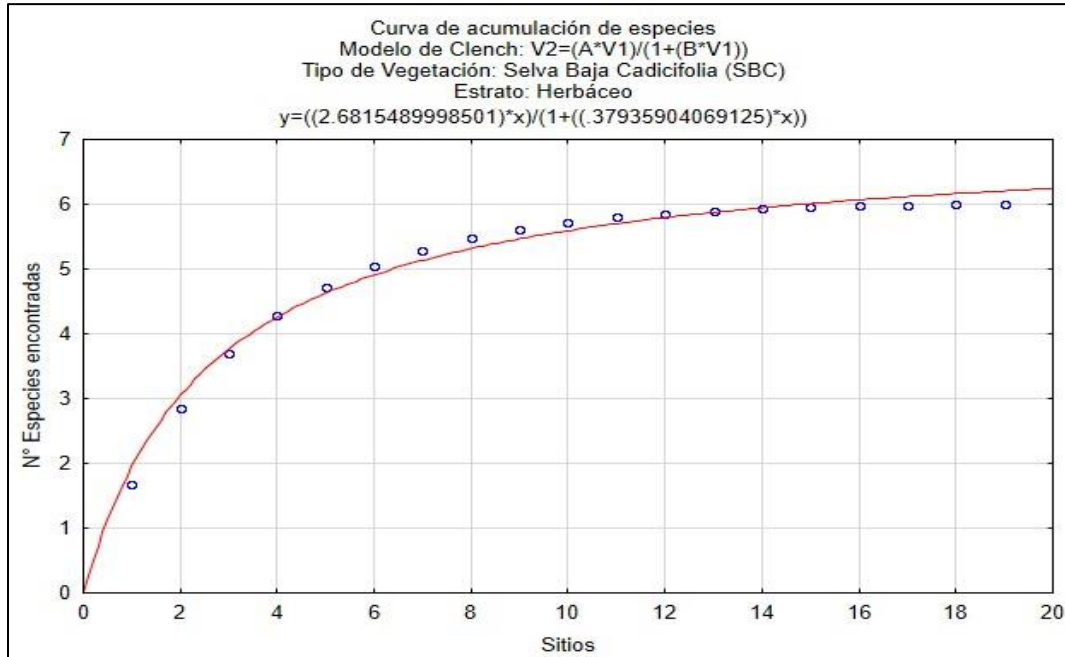
Entonces:

$$\begin{aligned} \text{Sobs}/(a/b) &= 17 / (7.817321/0.397869) \\ &= 17 / 20 = 0.87 = 87 \% \end{aligned}$$

La pendiente menor o igual a 0.1 y la proporción de especies registradas del 87 % indica que se logró un inventario completo para los renuevos del estrato arbustivo.

ESTRATO HERBÁCEO

Resultados con el modelo de Clench.



Gráfica 6. Curva de acumulación de especies para el estrato herbáceo de la vegetación SBC; círculos azules: resultados de la curva modelo desarrollado con Estimate SWin 9.10, línea continua roja: ajuste a la curva con el modelo de ajuste de Clench.

Por lo tanto, el modelo de ajuste de clench: $v2=(a*v1)/(1+(b*v1))$ quedo de la siguiente manera:

$$v2= ((2.681549) *v1) / (1+((0.379359) *v1))$$

En donde:

$v2$ = Riqueza de especies

$v1$ =N° de sitios de muestreo

a = 2.681549

b = 0.379359

Al sustituir los parámetros en la fórmula de la pendiente el valor resultante fue el siguiente:

$$Pendiente = a/(1+b \cdot n)^2$$

$$Pendiente = 2.681549 / (1+0.379359 * 19)^2 = 0.040$$

Utilizando los parámetros del modelo de ajuste de Clench (a y b) se determinó el porcentaje de flora registrada aplicando la fórmula siguiente:

$$\text{Proporción de especies registradas} = Sobs/(a/b)$$

En donde:

$Sobs$ = Número de especies observadas =6

a = 2.681549

b = 0.379359

(a/b) =Número de especies potenciales = (7)

Entonces:

$$Sobs/(a/b) = 6 / 2.681549 / 0.379359$$

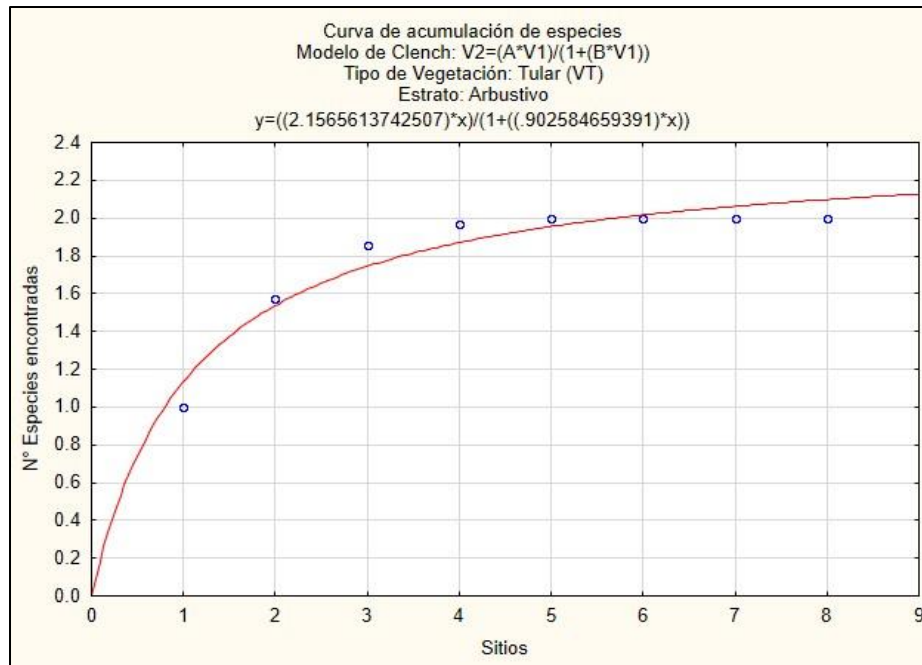
$$6 / 7 = 0.85 = 85 \%$$

La pendiente menor a 0.1 y la proporción de especies registradas del 85 % indica que se logró un inventario completo para el estrato herbáceo.

* TULAR (VT)

ESTRATO ARBUSTIVO

Resultados con el modelo de Clench.



Gráfica 7. Curva de acumulación de especies para Tular del estrato arbustivo; círculos azules: resultados de la curva modelo desarrollado con Estimate SWin 9.10, línea continua roja: ajuste a la curva con el modelo de ajuste de Clench.

Por lo tanto, el modelo de ajuste de Clench: $v2=(a*v1)/(1+(b*v1))$ quedo de la siguiente manera:

$$v2 = ((2.156561) * v1) / (1 + ((0.902585) * v1))$$

En donde:

v2= Riqueza de especies

v1=N° de sitios de muestreo

a= 2.156561

b= 0.902585

Al sustituir los parámetros en la fórmula de la pendiente el valor resultante fue el siguiente:

$$Pendiente = a/(1+b \cdot n)^2$$

$$Pendiente = 2.156561 / (1 + 0.902585 * 8)^2 = 0.032$$

Utilizando los parámetros del modelo de ajuste de Clench (a y b) se determinó el porcentaje de flora registrada aplicando la fórmula siguiente:

$$\text{Proporción de especies registradas} = \text{Sobs}/(a/b)$$

En donde:

Sobs= Número de especies observadas =2

a= 2.156561

b= 0.902585

(a/b) =Número de especies potenciales = (2.4)

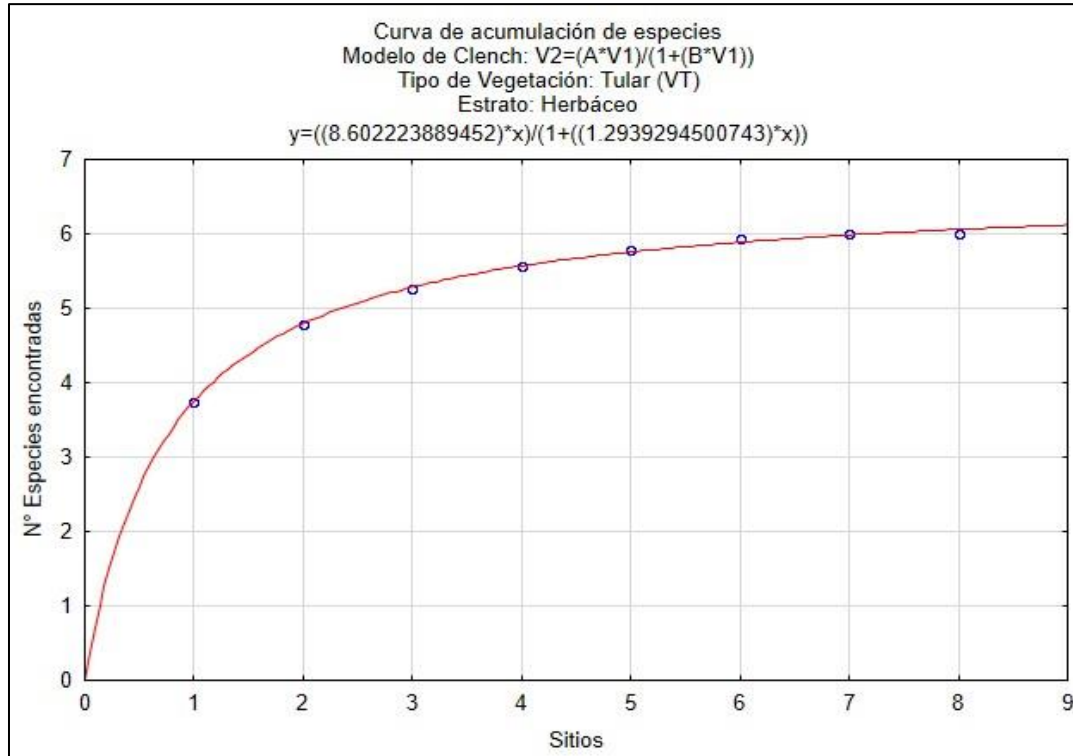
Entonces:

$$\begin{aligned} \text{Sobs}/(a/b) &= 2/ (2.156561/ 0.902585) \\ &= 2/2.4 = 0.84 = 84 \% \end{aligned}$$

La pendiente menor a 0.1 y la proporción de especies registradas del 84 % indica que se logró un inventario completo para el estrato arbustivo.

ESTRATO HERBÁCEO

Resultados con el modelo de Clench.



Gráfica 8. Curva de acumulación de especies para la PH del estrato herbáceo; círculos azules: resultados de la curva modelo desarrollado con Estimate SWin 9.10, línea continua roja: ajuste a la curva con el modelo de ajuste de Clench.

Por lo tanto, el modelo de ajuste de Clench: $v2=(a*v1)/(1+(b*v1))$ quedo de la siguiente manera:

$$v2= ((8.602224) *v1) / (1+((1.293929) *v1))$$

En donde:

v2= Riqueza de especies

v1=N° de sitios de muestreo

a= 8.602224

b= 1.293929

Al sustituir los parámetros en la fórmula de la pendiente el valor resultante fue el siguiente:

$$Pendiente = a/(1+b \cdot n)^2$$

$$Pendiente = 8.602224 / (1 + 1.293929 * 8)^2 = 0.067$$

Utilizando los parámetros del modelo de ajuste de Clench (a y b) se determinó el porcentaje de flora registrada aplicando la fórmula siguiente:

$$Proporción \text{ de especies registradas} = Sobs/(a/b)$$

En donde:

Sobs= Número de especies observadas =6

a= 8.602224

b= 1.293929

(a/b) =Número de especies potenciales = (7)

Entonces:

$$Sobs/(a/b) = 6 / (8.602224 / 1.293929)$$

$$6 / 7 = 0.90 = 90 \%$$

La pendiente menor a 0.1 y la proporción de especies registradas del 90 % indica que se logró un inventario aceptable para el estrato herbáceo.

MODELOS NO PARAMÉTRICOS

INDICADOR NO PARAMÉTRICO CHAO 2

El indicador no paramétrico Chao 2 utiliza los datos obtenidos en el muestreo para estimar el número de especies que no fueron detectadas durante el muestreo, así como el total de las especies mediante el número de individuos capturados en el muestreo o el número de muestras tomadas en la comunidad objeto; la fórmula del indicador es la siguiente:

$$S_{Chao2} = S_{obs} + \frac{Q1^2}{Q2^2}$$

En donde:

S_{obs} = Riqueza de especies capturada mediante el muestreo.

Q1= Número de especies que fueron registradas solamente en una muestra del muestreo (Singletes).

Q2= Número de especies que fueron registradas en dos muestras del muestreo (Dobletes).

Por lo tanto, para Justificar el tamaño de la muestra se hizo uso de las curvas de acumulación de especies y el indicador Chao 2 para los estratos: arbóreo, arbustivo y herbáceo de los tipos de vegetación de "SBC" y "Tular" utilizando el programa *Estimate SWin 9.10*; los datos obtenidos en campo se exportaron a Excel **aplicando los intervalos de confianza al 95 %** para la riqueza calculada y el indicador no-paramétrico **Chao 2** el cual determinará la confiabilidad de muestreo; a continuación, se presentan los resultados y el análisis estadístico por estrato.

SELVA BAJA CADUCIFOLIA (SBC)

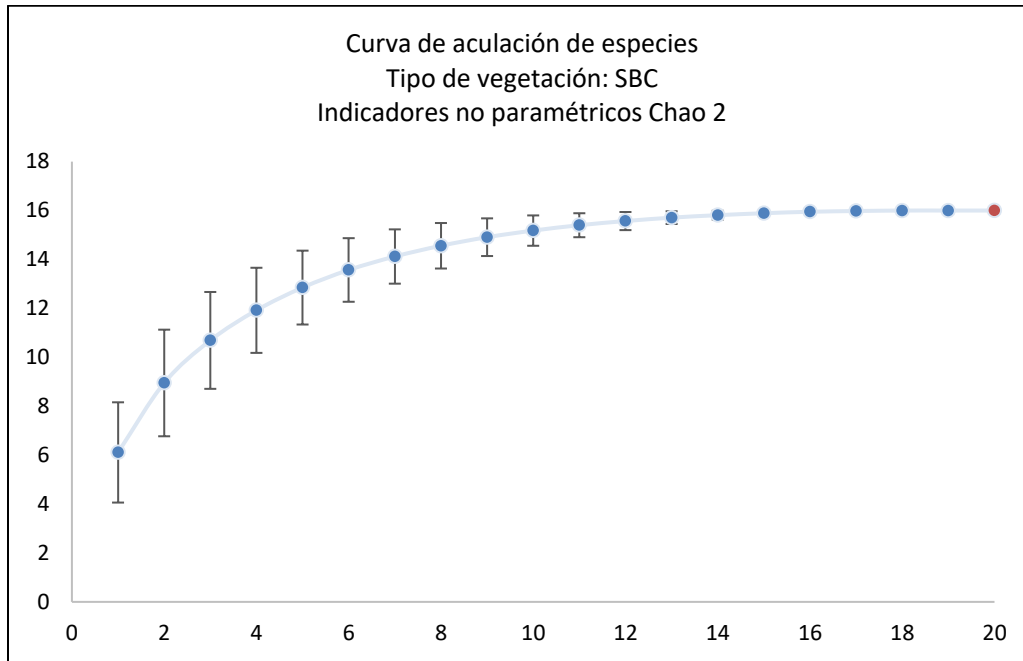
ESTRATO ARBÓREO

De acuerdo con los resultados de la riqueza de especies, de su acumulación por cada sitio de muestreo y del indicador **Chao2** calculado con ayuda del programa *Estimate SWin* 9.10, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 70. Datos para la elaboración de la curva de acumulación y el indicador no paramétrico *Chao 2*.

| SITIOS | RIQUEZA ESTIMADA | INTERVALOS DE CONFIANZA (95 %) |
|--------------|------------------|--------------------------------|
| 1 | 6.11 | 2.05 |
| 2 | 8.95 | 2.18 |
| 3 | 10.69 | 1.98 |
| 4 | 11.92 | 1.74 |
| 5 | 12.85 | 1.51 |
| 6 | 13.57 | 1.3 |
| 7 | 14.12 | 1.11 |
| 8 | 14.56 | 0.93 |
| 9 | 14.91 | 0.77 |
| 10 | 15.18 | 0.62 |
| 11 | 15.4 | 0.49 |
| 12 | 15.57 | 0.37 |
| 13 | 15.71 | 0.26 |
| 14 | 15.81 | 0.18 |
| 15 | 15.89 | 0.11 |
| 16 | 15.95 | 0.05 |
| 17 | 15.98 | 0.02 |
| 18 | 16 | 0 |
| 19 | 16 | 0 |
| Chao2 | 16.0 | 0 |

A continuación, para una mejor interpretación se presenta la curva de acumulación de especies y el indicador no paramétrico *Chao 2*.



Gráfica 9. Curva de acumulación de especies para la vegetación SBC del estrato arbóreo; círculos azules: resultados de la curva modelo desarrollado con Estimate SWin 9.10, círculo rojo: indicador Chao2, intervalos de confianza al 95 %.

Con base en la gráfica anterior se tiene que los valores de Chao 2 y su intervalo de confianza indican que se ha registrado en su totalidad las especies que potencialmente pueden existir en el área de estudio.

Para la vegetación analizada, la riqueza observada en 19 sitios de muestreo resultó ser de 16 especies y para los valores de Chao 2 las especies potenciales que pudiera haber en el área de estudio son 16 (especies), por lo tanto, **con un 95 % de confiabilidad** respecto a los intervalos de confianza calculados, los cuales se intercalan con los intervalos de confianza de la riqueza observada, se indica que, en el muestreo se ha registrado el 100 % de las especies potenciales y que hemos logrado un inventario completo.

ESTRATO ARBUSTIVO

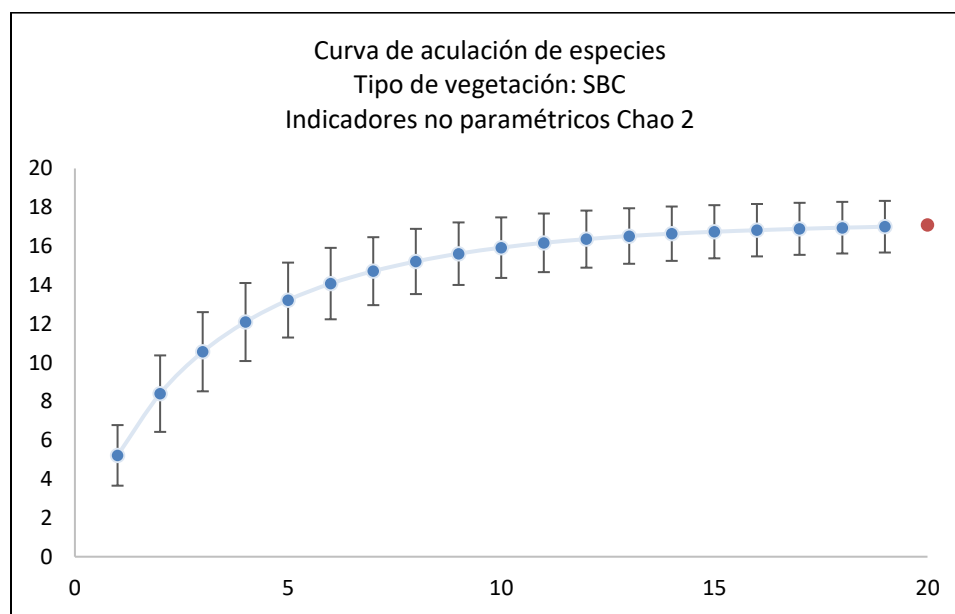
Aplicando el indicador no paramétrico de *Chao 2*, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 71. Datos para la elaboración de la curva de acumulación y el indicador no paramétrico *Chao 2*.

| SITIOS | RIQUEZA ESTIMADA | INTERVALOS DE CONFIANZA (95 %) |
|--------|------------------|--------------------------------|
| 1 | 5.22 | 1.56 |
| 2 | 8.4 | 1.97 |
| 3 | 10.56 | 2.04 |
| 4 | 12.09 | 2.01 |
| 5 | 13.22 | 1.93 |
| 6 | 14.07 | 1.84 |

| SITIOS | RIQUEZA ESTIMADA | INTERVALOS DE CONFIANZA (95 %) |
|--------|------------------|--------------------------------|
| 7 | 14.71 | 1.75 |
| 8 | 15.21 | 1.68 |
| 9 | 15.61 | 1.61 |
| 10 | 15.92 | 1.56 |
| 11 | 16.17 | 1.51 |
| 12 | 16.36 | 1.47 |
| 13 | 16.52 | 1.43 |
| 14 | 16.64 | 1.4 |
| 15 | 16.74 | 1.37 |
| 16 | 16.82 | 1.35 |
| 17 | 16.89 | 1.34 |
| 18 | 16.95 | 1.33 |
| 19 | 17 | 1.33 |
| Chao2 | 17.1 | 0.0 |

A continuación, para una mejor interpretación se presenta la curva de acumulación de especies y el indicador no paramétrico *Chao 2*.



Gráfica 10. Curva de acumulación de especies para la vegetación SBC del estrato arbustivo; círculos azules: resultados de la curva modelo desarrollado con Estimate SWin 9.10, círculo rojo: indicador Chao2, intervalos de confianza al 95 %.

Con base en la gráfica anterior se tiene que los valores de Chao 2 y su intervalo de confianza indican que se ha registrado en su mayoría las especies que potencialmente pueden existir en el área de estudio.

Para la vegetación analizada, la riqueza observada en 19 sitios de muestreo resultó ser de 17 especies y para los valores de Chao 2 las especies potenciales que pudiera haber en el área de estudio son 17.1 (especies), por lo tanto, **con un 95 % de confiabilidad** respecto a los intervalos de confianza calculados, los cuales se intercalan con los intervalos de confianza de la riqueza observada, se indica

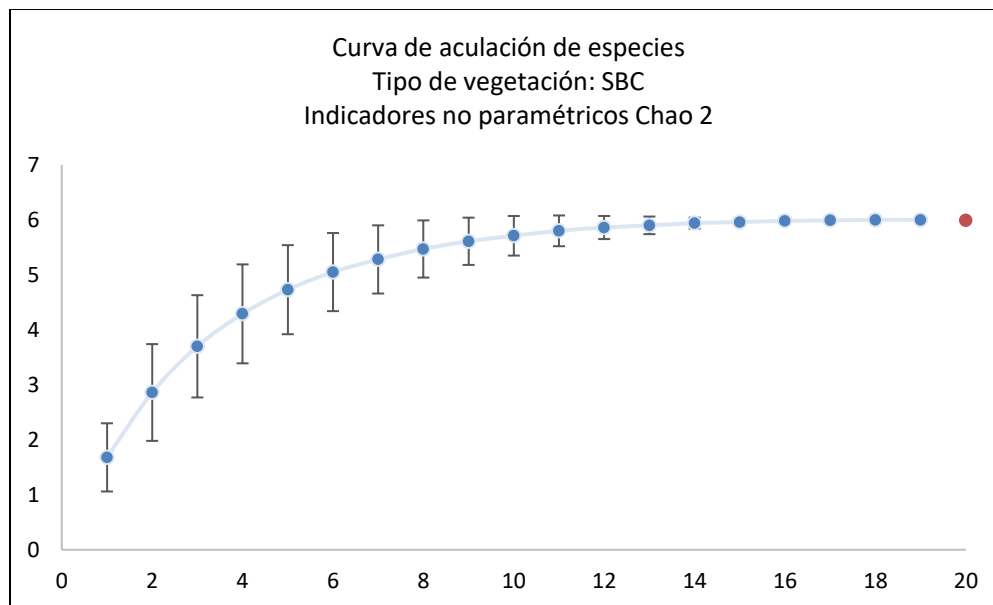
que, en el muestreo se ha registrado el 99 % de las especies potenciales y que hemos logrado un inventario completo.

ESTRATO HERBÁCEO

Tabla 72. Datos para la elaboración de la curva de acumulación y el indicador no paramétrico Chao 2

| SITIOS | RIQUEZA ESTIMADA | INTERVALOS DE CONFIANZA (95 %) |
|--------|------------------|--------------------------------|
| 1 | 1.68 | 0.62 |
| 2 | 2.86 | 0.88 |
| 3 | 3.7 | 0.93 |
| 4 | 4.29 | 0.9 |
| 5 | 4.73 | 0.81 |
| 6 | 5.05 | 0.71 |
| 7 | 5.28 | 0.62 |
| 8 | 5.47 | 0.52 |
| 9 | 5.61 | 0.43 |
| 10 | 5.71 | 0.36 |
| 11 | 5.8 | 0.28 |
| 12 | 5.86 | 0.21 |
| 13 | 5.9 | 0.16 |
| 14 | 5.94 | 0.1 |
| 15 | 5.96 | 0.07 |
| 16 | 5.98 | 0.03 |
| 17 | 5.99 | 0.01 |
| 18 | 6 | 0 |
| 19 | 6 | 0 |
| Chao2 | 6.0 | 0.0 |

A continuación, para una mejor interpretación se presenta la curva de acumulación de especies y el indicador no paramétrico Chao 2.



Gráfica 11. Curva de acumulación de especies para la vegetación SBC del estrato herbáceo; círculos azules: resultados de la curva modelo desarrollado con Estimate SWin 9.10, círculo rojo: indicador Chao2, intervalos de confianza al 95 %.

Con base en la gráfica anterior se tiene que los valores de Chao2 y su intervalo de confianza indican que se ha registrado en su totalidad las especies que potencialmente pueden existir en el área de estudio, para este tipo de vegetación la riqueza máxima observada en 19 sitios de muestreo resulta ser de solo 6 especies y para los valores de Chao 2 las especies potenciales que pudiera haber en el área de estudio son 6 especies, por lo tanto, **con un 95 % de confiabilidad** respecto a los intervalos de confianza calculados para **Chao 2**, se determina que en el muestreo se han registrado un 100 % de las especies potenciales del área estudiada.

TULAR (VT)

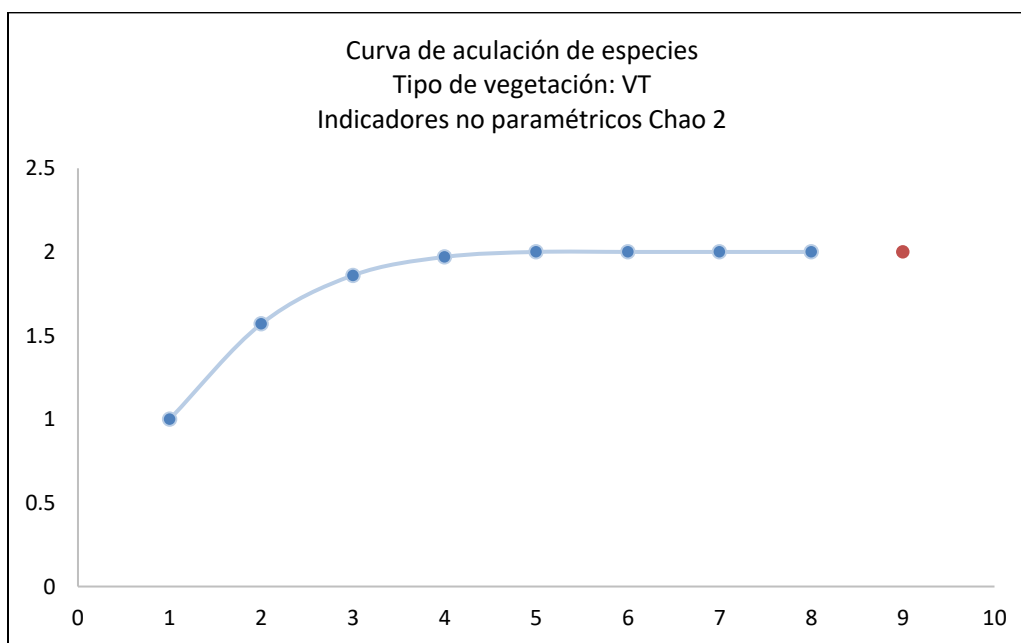
ESTRATO ARBUSTIVO

Aplicando el indicador no paramétrico de *Chao 2*, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 73. Datos para la elaboración de la curva de acumulación y el indicador no paramétrico Chao 2.

| SITIOS | RIQUEZA ESTIMADA |
|--------|------------------|
| 1 | 1 |
| 2 | 1.57 |
| 3 | 1.86 |
| 4 | 1.97 |
| 5 | 2 |
| 6 | 2 |
| 7 | 2 |
| 8 | 2 |
| Chao2 | 2.0 |

A continuación, para una mejor interpretación se presenta la curva de acumulación de especies y el indicador no paramétrico *Chao 2*.



Gráfica 12. Curva de acumulación de especies para la vegetación VT del estrato arbustivo; círculos azules: resultados de la curva modelo desarrollado con Estimate SWin 9.10, círculo rojo: indicador Chao2, intervalos de confianza al 95 %.

Con base en la gráfica anterior se tiene que los valores de Chao 2 y su intervalo de confianza indican que se ha registrado en su mayoría las especies que potencialmente pueden existir en el área de estudio.

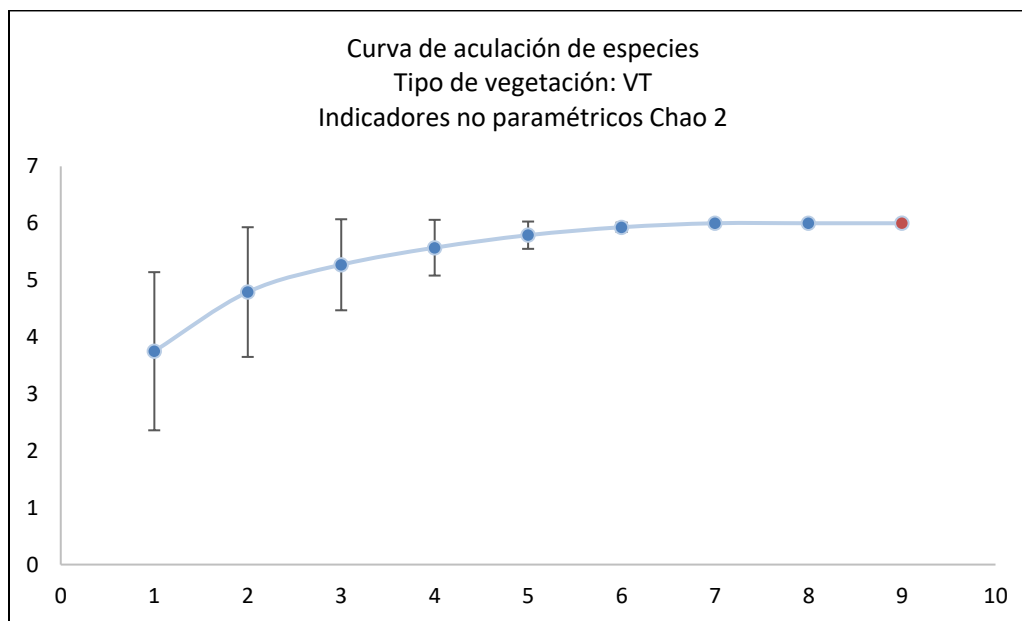
Para la vegetación analizada, la riqueza observada en 8 sitios de muestreo resultó ser de 2 especies y para los valores de Chao 2 las especies potenciales que pudiera haber en el área de estudio son 2 (especies), por lo tanto, **con un 95 % de confiabilidad** respecto a los intervalos de confianza calculados, los cuales se intercalan con los intervalos de confianza de la riqueza observada, se indica que, en el muestreo se ha registrado el 100 % de las especies potenciales y que hemos logrado un inventario completo.

ESTRATO HERBÁCEO

Tabla 74. Datos para la elaboración de la curva de acumulación y el indicador no paramétrico Chao 2

| SITIOS | RIQUEZA ESTIMADA | INTERVALOS DE CONFIANZA (95 %) |
|--------|------------------|--------------------------------|
| 1 | 3.75 | 1.39 |
| 2 | 4.79 | 1.14 |
| 3 | 5.27 | 0.8 |
| 4 | 5.57 | 0.49 |
| 5 | 5.79 | 0.24 |
| 6 | 5.93 | 0.08 |
| 7 | 6 | 0 |
| 8 | 6 | 0 |
| Chao2 | 6.0 | 0.0 |

A continuación, para una mejor interpretación se presenta la curva de acumulación de especies y el indicador no paramétrico Chao 2.



Gráfica 13. Curva de acumulación de especies para la vegetación VT del estrato herbáceo; círculos azules: resultados de la curva modelo desarrollado con Estimate SWin 9.10, círculo rojo: indicador Chao2, intervalos de confianza al 95 %.

Con base en la gráfica anterior se tiene que los valores de Chao2 y su intervalo de confianza indican que se ha registrado en su totalidad las especies que potencialmente pueden existir en el área de estudio, para este tipo de vegetación la riqueza máxima observada en 8 sitios de muestreo resulta ser de solo 6 especies y para los valores de Chao 2 las especies potenciales que pudiera haber en el área de estudio son 6 especies, por lo tanto, **con un 95 % de confiabilidad** respecto a los intervalos de confianza calculados para **Chao 2**, se determina que en el muestreo se han registrado un 100 % de las especies potenciales del área estudiada.

RESULTADO DE OTROS ESTIMADORES NO PARAMÉTRICOS

Así mismo, se agregan más indicadores no paramétricos (**Chao 1** y **Bootstrap**) que sustentan que el esfuerzo de muestreo aplicado es suficientemente fiable, esto con base en los resultados arrojados por Estimate SWin 9.10 (**ANEXO "11.28"**).

A continuación, se presentan los resultados por tipo de vegetación:

SELVA BAJA CADUCIFOLIA (SBC)

Tabla 75. Indicadores no paramétricos del estrato arbóreo.

| ESTIMADORES NO PARAMÉTRICOS | N° DE ESPECIES INFERIDAS | N° DE ESPECIES ENCONTRADAS | REPRESENTATIVIDAD DE LAS ESPECIES EN % |
|-----------------------------|--------------------------|----------------------------|--|
| CHAO 1 | 16 | 16 | 100 |
| Bootstrap | 16 | 16 | 100 |

Tabla 76. Indicadores no paramétricos del estrato arbustivo.

| ESTIMADORES NO PARAMÉTRICOS | N° DE ESPECIES INFERIDAS | N° DE ESPECIES ENCONTRADAS | REPRESENTATIVIDAD DE LAS ESPECIES EN % |
|-----------------------------|--------------------------|----------------------------|--|
| CHAO 1 | 16.9 | 17 | 100 |
| Bootstrap | 17.3 | 17 | 98.2 |

Tabla 77. Indicadores no paramétricos del estrato herbáceo.

| ESTIMADORES NO PARAMÉTRICOS | N° DE ESPECIES INFERIDAS | N° DE ESPECIES ENCONTRADAS | REPRESENTATIVIDAD DE LAS ESPECIES EN % |
|-----------------------------|--------------------------|----------------------------|--|
| CHAO 1 | 6 | 6 | 100 |
| Bootstrap | 6 | 6 | 100 |

Con base en las tablas anteriores, se tiene que los valores de la representatividad de las especies encontradas muestran que se registró en su mayoría las especies que potencialmente pueden existir en el área de estudio, es decir, todos los indicadores no paramétricos muestran valores por arriba del 80 % de flora, es decir, se logró un inventario bastante completo.

TULAR (VT)

Tabla 78. Indicadores no paramétricos del estrato arbustivo.

| ESTIMADORES NO PARAMÉTRICOS | N° DE ESPECIES INFERIDAS | N° DE ESPECIES ENCONTRADAS | REPRESENTATIVIDAD DE LAS ESPECIES EN % |
|-----------------------------|--------------------------|----------------------------|--|
| CHAO 1 | 2 | 2 | 100 |
| Bootstrap | 2 | 2 | 100 |

Tabla 79. Indicadores no paramétricos del estrato herbáceo.

| ESTIMADORES NO PARAMÉTRICOS | N° DE ESPECIES INFERIDAS | N° DE ESPECIES ENCONTRADAS | REPRESENTATIVIDAD DE LAS ESPECIES EN % |
|-----------------------------|--------------------------|----------------------------|--|
| CHAO 1 | 6 | 6 | 100 |
| Bootstrap | 6 | 6 | 100 |

Con base en las tablas anteriores se tiene que los valores de la representatividad de las especies encontradas muestran que se registró en su mayoría las especies que potencialmente pueden existir en el área de estudio, ya que la mayoría de los indicadores no paramétricos muestran valores arriba del 95 % de flora, es decir, se logró un inventario completo.

INTENSIDAD DE MUESTREO

De acuerdo con lo anterior se tiene que en el área del proyecto se tuvo una intensidad de muestreo general del 30.1 % representado por un total de 27 Unidades de muestreo en una superficie de 4.485 ha.

Tabla 80. Intensidad de muestreo por tipo de vegetación.

| TIPO DE VEGETACIÓN | SUPERFICIE DEL AP Ha | UM | SUPERFICIE MUESTREADA (ha) | INTENSIDAD DE MUESTREO (%) |
|------------------------------|----------------------|-----------|----------------------------|----------------------------|
| Selva baja caducifolia (SBC) | 3.931 | 19 | 0.95 | 24.1 |
| Tular (VT) | 0.554 | 8 | 0.40 | 72.2 |
| TOTAL | 4.485 | 27 | 1.35 | 30.1 |

SIMILITUD DE ESPECIES

El área del proyecto presenta una superficie irregular, encontraron superficies reducidas y aisladas del tipo de vegetación de **SBC**, impidiendo realizar un sitio de muestreo del tamaño establecido de 25m x 20m (500m²), por lo que se decidió realizar un índice de similitud de especies y poder inferir y realizar estimaciones a partir del tipo de vegetación encontrado (**SBC**).

Se realizó la delimitación y se calculó la riqueza de las especies presentes en estas superficies aisladas

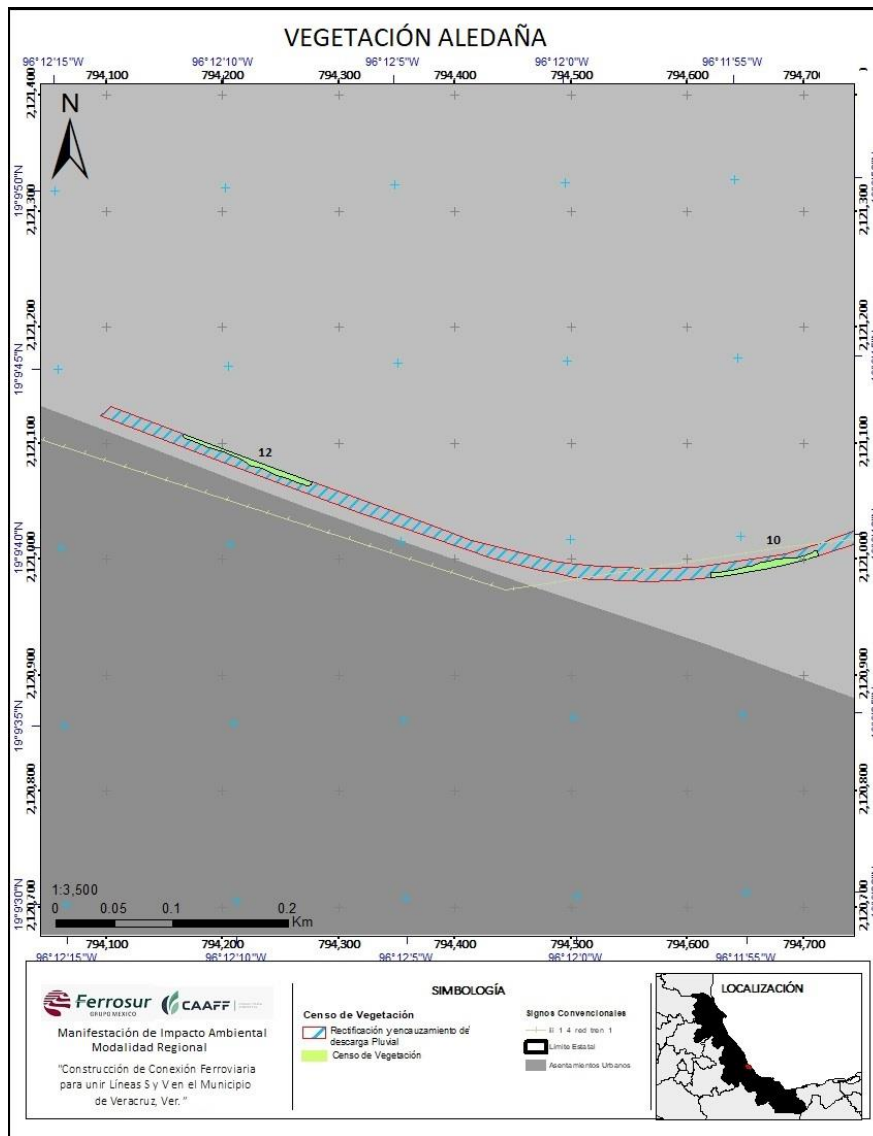


Figura 36. Distribución las áreas aisladas de SBC en el área del proyecto.

En la figura anterior podemos observar los usos de suelo y los tipos de vegetación que incurren en la zona reducida del área CUSTF.

Con los datos de especies que se registraron durante el muestreo se calculó el grado de similitud entre las comunidades de selva baja caducifolia, a través del índice de Similitud de Sorensen que compara el número de especies en común de ambas muestras y se expresa como:

$$IS = [2C/(A + B)] \times 100$$

En donde "C" es el número de especies en común de ambas muestras y "A" y "B" son los números de cada muestra respectivamente. Este índice presenta un rango de valores que van desde 0, cuando no hay especies en común entre las muestras, hasta 100 cuando ambas muestras son idénticas (Odum 1972 ⁴⁰; Vereza et al. 2000).

ÍNDICE DE SIMILITUD DE SORENSEN

Mediante el programa PAST se obtuvo el valor del coeficiente de Sorensen el cual compara el grado de similitud entre ambas muestras, en este caso, los datos obtenidos de la riqueza de especies del "Áreas aisladas" y del "CUSTF en general". En términos generales, los valores arrojados por el índice de Sorensen entre el "Áreas aisladas" y "CUSTF en general", nos indican que existe una similitud alta entre los ensamblajes florísticos descritos.

En el caso del estrato arbóreo el resultado reflejado por este índice es de 0.95 (95 %), por parte del estrato arbustivo fue de 0.90 (90 %) y en el estrato herbáceo valor fue de 0.88 (88 %). Cabe mencionar que tal similitud es a causa de los impactos negativos de origen antropogénico que ha mantenido el área de CUSTF, manteniendo solo a las especies menos sensibles a cambios bruscos en el hábitat y de carácter oportunista, siendo estas las más propicias para colonizar los polígonos estudiados.

Tabla 81. Similitud de especies de flora entre Áreas aisladas y AP en general.

| Índice de similitud de Sorensen | | |
|---------------------------------|------|------|
| Estrato arbóreo | | |
| AP en general | 1 | 0.95 |
| Áreas aisladas | 0.95 | 1 |
| Estrato arbustivo | | |
| AP en general | 1 | 0.90 |
| Áreas aisladas | 0.90 | 1 |
| Estrato herbáceo | | |
| AP en general | 1 | 0.88 |
| Áreas aisladas | 0.88 | 1 |

Los valores arrojados por parte del Índice de Similitud de Sorensen entre las "Áreas aisladas" y el "CUSTF en general", nos indican que no existe una diferencia de especies significativa entre las comunidades vegetales, por lo que la flora registrada en las "Áreas aisladas" podrán ser inferidas por el muestreo del CUSTF en general y garantiza el registro general de las especies que pudieran ser encontradas.

En el siguiente mapa se muestra la distribución de los sitios de muestreo en el área del proyecto.

⁴⁰ Odum, P. E. 1972. Ecología. 3ra. Edición. Editorial Interamericana. México. 639 p.

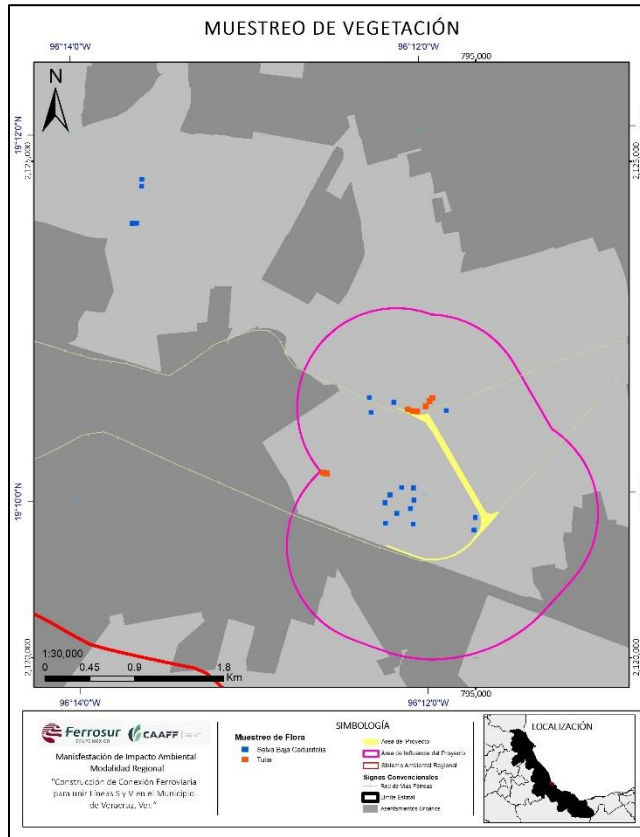


Figura 37. Mapa de sitios de muestreo de vegetación en el Sistema ambiental regional.

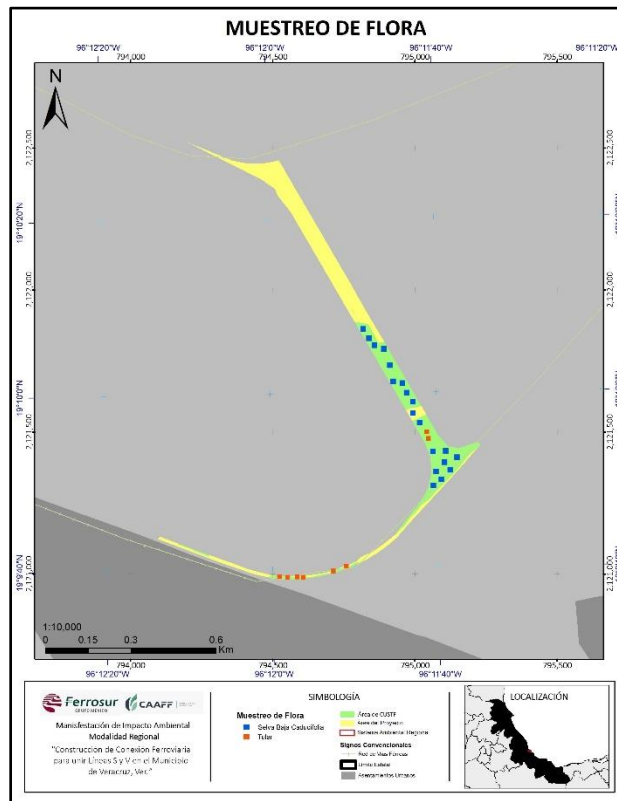


Figura 38. Mapa de sitios de muestreo de vegetación en el AP.

IV.2.3.1.4.2. Variables evaluadas

Las variables que fueron evaluadas para el estrato **arbóreo y arbustivo** son las siguientes: número de individuos, diámetro (cm) basal, diámetro (altura 1.30), altura (m), diámetro de copa 1 (N-S) y diámetro de copa 2 (E-W). Con base en esta información y al uso de tablas dinámicas de Excel, se obtuvo el número total de especies presentes por cada tipo de vegetación, densidad, frecuencia y promedio de cobertura (promedio de diámetro de copa 1 y diámetro de copa 2), así mismo se calculó la riqueza de especies, índices de valor de importancia, índice de Shannon-Wiener e índice de equitatividad de Pielou.

Para el caso del estrato **herbáceo**, se analizaron dos variables; el número de individuos por especie y la cobertura de copa (dominancia), dicha información fue suficiente para poder realizar los cálculos de riqueza de especies, índices de valor de importancia, índice de Shannon- Wiener e índice de Equidad de Pielou.

En el caso de los **bejucos**, se presentaron pocas especies y se integraron en el estrato **arbustivo**, para realizar los análisis correspondientes con la finalidad de obtener resultados más apreciables en el cálculo del IVIE de acuerdo con el tamaño y morfología de las especies; para cada una de las especies fueron evaluadas las siguientes variables: número de individuos, diámetro basal (cm), altura (m), diámetro de copa 1 (N-S) y diámetro de copa 2 (E-W).



Figura 39. A) Toma de coordenada central B) Delimitación del sitio de muestreo C) Toma de datos de interés y D) Toma de diámetro basal.

IV.2.3.1.4.3. Procesamiento de la información

Los datos obtenidos del muestreo realizado en campo dentro del AP y del SAR, fueron capturados en hojas de cálculo Excel, donde mediante tablas dinámicas se obtuvieron los datos de una forma sintetizada, que nos permitieron hacer cálculos del valor de importancia y los diferentes índices que a continuación se presentan.

IV.2.3.1.4.4. Cálculo y análisis del índice de valor de importancia ecológica en el sistema ambiental regional y área del proyecto

IV.2.3.1.4.4.1. Metodología utilizada

El índice de valor de importancia ecológico (**IVIE**) es un parámetro que estima el aporte o significación ecológica de cada especie en la comunidad. Este valor es resultado de la suma de la **Densidad relativa (Dr)**, **Dominancia Relativa (DR)**, y la **Frecuencia Relativa (FR)**, siendo 300 % el valor máximo (considerando que cada parámetro suma un 100 %); mientras más se acerque una especie a este valor, mayor será su importancia ecológica y dominio florístico sobre las demás especies presentes (House P., *et. al.* 2006). Los parámetros necesarios para el cálculo del **IVIE** se describe en la siguiente tabla.

Tabla 82. Listado de parámetros ecológicos para las comunidades vegetales en el SAR y AP.

| PARÁMETROS | ESTRATOS | |
|----------------------------|--|--|
| | ARBÓREO Y ARBUSTIVO | HERBÁCEO |
| Densidad | Número de individuos por unidad de superficie. | Número de individuos por unidad de superficie. Pastos: número de macollos de cada especie por unidad de superficie. |
| Densidad relativa | (Individuos de una especie / total de individuos) X 100. | (Individuos de una especie / total de individuos) X 100. Pastos: (Número de macollos de una especie/total de individuos) x 100. |
| Frecuencia | Número de veces que una especie ocurre en las distintas muestras | Número de veces que una especie ocurre en las distintas muestras. |
| Frecuencia relativa | Frecuencia de una especie/ Frecuencia total de las especies x 100. | Frecuencia de una especie/ Frecuencia total de las especies x 100. |
| Dominancia | Dominancia en estructura horizontal: cobertura de copa de cada especie por unidad de superficie. | Dominancia en estructura vertical: Altura promedio de cada especie. |
| Dominancia relativa | (Dominancia de una especie / Dominancia de todas las especies) X 100. | (Dominancia de una especie / Dominancia de todas las especies) X 100. |

A continuación, se presentan los resultados del cálculo del **IVIE** por estratos por tipos de vegetación y por estratos; cabe mencionar que el **IVIE** se expresó en una escala del 0 al 100 % para una mejor interpretación de los valores obtenidos. Se anexan hojas de cálculo en formato Excel (**ANEXOS "11.19"** y **ANEXO "11.25"**).

IV.2.3.1.4.4.2. Resultados y análisis para el Sistema ambiental regional (SAR)

Selva Baja Caducifolia (SBC).

* Resultados del muestreo

Como resultado del muestreo en el Sistema Ambiental Regional se obtuvo el listado general de flora. En el total de sitios muestreados se identificaron **78 especies** dentro de los tres estratos que se encontraron en el SAR, esto para la vegetación muestreada de Selva baja caducifolia, mismas que se presentan en la lista siguiente:

Tabla 83. Listado de especies de flora registradas en el muestreo del SAR.

| NO. | NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN | NOM 059 | CITES | ENDEMISMO | IUCN Red List |
|----------------|------------------------------------|---------------------|-------------|-------------|-------------|---------------|
| Arbóreo | | | | | | |
| 1 | <i>Acacia cornigera</i> | Cornezuelo | No incluida | No incluida | No incluida | No incluida |
| 2 | <i>Acrocomia aculeata</i> | Palma cocoyul | No incluida | No incluida | Endémica | No incluida |
| 3 | <i>Bursera simaruba</i> | Palo mulato | No incluida | No incluida | No incluida | No incluida |
| 4 | <i>Ceiba pentandra</i> | Ceiba | No incluida | No incluida | Endémica | No incluida |
| 5 | <i>Coccoloba barbadensis</i> | Roble de la costa | No incluida | No incluida | No incluida | No incluida |
| 6 | <i>Cordia megalantha</i> | Nopo | No incluida | No incluida | No incluida | No incluida |
| 7 | <i>Crescentia cujete</i> | Tecomate | No incluida | No incluida | Endémica | No incluida |
| 8 | <i>Daphnopsis americana</i> | Cuero de toro | No incluida | No incluida | No incluida | No incluida |
| 9 | <i>Diphysa floribunda</i> | Flor de gallito | No incluida | No incluida | No incluida | No incluida |
| 10 | <i>Ehretia tinifolia</i> | Mandimbo | No incluida | No incluida | Endémica | No incluida |
| 11 | <i>Enterolobium cyclocarpum</i> | Guanacaste | No incluida | No incluida | Endémica | No incluida |
| 12 | <i>Erythrina folkersii</i> | Colorin | No incluida | No incluida | Endémica | No incluida |
| 13 | <i>Ficus cotinifolia</i> | Amate negro | No incluida | No incluida | No incluida | No incluida |
| 14 | <i>Ficus pertusa</i> | Amatillo | No incluida | No incluida | No incluida | No incluida |
| 15 | <i>Gliricidia sepium</i> | Cacahuananche | No incluida | No incluida | Endémica | No incluida |
| 16 | <i>Guazuma ulmifolia</i> | Bellota de cuaulote | No incluida | No incluida | Endémica | No incluida |
| 17 | <i>Inga pavoniana</i> | Cuil | No incluida | No incluida | No incluida | No incluida |
| 18 | <i>Leucaena leucocephala</i> | Tepeguaje dormilón | No incluida | No incluida | Endémica | No incluida |
| 19 | <i>Lonchocarpus punctatus</i> | Baal che' | No incluida | No incluida | No incluida | No incluida |
| 20 | <i>Maclura tinctoria</i> | Mora de clavo | No incluida | No incluida | No incluida | No incluida |
| 21 | <i>Nectandra reticulata</i> | Laurel | No incluida | No incluida | No incluida | No incluida |
| 22 | <i>Parmentiera aculeata</i> | Cuachilote | No incluida | No incluida | Endémica | No incluida |
| 23 | <i>Pithecellobium lanceolatum</i> | Conchil | No incluida | No incluida | No incluida | No incluida |
| 24 | <i>Podocarpus guatemalensis</i> | Olivillo | No incluida | No incluida | No incluida | No incluida |
| 25 | <i>Psidium guajava</i> | Guayaba | No incluida | No incluida | Endémica | No incluida |
| 26 | <i>Sabal mexicana</i> | Apachite | No incluida | No incluida | Endémica | No incluida |
| 27 | <i>Sapindus saponaria</i> | Jaboncillo | No incluida | No incluida | Endémica | No incluida |
| 28 | <i>Sapium lateriflorum</i> | Amate capulín | No incluida | No incluida | No incluida | No incluida |
| 29 | <i>Spondias mombin</i> | Jobo | No incluida | No incluida | Endémica | No incluida |
| 30 | <i>Stemmadenia donnell-smithii</i> | Huevos de caballo | No incluida | No incluida | No incluida | No incluida |
| 31 | <i>Tabebuia rosea</i> | Apamate rosa | No incluida | No incluida | No incluida | No incluida |

| NO. | NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN | NOM 059 | CITES | ENDEMISMO | IUCN Red List |
|------------------|---|----------------------------|-------------|-------------|-------------|---------------|
| 32 | <i>Xylosma panamensis</i> | Brujo | No incluida | No incluida | No incluida | No incluida |
| 33 | <i>Zanthoxylum caribaeum</i> | Chichón | No incluida | No incluida | No incluida | En peligro |
| 34 | <i>Zanthoxylum melanostictum</i> | Rabo de lagarto | No incluida | No incluida | No incluida | No incluida |
| Arbustivo | | | | | | |
| 1 | <i>Acacia farnesiana</i> | Huizache | No incluida | No incluida | Endémica | No incluida |
| 2 | <i>Acanthocereus tetragonus</i> | Pitajaya | No incluida | No incluida | No incluida | No incluida |
| 3 | <i>Aristolochia maxima</i> | Bejuco corchoso | No incluida | No incluida | No incluida | No incluida |
| 4 | <i>Bonellia macrocarpa</i> | Amole | No incluida | No incluida | No incluida | No incluida |
| 5 | <i>Bromelia pinguin</i> | Guamara | No incluida | No incluida | No incluida | No incluida |
| 6 | <i>Callichlamys latifolia</i> | Bejuco lengua de vaca | No incluida | No incluida | No incluida | No incluida |
| 7 | <i>Cissus microcarpa</i> | Bejuco tripa de vaca | No incluida | No incluida | No incluida | No incluida |
| 8 | <i>Dalbergia brownie</i> | Bejuco ojo de perico | No incluida | No incluida | No incluida | No incluida |
| 9 | <i>Lantana achyranthifolia</i> | Mora jarocho | No incluida | No incluida | No incluida | No incluida |
| 10 | <i>Lasiacis divaricata</i> | Otátillo | No incluida | No incluida | No incluida | No incluida |
| 11 | <i>Malvaviscus arboreus</i> | Obelisco de cerro | No incluida | No incluida | Endémica | No incluida |
| 12 | <i>Mimosa dormiens</i> | Mimosa jarocho | No incluida | No incluida | No incluida | No incluida |
| 13 | <i>Mimosa polyantha</i> | Uña de gato | No incluida | No incluida | No incluida | No incluida |
| 14 | <i>Oeceoclades maculata</i> | Bromelia de suelo | No incluida | No incluida | Exótica | No incluida |
| 15 | <i>Oncidium carthagenense</i> | Epifitas oreja de burro | No incluida | No incluida | No incluida | No incluida |
| 16 | <i>Paullinia fuscescens</i> | Bejuco corona | No incluida | No incluida | No incluida | No incluida |
| 17 | <i>Pisonia aculeata</i> | Chorumo colmillo de puerco | No incluida | No incluida | No incluida | No incluida |
| 18 | <i>Prunus serotina var. Capulli</i> | Arayancillo capulincillo | No incluida | No incluida | No incluida | No incluida |
| 19 | <i>Randia aculeata</i> | Crucillo | No incluida | No incluida | No incluida | No incluida |
| 20 | <i>Rauvolfia tetraphylla</i> | Sarna de perro | No incluida | No incluida | No incluida | No incluida |
| 21 | <i>Senna obtusifolia</i> | Cassia | No incluida | No incluida | Endémica | No incluida |
| 22 | <i>Serjania brachycarpa</i> | Bejuco sergiana | No incluida | No incluida | No incluida | No incluida |
| 23 | <i>Smilax bona-nox</i> | Bejuco alambre | No incluida | No incluida | Endémica | No incluida |
| 24 | <i>Solanum wrightii</i> | Tomatillo | No incluida | No incluida | No incluida | No incluida |
| 25 | <i>Zanthoxylum fagara</i> | Garra de gato veracruz | No incluida | No incluida | No incluida | No incluida |
| Herbáceo | | | | | | |
| 1 | <i>Abutilon purpusii</i> | Abutilon | No incluida | No incluida | No incluida | No incluida |
| 2 | <i>Asclepias curassavica</i> | Calderona | No incluida | No incluida | Endémica | No incluida |
| 3 | <i>Commelina rufipes</i> | Bejuco tripa de pollo | No incluida | No incluida | No incluida | No incluida |
| 4 | <i>Ipomoea triloba</i> | Ipomaea | No incluida | No incluida | No incluida | No incluida |
| 5 | <i>Ludwigia leptocarpa</i> | Berbena blanca | No incluida | No incluida | No incluida | No incluida |
| 6 | <i>Ludwigia palustris</i> | Amaranto | No incluida | No incluida | Endémica | No incluida |
| 7 | <i>Macroptilium atropurpureum</i> | Frijolillo | No incluida | No incluida | No incluida | No incluida |
| 8 | <i>Megathyrsus maximus</i> | Pasto tanzania | No incluida | No incluida | Exótica | No incluida |
| 9 | <i>Momordica charantia</i> | Pepinillo amarillo | No incluida | No incluida | Exótica | No incluida |
| 10 | <i>Oplismenus hirtellus subsp. setarius</i> | Pasto huevero | No incluida | No incluida | No incluida | No incluida |

| NO. | NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN | NOM 059 | CITES | ENDEMISMO | IUCN Red List |
|-----|-----------------------------------|--------------------|-------------|-------------|-------------|---------------|
| 11 | <i>Paspalum notatum</i> | Pasto estrella | No incluida | No incluida | No incluida | No incluida |
| 12 | <i>Petiveria alliacea</i> | Ariscale patras | No incluida | No incluida | No incluida | No incluida |
| 13 | <i>Philodendron sagittifolium</i> | Colomo trepador | No incluida | No incluida | No incluida | No incluida |
| 14 | <i>Ruellia blechum</i> | Blechum | No incluida | No incluida | No incluida | No incluida |
| 15 | <i>Sagittaria lancifolia</i> | Lirio | No incluida | No incluida | No incluida | No incluida |
| 16 | <i>Sicyos laciniatus</i> | Chayotillo | No incluida | No incluida | No incluida | No incluida |
| 17 | <i>Sida glabra</i> | Guinar | No incluida | No incluida | No incluida | No incluida |
| 18 | <i>Solanum citrinum</i> | Tomatillo espinoso | No incluida | No incluida | No incluida | No incluida |
| 19 | <i>Urochloa mutica</i> | Pasto pará | No incluida | No incluida | Endémica | No incluida |

A continuación, se muestran los valores de abundancia y abundancia relativa obtenidos del muestreo en campo por estrato para la vegetación de Selva baja caducifolia.

Estrato arbóreo

Para este estrato se realizaron 19 sitios de muestreo en donde se registraron un total de 1,205 individuos distribuidos en 34 especies, de las cuales ninguna se encuentra enlistada en alguna categoría de riesgo de acuerdo con la **NOM-059-SEMARNAT-2010**.

Tabla 84. Valores de importancia ecológica para las especies registradas en la SBC, estrato arbóreo.

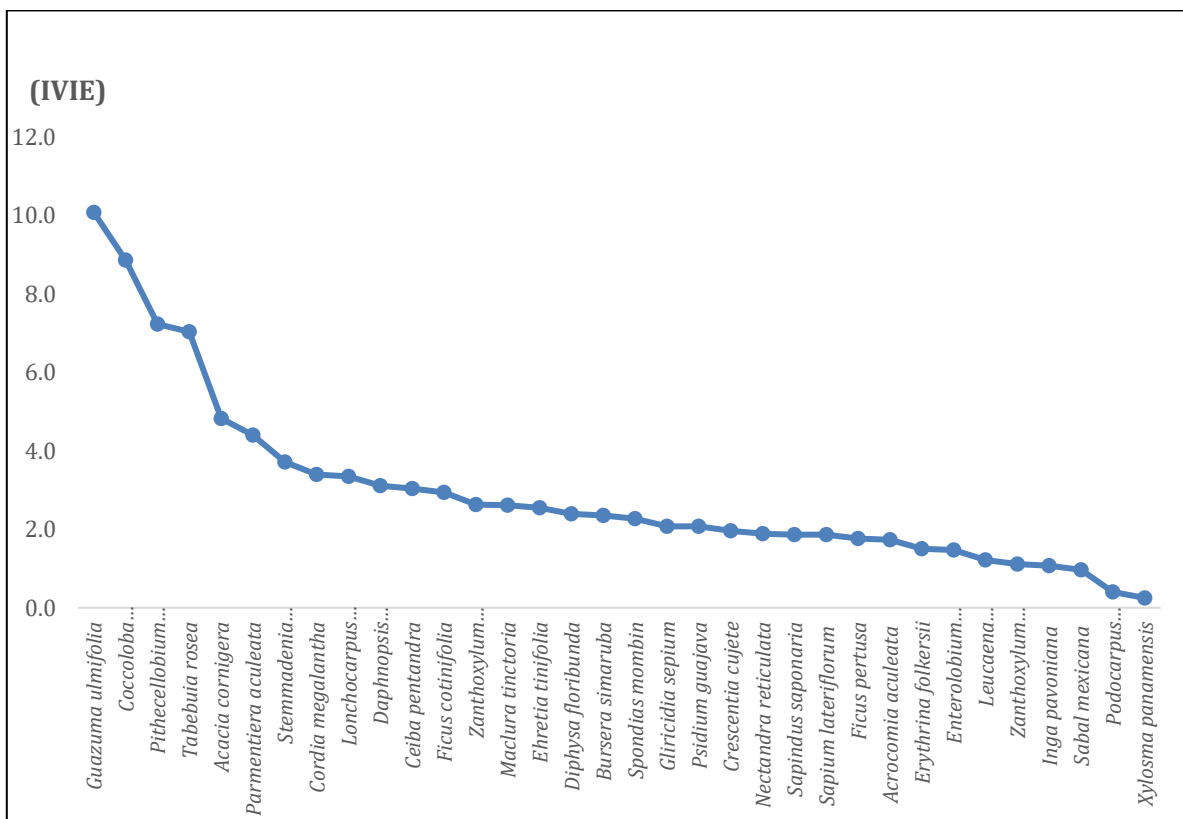
| No. | Especie | Nombre Común | Densidad | Densidad (Ind/ha) | Dr | Fr | DR | IVIE % |
|-----|------------------------------------|---------------------|----------|-------------------|--------|-------|------|--------|
| 1 | <i>Acacia cornigera</i> | Cornezuelo | 65 | 62 | 5.394 | 8.247 | 0.82 | 4.8 |
| 2 | <i>Acrocomia aculeata</i> | Palma cocoyul | 10 | 10 | 0.830 | 2.062 | 2.32 | 1.7 |
| 3 | <i>Bursera simaruba</i> | Palo mulato | 7 | 7 | 0.581 | 3.093 | 3.37 | 2.3 |
| 4 | <i>Ceiba pentandra</i> | Ceiba | 2 | 2 | 0.166 | 1.031 | 7.92 | 3.0 |
| 5 | <i>Coccoloba barbadensis</i> | Roble de la costa | 198 | 189 | 16.432 | 6.701 | 3.44 | 8.9 |
| 6 | <i>Cordia megalantha</i> | Nopo | 31 | 30 | 2.573 | 5.155 | 2.47 | 3.4 |
| 7 | <i>Crescentia cujete</i> | Tecomate | 4 | 4 | 0.332 | 1.031 | 4.52 | 2.0 |
| 8 | <i>Daphnopsis americana</i> | Cuero de toro | 22 | 21 | 1.826 | 4.639 | 2.87 | 3.1 |
| 9 | <i>Diphysa floribunda</i> | Flor de gallito | 6 | 6 | 0.498 | 2.577 | 4.11 | 2.4 |
| 10 | <i>Ehretia tinifolia</i> | Mandimbo | 17 | 16 | 1.411 | 4.124 | 2.11 | 2.5 |
| 11 | <i>Enterolobium cyclocarpum</i> | Guanacaste | 17 | 16 | 1.411 | 2.062 | 0.95 | 1.5 |
| 12 | <i>Erythrina folkersii</i> | Colorin | 9 | 9 | 0.747 | 3.093 | 0.68 | 1.5 |
| 13 | <i>Ficus cotinifolia</i> | Amate negro | 1 | 1 | 0.083 | 0.515 | 8.21 | 2.9 |
| 14 | <i>Ficus pertusa</i> | Amatillo | 2 | 2 | 0.166 | 1.031 | 4.09 | 1.8 |
| 15 | <i>Gliricidia sepium</i> | Cacahuananche | 30 | 29 | 2.490 | 2.062 | 1.68 | 2.1 |
| 16 | <i>Guazuma ulmifolia</i> | Bellota de cuaulote | 211 | 201 | 17.510 | 9.278 | 3.43 | 10.1 |
| 17 | <i>Inga pavoniana</i> | Cuil | 5 | 5 | 0.415 | 1.031 | 1.76 | 1.1 |
| 18 | <i>Leucaena leucocephala</i> | Tepeguaje dormilón | 3 | 3 | 0.249 | 1.031 | 2.37 | 1.2 |
| 19 | <i>Lonchocarpus punctatus</i> | Baal che' | 53 | 50 | 4.398 | 1.031 | 4.62 | 3.4 |
| 20 | <i>Maclura tinctoria</i> | Mora de clavo | 22 | 21 | 1.826 | 3.608 | 2.41 | 2.6 |
| 21 | <i>Nectandra reticulata</i> | Laurel | 31 | 30 | 2.573 | 1.031 | 2.06 | 1.9 |
| 22 | <i>Parmentiera aculeata</i> | Cuachilote | 70 | 67 | 5.809 | 5.155 | 2.24 | 4.4 |
| 23 | <i>Pithecellobium lanceolatum</i> | Conchil | 125 | 119 | 10.373 | 7.216 | 4.11 | 7.2 |
| 24 | <i>Podocarpus guatemalensis</i> | Olivillo | 2 | 2 | 0.166 | 1.031 | 0.01 | 0.4 |
| 25 | <i>Psidium guajava</i> | Guayaba | 1 | 1 | 0.083 | 0.515 | 5.63 | 2.1 |
| 26 | <i>Sabal mexicana</i> | Apachite | 9 | 9 | 0.747 | 1.031 | 1.11 | 1.0 |
| 27 | <i>Sapindus saponaria</i> | Jaboncillo | 2 | 2 | 0.166 | 1.031 | 4.40 | 1.9 |
| 28 | <i>Sapium lateriflorum</i> | Amate capulín | 10 | 10 | 0.830 | 2.062 | 2.70 | 1.9 |
| 29 | <i>Spondias mombin</i> | Jobo | 20 | 19 | 1.660 | 1.031 | 4.13 | 2.3 |
| 30 | <i>Stemmadenia donnell-smithii</i> | Huevos de caballo | 46 | 44 | 3.817 | 6.186 | 1.13 | 3.7 |

| No. | Especie | Nombre Común | Densidad | Densidad (Ind/ha) | Dr | Fr | DR | IVIE % |
|--------------|----------------------------------|------------------------|-------------|-------------------|------------|------------|------------|------------|
| 31 | <i>Tabebuia rosea</i> | <i>Apamate rosa</i> | 122 | 116 | 10.124 | 6.701 | 4.26 | 7.0 |
| 32 | <i>Xylosma panamensis</i> | <i>Brujo</i> | 1 | 1 | 0.083 | 0.515 | 0.16 | 0.3 |
| 33 | <i>Zanthoxylum caribaeum</i> | <i>Chichón</i> | 49 | 47 | 4.066 | 2.062 | 1.76 | 2.6 |
| 34 | <i>Zanthoxylum melanostictum</i> | <i>Rabo de lagarto</i> | 2 | 2 | 0.166 | 1.031 | 2.14 | 1.1 |
| TOTAL | | | 1205 | 1148 | 100 | 100 | 100 | 100 |

Dr= Densidad Relativa; FR= Frecuencia Relativa; DR= Dominancia Relativa; IVIE= Índice de Valor de Importancia Ecológica

Con base en los resultados de los cálculos anteriores, se observa que la especie *Guazuma ulmifolia* es la mejor representada para este tipo de vegetación con un IVIE del 10.1 %, mientras que *Coccoloba barbadensis* con 8.9 % y *Pithecellobium lanceolatum* con el 7.2 % son las especies codominantes, es decir, en conjunto estas especies definen en gran proporción la estructura arbórea de SBC.

Para una mejor interpretación de los datos, se presenta a continuación la siguiente gráfica.



Gráfica 14. Valores de importancia ecológica obtenidos en las especies del SAR del estrato arbóreo.

Estrato arbustivo

En este estrato se registraron 25 especies distribuidas en 517 individuos, las cuales ninguna se encuentra registrada en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**.

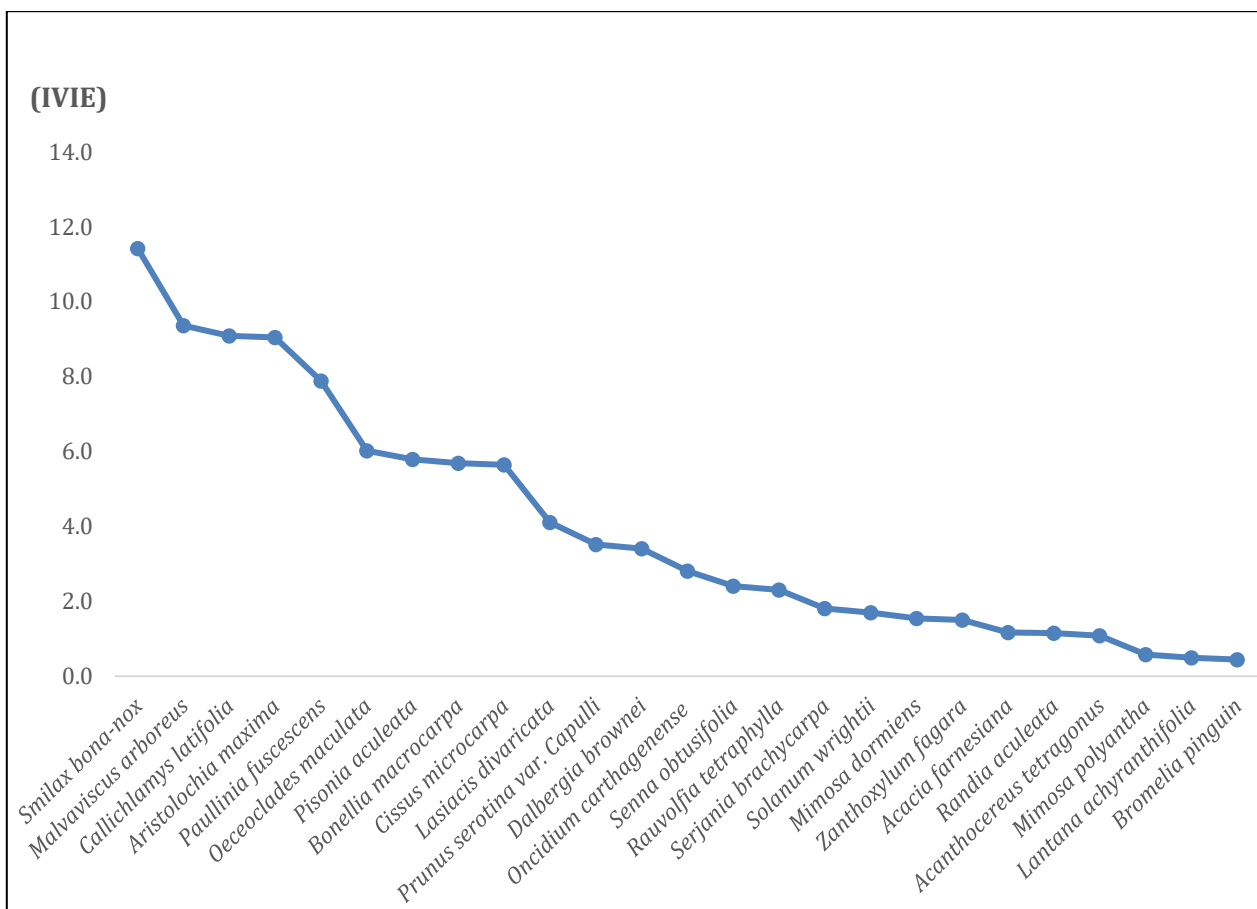
Tabla 85. Valores de importancia ecológica para las especies registradas en el estrato arbustivo en el SAR.

| No. | Especie | Nombre Común | Densidad | Densidad (Ind/ha) | Dr | Fr | DR | IVIE % |
|--------------|-------------------------------------|----------------------------|------------|-------------------|------------|------------|------------|------------|
| 1 | <i>Acacia farnesiana</i> | Huizache | 4 | 21 | 0.774 | 2.564 | 0.16 | 1.2 |
| 2 | <i>Acanthocereus tetragonus</i> | Pitajaya | 6 | 32 | 1.161 | 1.709 | 0.39 | 1.1 |
| 3 | <i>Aristolochia maxima</i> | Bejuco corchoso | 19 | 100 | 3.675 | 6.838 | 16.62 | 9.0 |
| 4 | <i>Bonellia macrocarpa</i> | Amole | 33 | 174 | 6.383 | 9.402 | 1.28 | 5.7 |
| 5 | <i>Bromelia pinguin</i> | Guamara | 2 | 11 | 0.387 | 0.855 | 0.09 | 0.4 |
| 6 | <i>Callichlamys latifolia</i> | Bejuco lengua de vaca | 3 | 16 | 0.580 | 1.709 | 24.99 | 9.1 |
| 7 | <i>Cissus microcarpa</i> | Bejuco tripa de vaca | 10 | 53 | 1.934 | 3.419 | 11.60 | 5.7 |
| 8 | <i>Dalbergia brownei</i> | Bejuco pata de perico | 1 | 5 | 0.193 | 0.855 | 9.16 | 3.4 |
| 9 | <i>Lantana achyranthifolia</i> | Mora jarocha | 3 | 16 | 0.580 | 0.855 | 0.05 | 0.5 |
| 10 | <i>Lasiacis divaricata</i> | Otatillo | 41 | 216 | 7.930 | 4.274 | 0.13 | 4.1 |
| 11 | <i>Malvaviscus arboreus</i> | Obelisco de cerro | 93 | 489 | 17.988 | 9.402 | 0.70 | 9.4 |
| 12 | <i>Mimosa dormiens</i> | Mimosa jarocha | 9 | 47 | 1.741 | 1.709 | 1.19 | 1.5 |
| 13 | <i>Mimosa polyantha</i> | Uña de gato | 1 | 5 | 0.193 | 0.855 | 0.69 | 0.6 |
| 14 | <i>Oeceoclades maculata</i> | Bromelia de suelo | 64 | 337 | 12.379 | 5.128 | 0.57 | 6.0 |
| 15 | <i>Oncidium carthagenense</i> | Epifitas oreja de burro | 33 | 174 | 6.383 | 1.709 | 0.33 | 2.8 |
| 16 | <i>Paullinia fuscescens</i> | Bejuco corona | 26 | 137 | 5.029 | 10.256 | 8.38 | 7.9 |
| 17 | <i>Pisonia aculeata</i> | Chorumo colmillo de puerco | 8 | 42 | 1.547 | 5.128 | 10.69 | 5.8 |
| 18 | <i>Prunus serotina var. Capulli</i> | Arayancillo capulincillo | 23 | 121 | 4.449 | 5.983 | 0.12 | 3.5 |
| 19 | <i>Randia aculeata</i> | Crucillo | 3 | 16 | 0.580 | 1.709 | 1.16 | 1.1 |
| 20 | <i>Rauwolfia tetraphylla</i> | Sarna de perro | 21 | 111 | 4.062 | 2.564 | 0.30 | 2.3 |
| 21 | <i>Senna obtusifolia</i> | Cassia | 18 | 95 | 3.482 | 3.419 | 0.32 | 2.4 |
| 22 | <i>Serjania brachycarpa</i> | Bejuco sergiana | 3 | 16 | 0.580 | 2.564 | 2.29 | 1.8 |
| 23 | <i>Smilax bona-nox</i> | Bejuco alambre | 73 | 384 | 14.120 | 11.966 | 8.19 | 11.4 |
| 24 | <i>Solanum wrightii</i> | Tomatillo | 12 | 63 | 2.321 | 2.564 | 0.21 | 1.7 |
| 25 | <i>Zanthoxylum fagara</i> | Garra de gato veracruz | 8 | 42 | 1.547 | 2.564 | 0.38 | 1.5 |
| TOTAL | | | 517 | 2721 | 100 | 100 | 100 | 100 |

Dr= Densidad Relativa; FR= Frecuencia Relativa; DR= Dominancia Relativa; IVIE= Índice de Valor de Importancia Ecológica

De acuerdo con la tabla anterior se puede observar que las especies mejor representadas para este estrato son: *Smilax bona-nox* con un IVIE del 11.4%, *Callichlamys latifolia* 9.1, *Malvaviscus arboreus* con 9.4% y *Aristolochia maxima* con el 9.0%, es decir, estas especies son dominantes en cuanto a frecuencia y densidad en el SAR.

Para una mejor interpretación de los datos, se presenta a continuación la siguiente gráfica.



Gráfica 15. Valores de importancia ecológica obtenidos en las especies del estrato arbustivo en el SAR.

Estrato herbáceo

Para este estrato se registraron 286 individuos distribuidos en 19 especies, ninguna de ellas se encuentra listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

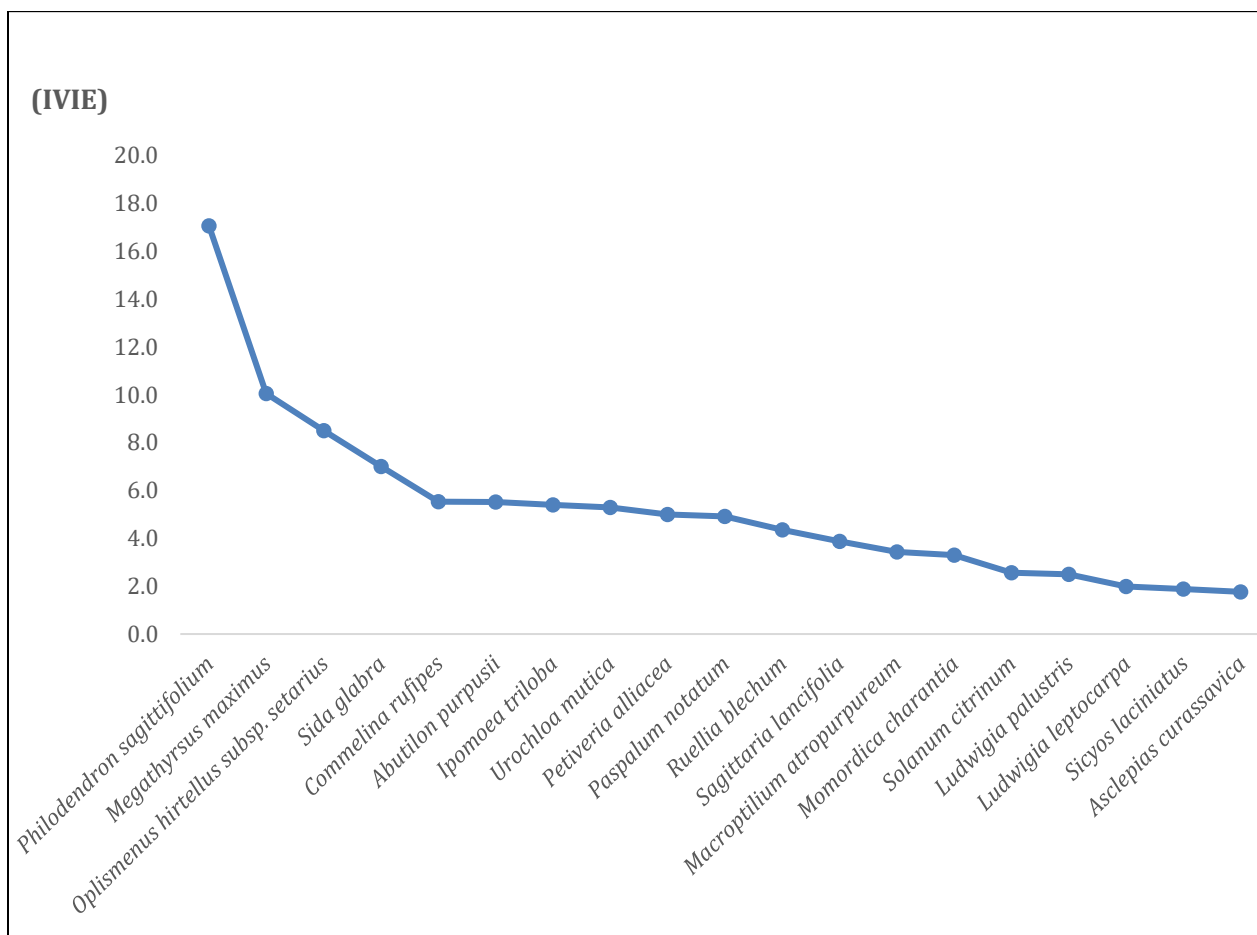
Tabla 86. Valores de importancia ecológica para las especies registradas en la vegetación del SAR.

| No. | Especie | Nombre Común | Densidad | Densidad (Ind/ha) | Dr | Fr | DR | IVIE % |
|-----|---|-----------------------|----------|-------------------|--------|--------|-------|--------|
| 1 | <i>Abutilon purpusii</i> | Abutilon | 12 | 1263 | 4.196 | 7.407 | 4.97 | 5.5 |
| 2 | <i>Asclepias curassavica</i> | Calderona | 2 | 211 | 0.699 | 1.852 | 2.74 | 1.8 |
| 3 | <i>Commelina rufipes</i> | Bejuco tripa de pollo | 22 | 2316 | 7.692 | 3.704 | 5.21 | 5.5 |
| 4 | <i>Ipomoea triloba</i> | Ipomaea | 9 | 947 | 3.147 | 9.259 | 3.81 | 5.4 |
| 5 | <i>Ludwigia leptocarpa</i> | Berbená blanca | 2 | 211 | 0.699 | 1.852 | 3.43 | 2.0 |
| 6 | <i>Ludwigia palustris</i> | Amaranto | 3 | 316 | 1.049 | 3.704 | 2.74 | 2.5 |
| 7 | <i>Macroptilium atropurpureum</i> | Frijolillo | 11 | 1158 | 3.846 | 3.704 | 2.74 | 3.4 |
| 8 | <i>Megathyrus maximus</i> | Pasto tanzania | 40 | 4211 | 13.986 | 9.259 | 6.92 | 10.1 |
| 9 | <i>Momordica charantia</i> | Pepinillo amarillo | 4 | 421 | 1.399 | 3.704 | 4.80 | 3.3 |
| 10 | <i>Oplismenus hirtellus subsp. setarius</i> | Pasto huevero | 40 | 4211 | 13.986 | 5.556 | 5.98 | 8.5 |
| 11 | <i>Paspalum notatum</i> | Pasto estrella | 12 | 1263 | 4.196 | 3.704 | 6.86 | 4.9 |
| 12 | <i>Petiveria alliacea</i> | Ariscale patras | 9 | 947 | 3.147 | 5.556 | 6.31 | 5.0 |
| 13 | <i>Philodendron sagittifolium</i> | Colomo trepador | 63 | 6632 | 22.028 | 18.519 | 10.66 | 17.1 |
| 14 | <i>Ruellia blechum</i> | Blechum | 19 | 2000 | 6.643 | 3.704 | 2.74 | 4.4 |
| 15 | <i>Sagittaria lancifolia</i> | Lirio | 7 | 737 | 2.448 | 1.852 | 7.31 | 3.9 |
| 16 | <i>Sicyos laciniatus</i> | Chayotillo | 3 | 316 | 1.049 | 1.852 | 2.74 | 1.9 |
| 17 | <i>Sida glabra</i> | Guinar | 13 | 1368 | 4.545 | 11.111 | 5.38 | 7.0 |
| 18 | <i>Solanum citrinum</i> | Tomatillo espinoso | 1 | 105 | 0.350 | 1.852 | 5.49 | 2.6 |

| No. | Especie | Nombre Común | Densidad | Densidad (Ind/ha) | Dr | Fr | DR | IVIE % |
|--------------|------------------------|-------------------|------------|-------------------|------------|------------|------------|------------|
| 19 | <i>Urochloa mutica</i> | <i>Pasto pará</i> | 14 | 1474 | 4.895 | 1.852 | 9.14 | 5.3 |
| TOTAL | | | 286 | 30105 | 100 | 100 | 100 | 100 |

Dr= Densidad Relativa; FR= Frecuencia Relativa; DR= Dominancia Relativa; IVIE= Índice de Valor de Importancia Ecológica

De acuerdo con los resultados presentados en la tabla anterior, se observa que las especies mayor representadas en este estrato son: *Philodendron sagittifolium* el cual presentó un IVIE del 17.1% y *Megathyrus maximus* con 10.1%, es decir, estas especies definen en gran proporción al estrato herbáceo de la vegetación.



Gráfica 16. Valores de importancia ecológica obtenidos en las especies del estrato herbáceo.

*** TULAR (VT).**

Con el muestreo realizado el registro de flora fue de **15 especies** en donde se comprenden dos estratos, esto para la vegetación muestreada de Tular, mismas que se presentan en la lista siguiente:

Tabla 87. Listado de especies de flora registradas en el muestreo en el tipo de vegetación VT del SAR.

| NO. | NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN | NOM 059 | CITES | ENDEMISMO |
|------------------|-----------------------------------|----------------------|-------------|-------------|-------------|
| Arbustivo | | | | | |
| 1 | <i>Ricinus communis</i> | Higuerilla resinus | No incluida | No incluida | Exótico |
| 2 | <i>Mimosa polyantha</i> | Uña de gato | No incluida | No incluida | No incluida |
| 3 | <i>Cissus microcarpa</i> | Bejuco tripa de vaca | No incluida | No incluida | No incluida |
| Herbáceo | | | | | |
| 1 | <i>Ipomoea triloba</i> | Ipomoea | No incluida | No incluida | No incluida |
| 2 | <i>Megathyrsus maximus</i> | Pasto tanzania | No incluida | No incluida | Exótica |
| 3 | <i>Momordica charantia</i> | Pepinillo amarillo | No incluida | No incluida | Exótica |
| 4 | <i>Paspalum notatum</i> | Pasto estrella | No incluida | No incluida | No incluida |
| 5 | <i>Typha domingensis</i> | Tule | No incluida | No incluida | Endémica |
| 6 | <i>Urochloa mutica</i> | Pasto pará | No incluida | No incluida | Endémica |
| 7 | <i>Sagittaria lancifolia</i> | Lirio | No incluida | No incluida | No incluida |
| 8 | <i>Cyperus articulatus</i> | Coquillo | No incluida | No incluida | No incluida |
| 9 | <i>Ludwigia leptocarpa</i> | Berbená blanca | No incluida | No incluida | No incluida |
| 10 | <i>Solanum citrinum</i> | Tomatillo espinoso | No incluida | No incluida | No incluida |
| 11 | <i>Philodendron sagittifolium</i> | Colomo trepador | No incluida | No incluida | No incluida |
| 12 | <i>Macroptilium atropurpureum</i> | Frijolillo | No incluida | No incluida | No incluida |

Estrato arbustivo

Para este estrato se registraron un total de 16 individuos distribuidos en 3 especies.

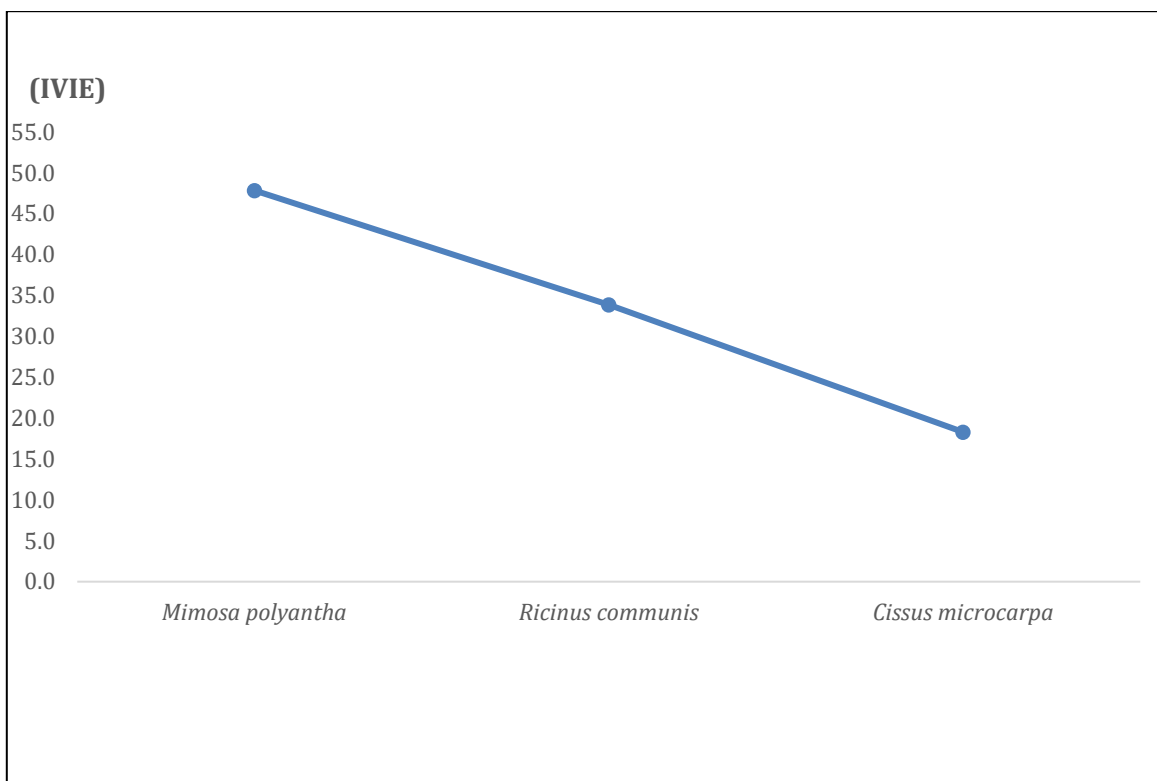
Tabla 88. Valores de importancia ecológica para las especies registradas en la vegetación de VT en el SAR.

| No. | Especie | Nombre Común | Densidad | Densidad (Ind/ha) | Dr | Fr | DR | IVIE % |
|--------------|--------------------------|----------------------|-----------|-------------------|------------|----------------|------------|------------|
| 1 | <i>Ricinus communis</i> | Higuerilla resinus | 5 | 63 | 31.250 | 37.500 | 32.80 | 33.8 |
| 2 | <i>Mimosa polyantha</i> | Uña de gato | 9 | 113 | 56.250 | 37.500 | 49.80 | 47.9 |
| 3 | <i>Cissus microcarpa</i> | Bejuco tripa de vaca | 2 | 25 | 12.500 | 25.000 | 17.40 | 18.3 |
| TOTAL | | | 16 | 200 | 100 | 100.000 | 100 | 100 |

Dr= Densidad Relativa; **FR=** Frecuencia Relativa; **DR=** Dominancia Relativa; **IVIE=** Índice de Valor de Importancia Ecológica

Las especies representadas en este estrato son: *Mimosa polyantha* con un IVIE de 47.9 % y *Ricinus communis* con 33.8 y finalmente *Cissus microcarpa* con un 18.3 %, siendo así las especies que componen la estructura arbustiva del tipo de vegetación de Tular.

Para una mejor interpretación de los datos, a continuación, se presenta la siguiente gráfica.



Gráfica 17. Valores de importancia ecológica obtenidos en las especies del estrato arbustivo de VT.

Estrato herbáceo

Para este estrato se registraron 497 individuos distribuidos en 12 especies, a continuación, se presentan los cálculos del IVIE%.

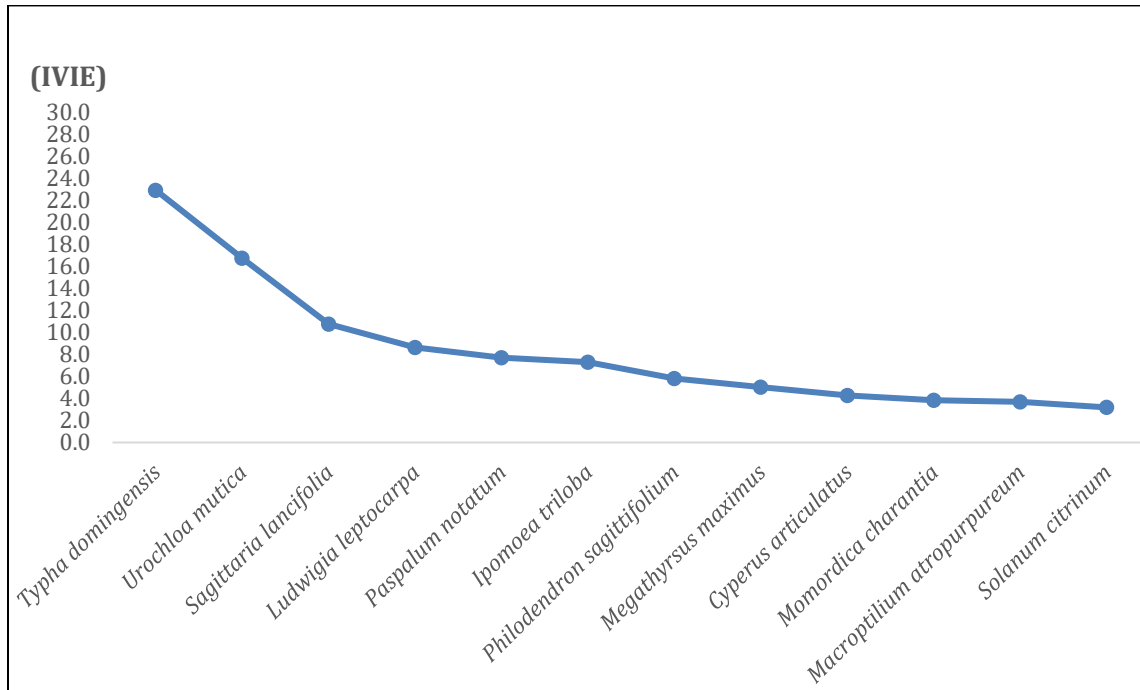
Tabla 89. Valores de importancia ecológica para las especies registradas en la vegetación VT, estrato herbáceo.

| No. | Especie | Nombre Común | Densidad | Densidad (Ind/ha) | Dr | Fr | DR | IVIE % |
|--------------|-----------------------------------|--------------------|------------|-------------------|------------|------------|------------|------------|
| 1 | <i>Ipomoea triloba</i> | Ipomaea | 19 | 4750 | 3.823 | 10.638 | 7.44 | 7.3 |
| 2 | <i>Megathyrsus maximus</i> | Pasto tanzania | 6 | 1500 | 1.207 | 4.255 | 9.67 | 5.0 |
| 3 | <i>Momordica charantia</i> | Pepinillo amarillo | 5 | 1250 | 1.006 | 4.255 | 6.28 | 3.8 |
| 4 | <i>Paspalum notatum</i> | Pasto estrella | 27 | 6750 | 5.433 | 6.383 | 11.36 | 7.7 |
| 5 | <i>Typha domingensis</i> | Tule | 184 | 46000 | 37.022 | 17.021 | 14.80 | 22.9 |
| 6 | <i>Urochloa mutica</i> | Pasto pará | 124 | 31000 | 24.950 | 14.894 | 10.42 | 16.8 |
| 7 | <i>Sagittaria lancifolia</i> | Lirio | 60 | 15000 | 12.072 | 14.894 | 5.34 | 10.8 |
| 8 | <i>Cyperus articulatus</i> | Coquillo | 10 | 2500 | 2.012 | 4.255 | 6.57 | 4.3 |
| 9 | <i>Ludwigia leptocarpa</i> | Berbena blanca | 45 | 11250 | 9.054 | 10.638 | 6.21 | 8.6 |
| 10 | <i>Solanum citrinum</i> | Tomatillo espinoso | 4 | 1000 | 0.805 | 4.255 | 4.51 | 3.2 |
| 11 | <i>Philodendron sagittifolium</i> | Colomo trepador | 8 | 2000 | 1.610 | 4.255 | 11.60 | 5.8 |
| 12 | <i>Macroptilium atropurpureum</i> | Frijolillo | 5 | 1250 | 1.006 | 4.255 | 5.80 | 3.7 |
| TOTAL | | | 497 | 124250 | 100 | 100 | 100 | 100 |

Dr= Densidad Relativa; FR= Frecuencia Relativa; DR= Dominancia Relativa; IVIE= Índice de Valor de Importancia Ecológica

De acuerdo con los resultados presentados en la tabla anterior, se observa que las especies mayor representadas en este estrato son: *Typha domingensis* la cual presentó un IVIE del 22.9%, *Urochloa mutica* con 16.8% y *Sagittaria lancifolia* con 10.8 %, es decir, estas especies definen en gran proporción al estrato herbáceo de la vegetación de Tular.

Para una mejor interpretación de los datos, a continuación, se presenta la siguiente gráfica.



Gráfica 18. Valores de importancia ecológica obtenidos en las especies de VT del estrato herbáceo.

Otros tipos de vegetación en el sistema ambiental regional (SAR).

Adicionalmente a los tipos de vegetación que serán afectados por el desarrollo del proyecto (SBC y VT), se realizaron sitios de muestreo en diferentes tipos de vegetación para conocer las especies presentes en el SAR, encontrando lo siguiente:

* **Selva Mediana Subcaducifolia**

Se desarrolla en regiones cálidas subhúmedas con lluvias en verano, la precipitación anual oscila entre 1 000 y 1 250 mm y la temperatura media anual es de 25.9 a 26.6°C, con una temporada seca muy bien definida y prolongada. Los climas en los que prospera son los Am más secos y preferentemente los Aw. Se localiza entre los 150 y 1 250m de altitud. El material parental que sustenta a este tipo de vegetación está constituido por rocas basálticas o graníticas y afloramientos de calizas que dan origen a suelos oscuros, muy someros, con abundantes rocas o bien en suelos grisáceos arenosos y profundos. Los valores de pH son francamente ácidos o cercanos a la neutralidad, aunque sin llegar a 7.

Este tipo de selva presenta en las zonas de su máximo desarrollo árboles cuya altura máxima oscila entre 25 y 30m. La densidad de los árboles es mucho menor que la de las selvas altas perennifolias y subperennifolias; sin embargo, a mitad de la temporada de lluvias, en la época de mayor desarrollo de follaje, la cobertura puede ser lo suficientemente densa para disminuir fuertemente la incidencia de la luz solar en el suelo. Especies importantes en este tipo de selva son: *Hymenaea courbaril* (guapinol, capomo), *Hura polyandra* (jabillo, habillo), *Brosimum alicastrum* (ox, ramón, capomo, ojoche), *Lysiloma latisiliquum*, *Enterolobium cyclocarpum* (pich, parota, orejón), *Piscidia piscipula* (habin), *Bursera simaruba* (chaka, palo mulato), *Agave* sp. (ki), *Vitex gaumeri* (yaaxnik), *Ficus* spp. (amate), *Aphananthe monoica*, *Astronium graveolens*, *Bernoullia flammea*, *Sideroxylon cartilagineum*, *Bursera arborea*, *Calophyllum brasiliense*, *Cordia alliodora*, *C. elaeagnoides*, *Tabebuia donnellsmithii*, *Dendropanax arboreus*, *Ficus cotinifolia*, *F. obtusifolia*, *F. maxima*, *Luehea candida*, *Lysiloma divaricatum*, *Sideroxylon capiri*, *Attalea cohune*, *Swietenia humilis*, *Tabebuia impetiginosa*, *T. rosea*, *Acacia polyphylla*, *Apoplanesia paniculata*, *Trichospermum mexicanum*, *Bursera excelsa*, *Jacaratia mexicana*, *Ceiba aesculifolia*, *Coccoloba barbadensis*, *Cordia seleriana*, *Croton draco*, *Cupania glabra*, *Esenbeckia berlandieri*, *Eugenia michoacanensis*, *Euphorbia fulva*, *Exothea paniculata*, *Forchhammeria pallida*, *Inga laurina*, *Jatropha peltata*, *Plumeria rubra*, *Psidium sartorianum*, *Swartzia simplex*, *Licania arborea*, *Haematoxylum campechianum*, *Annona purpurea*, *Lonchocarpus lanceolatus*, *Diospyros digyna*, *Pithecellobium dulce*, *P. lanceolatum*, *Annona reticulata*, *Gyrocarpus jatrophifolius*, *Sideroxylon persimile*, *Godmania aesculifolia*, *Manilkara zapota*, *Vitex mollis*, *Calycophyllum candidissimum*, *Pterocarpus acapulcensis*, *Lafoensia puniceifolia*, *Andira inermis*, *Morisonia americana*, *Homalium trichostemon*, *Poeppigia procera*, *Tabebuia impetiginosa*, *Couepia polyandra*, *Erythroxylum areolatum*, *Dalbergia granadillo*, *Hauya elegans* (yoá); *Ficus crocata* (amate), *Platymiscium dimorphandrum* (hormiguillo), *Guettarda combsii* (palo de tapón de pumpo), *Wimmeria bartlettii* (hoja menuda de montaña), *Ulmus mexicana*, *Maclura tinctoria* y *Myroxylon balsamum*, *Ceiba pentandra*, *Sideroxylon foetidissimum*, *Caesalpinia gaumeri*, *Cedrela odorata*, *Alseis yucatanensis*, *Spondias mombin*, *Pseudobombax ellipticum*, *Astronium graveolens*, y *Vitex hemsleyi*.

Para este tipo de vegetación se realizaron un total de 3 sitios de muestreo los cuales nos arrojan los siguientes datos:

Estrato Arbóreo

Tabla 90. Número de individuos y abundancia relativa del estrato arbóreo en el tipo de vegetación selva mediana subcaducifolia en el SAR.

| NO. | NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN | ABUNDANCIA (INDIVIDUOS/HA.) | ABUNDANCIA RELATIVA (ABR) |
|-----|--------------------------------|-------------------|-----------------------------|---------------------------|
| 1 | <i>Acacia cornigera</i> | Cornezuelo | 30 | 2.4 |
| 2 | <i>Achatocarpus nigricans</i> | Árbol del peine | 7 | 0.6 |
| 3 | <i>Acrocomia aculeata</i> | Cocoyul | 15 | 1.2 |
| 4 | <i>Alchornea latifolia</i> | Achiotillo | 22 | 1.8 |
| 5 | <i>Calophyllum brasiliense</i> | Brasil | 178 | 14.5 |
| 6 | <i>Ceiba pentandra</i> | Ceiba | 7 | 0.6 |
| 7 | <i>Coccoloba barbadensis</i> | Roble de la costa | 304 | 24.8 |
| 8 | <i>Cojoba arborea</i> | Aguacillo | 22 | 1.8 |
| 9 | <i>Crateva tapia</i> | Manzana de playa | 30 | 2.4 |
| 10 | <i>Daphnopsis americana</i> | Cuero de toro | 59 | 4.8 |
| 11 | <i>Erythrina folkersii</i> | Colorin | 7 | 0.6 |
| 12 | <i>Ficus aurea</i> | Higuerón | 7 | 0.6 |

| NO. | NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN | ABUNDANCIA (INDIVIDUOS/HA.) | ABUNDANCIA RELATIVA (ABR) |
|--------------|------------------------------------|---------------------|-----------------------------|---------------------------|
| 13 | <i>Ficus insipida</i> | Higuera blanca | 59 | 4.8 |
| 14 | <i>Guarea glabra</i> | Bejuco blanco | 15 | 1.2 |
| 15 | <i>Guazuma ulmifolia</i> | Bellota de cuaulote | 37 | 3.0 |
| 16 | <i>Lonchocarpus punctatus</i> | Baal che' | 15 | 1.2 |
| 17 | <i>Nectandra reticulata</i> | Laurel | 96 | 7.9 |
| 18 | <i>Parmentiera aculeata</i> | Cuachilote | 81 | 6.7 |
| 19 | <i>Pithecellobium lanceolatum</i> | Conchil | 37 | 3.0 |
| 20 | <i>Spondias mombin</i> | Jobo | 7 | 0.6 |
| 21 | <i>Stemmadenia donnell-smithii</i> | Huevos de caballo | 37 | 3.0 |
| 22 | <i>Tabebuia rosea</i> | Apamate rosa | 89 | 7.3 |
| 23 | <i>Xylosma panamensis</i> | Brujo | 7 | 0.6 |
| 24 | <i>Zanthoxylum caribaeum</i> | Chichón | 30 | 2.4 |
| 25 | <i>Zanthoxylum melanostictum</i> | Rabo de lagarto | 22 | 1.8 |
| TOTAL | | | 1,222 | 100.00 % |

Con un total de 25 especies identificadas y 1,222 individuos/ha en el estrato arbóreo, se le atribuye como la especie más abundante a *Coccoloba barbadensis* con 304 individuos/ha, la cual representa el 24.8% de la comunidad arbórea, mientras que el resto de las especies por si solas presentan una abundancia relativa menor a 14.00%: siendo las especies menos abundantes del estrato *Achatocarpus nigricans* con 7 ind/ha (0.6%), *Erythrina folkersii* con 7 ind/ha (0.06%), *Ficus aurea* con 7 ind/ha (0.06%), entre otras.

La especie *Coccoloba barbadensis*, es un árbol que alcanza un tamaño de hasta 18 m de altura. El tronco es corto y recto, del que nacen muchas ramas colgantes, es de copa redonda, y densa. Las hojas están colocadas en espiral y miden de 10 a 20 cm de largo y 3.5 a 5.5 de ancho. Los grupos de flores se encuentran en espigas terminales rojas o color crema verdoso. El fruto es ovoide, con una semilla.

Estrato Arbustivo

Tabla 91. Número de individuos y abundancia relativa del estrato arbustivo en el tipo de vegetación selva mediana subcaducifolia en el SAR.

| NO. | NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN | ABUNDANCIA (INDIVIDUOS/HA.) | ABUNDANCIA RELATIVA (ABR) |
|--------------|--------------------------------|----------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| 1 | <i>Amphilophium crucigerum</i> | Bejuco de agua | 167 | 12.5 |
| 2 | <i>Aristolochia maxima</i> | Bejuco corchoso | 100 | 7.5 |
| 3 | <i>Cissus microcarpa</i> | Bejuco tripa de vaca | 67 | 5.0 |
| 4 | <i>Dalbergia brownei</i> | Bejuco pata de perico | 33 | 2.5 |
| 5 | <i>Malvaviscus arboreus</i> | Obelisco de cerro | 67 | 5.0 |
| 6 | <i>Mimosa albida</i> | Sierrilla pata de cabra | 33 | 2.5 |
| 7 | <i>Pisonia aculeata</i> | Chorumo colmillo de puerco | 33 | 2.5 |
| 8 | <i>Psychotria brachiata</i> | Clucia hoja de canela | 67 | 5.0 |
| 9 | <i>Serjania brachycarpa</i> | Bejuco sergiana | 167 | 12.5 |
| 10 | <i>Smilax bona-nox</i> | Bejuco alambre | 600 | 45.0 |
| TOTAL | | | 1,333 | 100.00 % |

Las condiciones climáticas del SAR benefician al desarrollo de plantas tolerantes a las fluctuaciones extremas de precipitación, humedad y temperatura, tal es el caso de las plantas clasificadas como arbustos, la cuales tienden a desarrollarse en este tipo de clima, por ello, en el SAR, en comparación a las identificadas en el estrato arbóreo se presenta una menor diversidad de especies un total 10 y una abundancia total de 1,333 individuos/ha. En este estrato la especie más abundante es *Smilax bona-nox* con 600 ind/ha registrados (45.0 %), seguida de *Amphilophium crucigerum* y *Serjania brachycarpa* con 167 individuos/ha (12.50 %), en conjunto estas especies representan el 70.0 % de la abundancia relativa total del estrato, por lo que se consideran las especies dominantes del estrato. Las especies restantes poseen una abundancia relativa por debajo del 7.0 % cada una, siendo el valor más bajo del estrato de 2.5 % que corresponde a una abundancia de 33 ind/ha, por parte de la especie *Dalbergia brownei*.

Smilax bona-nox, es una una vid rizomatosa con tallos trepadores y ramificados que crecen hasta 8 metros de largo. Muchas de las ramas están cubiertas de espinas de hasta 9 milímetros de largo. Las hojas perennes son de color verde pálido, a veces con manchas blancas, y son de forma variable. La inflorescencia es una umbela de hasta 15 o más flores de color verde pálido.

Estrato Herbáceo

Tabla 92. Número de individuos y abundancia relativa del estrato herbáceo en el tipo de vegetación selva mediana subcaducifolia en el SAR.

| NO. | NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN | ABUNDANCIA (INDIVIDUOS/HA.) | ABUNDANCIA RELATIVA (ABR) |
|--------------|-----------------------------------|-----------------|-----------------------------|---------------------------|
| 1 | <i>Cyperus articulatus</i> | Coquillo | 3333 | 6.2 |
| 2 | <i>Dicliptera peduncularis</i> | Maleza de lomas | 12667 | 23.5 |
| 3 | <i>Ipomoea triloba</i> | Ipomaea | 1333 | 2.5 |
| 4 | <i>Orthrosanthus exsertus</i> | Cintilla | 4000 | 7.4 |
| 5 | <i>Philodendron sagittifolium</i> | Colomo trepador | 32667 | 60.5 |
| TOTAL | | | 54,000 | 100.00 % |

De acuerdo a la tabla anterior, las especies del estrato herbáceo, en su mayoría anuales y temporales, presenta un total de 5 especies, siendo el estrato con el menor número de especies identificadas en los sitios de muestreo de flora del SAR, y un total de 54,000 individuos/ha. En este grupo florístico se observa que la especie *Philodendron sagittifolium* es la más abundante del estrato con 32,667 individuos/ha, constituyendo el 60.5 % de la abundancia relativa total del estrato, mientras que las otras especies poseen una abundancia relativa menor a 23.5 %, siendo el valor más bajo percibido de 2.50 % que corresponde a 1,333 ind/ha, esto por parte la especie *Ipomoea triloba*.

La especie *Philodendron sagittifolium* tiene una forma de vida parecida a una hierba la mayoría del tiempo, esta especie es capaz de trepar sobre otras plantas, o subir los troncos de otro árbol con la ayuda de raíces aéreas.

* **Vegetación de Dunas costeras (VU)**

Comunidad vegetal que se establece a lo largo de las costas, se caracteriza por plantas pequeñas y suculentas. Las especies que la forman juegan un papel importante como pioneras y fijadoras de arena, evitando con ello que sean arrastradas por el viento y el oleaje. Algunas de las especies que se pueden encontrar son nopal (*Opuntia dillenii*), riñonina (*Ipomoea pescaprae*), alfombrilla (*Abronia maritima*), (*Croton spp.*), verdolaga (*Sesuvium portulacastrum*), etcétera.

También se pueden encontrar algunas leñosas y gramíneas como el uvero (*Coccoloba uvifera*), pepe (*Chrysobalanus icaco*), cruceto (*Randia sp.*), espino blanco (*Acacia sphaerocephala*), mezquite (*Prosopis juliflora*), zacate salado (*Distichlis spicata*), zacate (*Sporobolus sp.*) entre otros.

Para este tipo de vegetación se realizaron dos sitios de muestreo los cuales nos arrojan los siguientes datos:

Estrato Arbóreo

Tabla 93. Número de individuos y abundancia relativa del estrato arbóreo en el tipo de vegetación de Dunas costeras (VU) en el SAR.

| NO. | NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN | ABUNDANCIA (INDIVIDUOS/HA.) | ABUNDANCIA RELATIVA (ABR) |
|--------------|--------------------------|---------------|-----------------------------|---------------------------|
| 1 | <i>Glericidia sepium</i> | Cacahuananche | 22 | 100 % |
| Total | | | 22 | 100 % |

Para los sitios de muestreo realizados para este tipo de vegetación la información levantada en campo registro únicamente la especie *Glericidia sepium* con un total de 22 ind/ha (100 %) ya que las principales especies que caracterizan este tipo de vegetación en su mayoría son arbustos y muy pocas especies arbóreas y herbáceas.

Glericidia sepium, es un árbol pequeño o mediano, que alcanza un tamaño de 10 a 12 metros de altura. La corteza es lisa y su color puede variar desde un gris blanquecino a un profundo color marrón-rojizo.

Estrato Arbustivo

Tabla 94. Número de individuos y abundancia relativa del estrato arbustivo en el tipo de vegetación de Dunas costeras (VU) en el SAR.

| NO. | NOMBRE COMÚN | NOMBRE CIENTÍFICO | ABUNDANCIA (INDIVIDUOS/HA.) | ABUNDANCIA RELATIVA (ABR) |
|--------------|--------------|------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| 1 | Nopal | <i>Opuntia stricta</i> | 700 | 87.5 |
| 2 | Crucetilla | <i>Randia nelsonii</i> | 100 | 12.5 |
| Total | | | 800 | 100 % |

De acuerdo a la tabla anterior, las especies del estrato arbustivo, presenta un total de 2 especies, y un total de 1,600 individuos/ha. En este grupo florístico se observa que la especie *Opuntia stricta* es la más abundante del estrato con 700 individuos/ha, constituyendo el 87.5 % de la abundancia relativa total del estrato, mientras que *Randia nelsonii* posee una abundancia relativa de 12.5 %, que corresponde a 100 ind/ha.

Opuntia stricta, mejor conocido como el nopal tunero costero, es una especie fanerógama perteneciente a la familia Cactaceae. Está incluido en la lista 100 de las especies exóticas invasoras más dañinas del mundo de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.

Estrato Herbáceo

Tabla 95. Número de individuos y abundancia relativa del estrato herbáceo en el tipo de vegetación de Dunas costeras (VU) en el SAR.

| NO. | NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN | ABUNDANCIA (INDIVIDUOS/HA.) | ABUNDANCIA RELATIVA (ABR) |
|--------------|------------------------------|------------------|-----------------------------|---------------------------|
| 1 | <i>Euphorbia capitellata</i> | Golondrina | 11000 | 12.9 |
| 2 | <i>Festuca glauca</i> | Pasto festuca | 35000 | 41.2 |
| 3 | <i>Martynia annua</i> | Uña de gato | 2000 | 2.4 |
| 4 | <i>Megathyrsus maximus</i> | Pasto tanzania | 11000 | 12.9 |
| 5 | <i>Paspalum notatum</i> | Pasto estrella | 22000 | 25.9 |
| 6 | <i>Porophyllum punctatum</i> | Hierba de venado | 1000 | 1.2 |
| 7 | <i>Sida glabra</i> | Guinar | 3000 | 3.5 |
| Total | | | 85,000 | 100 % |

La información obtenida en campo para este tipo de vegetación únicamente registro una especie para el estrato herbáceo la cual es *Festuca glauca* con un total de 35,000 individuos/ha representa el 41.2 % de la población para el estrato herbáceo.

Festuca glauca, es una planta densamente cespitosa, con una capa de cera muy fina (pruina) encima de las hojas, que le da un aspecto glauco. Inflorescencia de unos 5 cm, de aspecto plateado, con espigas glabras o pilosas. La parte central de cada mata puede secarse después de dos o cuatro años, sobre todo si los veranos han sido muy secos, pero se renueva fácilmente con una siega. Es de implantación fácil.

IV.2.3.1.4.4.3. Resultados y análisis para el área del proyecto (AP)

- * **Resultados del muestreo**
- * **SELVA BAJA CADUCIFOLIA (SBC).**

Con el muestreo realizado el registro de flora fue de **39 especies** en donde se comprenden los tres estratos, esto para la vegetación muestreada de Selva baja caducifolia, mismas que se presentan en la lista siguiente:

Tabla 96. Listado de especies de flora registradas en el muestreo del área del proyecto.

| NO. | NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN | NOM 059 | CITES | ENDEMISMO |
|------------------|------------------------------------|--------------------------|-------------|-------------|-----------|
| Árboreo | | | | | |
| 1 | <i>Acacia cornigera</i> | Cornezuelo | No incluida | No incluida | |
| 2 | <i>Bursera simaruba</i> | Palo mulato | No incluida | No incluida | |
| 3 | <i>Coccoloba barbadensis</i> | Roble de la costa | No incluida | No incluida | |
| 4 | <i>Cordia megalantha</i> | Nopo | No incluida | No incluida | |
| 5 | <i>Crescentia cujete</i> | Tecomate | No incluida | No incluida | Endémica |
| 6 | <i>Daphnopsis americana</i> | Cuero de toro | No incluida | No incluida | |
| 7 | <i>Ehretia tinifolia</i> | Mandimbo | No incluida | No incluida | Endémica |
| 8 | <i>Gliricidia sepium</i> | Cacahuananche | No incluida | No incluida | Endémica |
| 9 | <i>Guazuma ulmifolia</i> | Bellota de cuauote | No incluida | No incluida | Endémica |
| 10 | <i>Maclura tinctoria</i> | Mora de clavo | No incluida | No incluida | |
| 11 | <i>Parmentiera aculeata</i> | Cuachilote | No incluida | No incluida | Endémica |
| 12 | <i>Pithecellobium lanceolatum</i> | Conchil | No incluida | No incluida | |
| 13 | <i>Spondias mombin</i> | Jobo | No incluida | No incluida | Endémica |
| 14 | <i>Stemmadenia donnell-smithii</i> | Huevos de caballo | No incluida | No incluida | |
| 15 | <i>Tabebuia rosea</i> | Apamate rosa | No incluida | No incluida | |
| 16 | <i>Xylosma panamensis</i> | Brujo | No incluida | No incluida | |
| Arbustivo | | | | | |
| 1 | <i>Acacia farnesiana</i> | Huizache | No incluida | No incluida | Endémica |
| 2 | <i>Aristolochia maxima</i> | Bejuco corchoso | No incluida | No incluida | |
| 3 | <i>Bonellia macrocarpa</i> | Amole | No incluida | No incluida | |
| 4 | <i>Cissus microcarpa</i> | Bejuco tripa de vaca | No incluida | No incluida | |
| 5 | <i>Dalbergia brownei</i> | Bejuco pata de perico | No incluida | No incluida | |
| 6 | <i>Lantana achyranthifolia</i> | Mora jarocho | No incluida | No incluida | |
| 7 | <i>Lasiacis divaricata</i> | Otatillo | No incluida | No incluida | |
| 8 | <i>Malvaviscus arboreus</i> | Obelisco de cerro | No incluida | No incluida | Endémica |
| 9 | <i>Mimosa dormiens</i> | Mimosa jarocho | No incluida | No incluida | |
| 10 | <i>Mimosa polyantha</i> | Uña de gato | No incluida | No incluida | |
| 11 | <i>Paullinia fuscescens</i> | Bejuco corona | No incluida | No incluida | |
| 12 | <i>Prunus serotina var. Capuli</i> | Arayancillo capulincillo | No incluida | No incluida | |
| 13 | <i>Randia aculeata</i> | Crucillo | No incluida | No incluida | |
| 14 | <i>Rauvolfia tetraphylla</i> | Sarna de perro | No incluida | No incluida | |
| 15 | <i>Senna obtusifolia</i> | Cassia | No incluida | No incluida | Endémica |
| 16 | <i>Smilax bona-nox</i> | Bejuco alambre | No incluida | No incluida | Endémica |
| 17 | <i>Solanum wrightii</i> | Tomatillo | No incluida | No incluida | |
| Herbáceo | | | | | |
| 1 | <i>Megathyrsus maximus</i> | Pasto tanzania | No incluida | No incluida | Exótica |
| 2 | <i>Philodendron sagittifolium</i> | Colomo trepador | No incluida | No incluida | |
| 3 | <i>Ruellia blechum</i> | Blechum | No incluida | No incluida | |
| 4 | <i>Sicyos laciniatus</i> | Chayotillo | No incluida | No incluida | |

| NO. | NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN | NOM 059 | CITES | ENDEMISSMO |
|-----|------------------------|--------------|-------------|-------------|------------|
| 5 | <i>Sida glabra</i> | Guinar | No incluida | No incluida | |
| 6 | <i>Urochloa mutica</i> | Pasto pará | No incluida | No incluida | Endémica |

A continuación, se muestran los valores de abundancia y abundancia relativa obtenidos del muestreo en campo por estrato para la vegetación de Selva baja caducifolia.

Estrato arbóreo

Para este estrato se realizaron 19 sitios de muestreo en donde se registraron un total de 366 individuos distribuidos en 16 especies, de las cuales ninguna se encuentra enlistada en alguna categoría de riesgo de acuerdo con la **NOM-059-SEMARNAT-2010**.

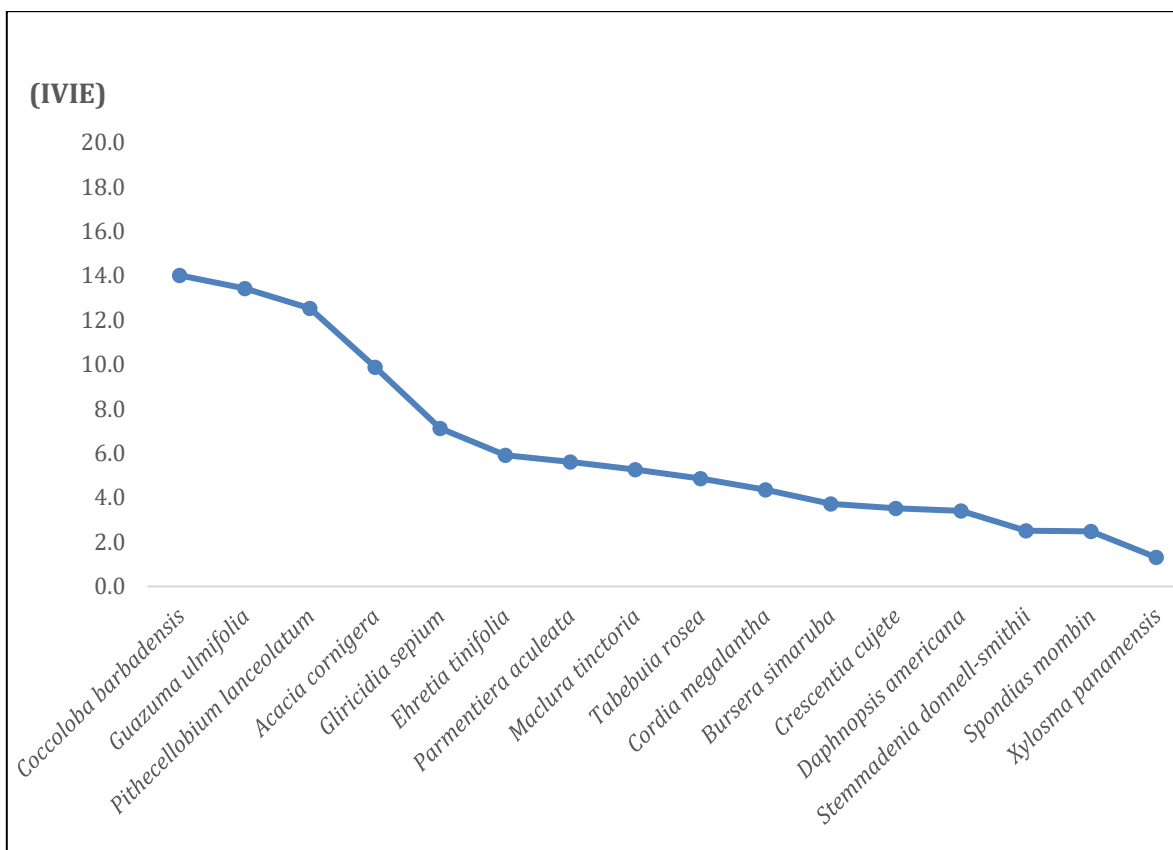
Tabla 97. Valores de importancia ecológica para las especies registradas en la SBC, estrato arbóreo del AP.

| No. | Especie | Nombre Común | Densidad | Densidad (Ind/ha) | Dr | Fr | DR | IVIE % |
|--------------|------------------------------------|---------------------|------------|-------------------|------------|------------|------------|------------|
| 1 | <i>Acacia cornigera</i> | Cornezuelo | 53 | 56 | 14.48 1 | 12.39 7 | 2.75 | 9.9 |
| 2 | <i>Bursera simaruba</i> | Palo mulato | 3 | 3 | 0.820 | 1.653 | 8.71 | 3.7 |
| 3 | <i>Coccoloba barbadensis</i> | Roble de la costa | 70 | 74 | 19.12 6 | 14.87 6 | 8.05 | 14.0 |
| 4 | <i>Cordia megalantha</i> | Nopo | 8 | 8 | 2.186 | 4.132 | 6.76 | 4.4 |
| 5 | <i>Crescentia cujete</i> | Tecomate | 3 | 3 | 0.820 | 2.479 | 7.29 | 3.5 |
| 6 | <i>Daphnopsis americana</i> | Cuero de toro | 10 | 11 | 2.732 | 4.959 | 2.54 | 3.4 |
| 7 | <i>Ehretia tinifolia</i> | Mandimbo | 15 | 16 | 4.098 | 5.785 | 7.88 | 5.9 |
| 8 | <i>Gliricidia sepium</i> | Cacahuananche | 37 | 39 | 10.10 9 | 4.132 | 7.16 | 7.1 |
| 9 | <i>Guazuma ulmifolia</i> | Bellota de cuaulote | 72 | 76 | 19.67 2 | 13.22 3 | 7.38 | 13.4 |
| 10 | <i>Maclura tinctoria</i> | Mora de clavo | 6 | 6 | 1.639 | 3.306 | 10.8 5 | 5.3 |
| 11 | <i>Parmentiera aculeata</i> | Cuachilote | 14 | 15 | 3.825 | 8.264 | 4.76 | 5.6 |
| 12 | <i>Pithecellobium lanceolatum</i> | Conchil | 53 | 56 | 14.48 1 | 14.05 0 | 9.07 | 12.5 |
| 13 | <i>Spondias mombin</i> | Jobo | 2 | 2 | 0.546 | 1.653 | 5.26 | 2.5 |
| 14 | <i>Stemmadenia donnell-smithii</i> | Huevos de caballo | 8 | 8 | 2.186 | 3.306 | 2.06 | 2.5 |
| 15 | <i>Tabebuia rosea</i> | Apamate rosa | 5 | 5 | 1.366 | 4.132 | 9.10 | 4.9 |
| 16 | <i>Xylosma panamensis</i> | Brujo | 7 | 7 | 1.913 | 1.653 | 0.37 | 1.3 |
| TOTAL | | | 366 | 385 | 100 | 100 | 100 | 100 |

Dr= Densidad Relativa; FR= Frecuencia Relativa; DR= Dominancia Relativa; IVIE= Índice de Valor de Importancia Ecológica

Con base en los resultados de los cálculos anteriores, se observa que la especie *Coccoloba barbadensis* es la mejor representada para este tipo de vegetación con un IVIE del 14.0 %, mientras que *Guazuma ulmifolia* con 13.4 % y *Pithecellobium lanceolatum* con el 12.5 % son las especies codominantes, es decir, en conjunto estas especies definen en gran proporción la estructura arbórea de SBC.

Para una mejor interpretación de los datos, se presenta a continuación la siguiente gráfica.



Gráfica 19. Valores de importancia ecológica obtenidos en las especies del área del proyecto del estrato arbóreo.

Estrato arbustivo

En este estrato se registraron 17 especies distribuidas en 337 individuos, las cuales ninguna se encuentra registrada en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

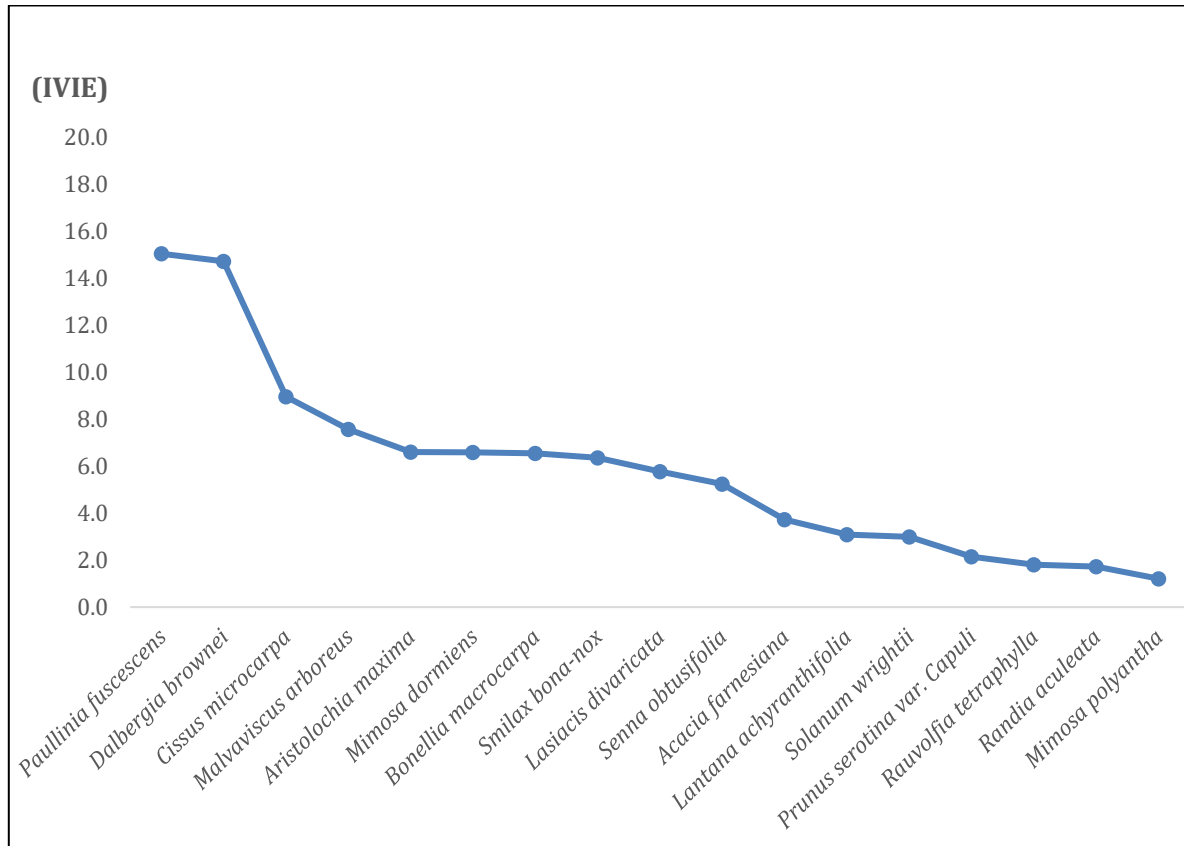
Tabla 98. Valores de importancia ecológica para las especies registradas en el estrato arbustivo en el área del proyecto.

| No. | Especie | Nombre Común | Densidad | Densidad (Ind/ha) | Dr | Fr | DR | IVIE % |
|--------------|------------------------------------|--------------------------|------------|-------------------|------------|------------|------------|------------|
| 1 | <i>Acacia farnesiana</i> | Huizache | 7 | 37 | 2.077 | 2.020 | 7.07 | 3.7 |
| 2 | <i>Aristolochia maxima</i> | Bejuco corchoso | 11 | 58 | 3.264 | 6.061 | 10.46 | 6.6 |
| 3 | <i>Bonellia macrocarpa</i> | Amole | 26 | 137 | 7.715 | 8.081 | 3.83 | 6.5 |
| 4 | <i>Cissus microcarpa</i> | Bejuco tripa de vaca | 17 | 89 | 5.045 | 7.071 | 14.72 | 8.9 |
| 5 | <i>Dalbergia brownei</i> | Bejuco pata de perico | 54 | 284 | 16.024 | 12.121 | 15.97 | 14.7 |
| 6 | <i>Lantana achyranthifolia</i> | Mora jarocha | 10 | 53 | 2.967 | 4.040 | 2.23 | 3.1 |
| 7 | <i>Lasiacis divaricata</i> | Otatillo | 44 | 232 | 13.056 | 4.040 | 0.21 | 5.8 |
| 8 | <i>Malvaviscus arboreus</i> | Obelisco de cerro | 41 | 216 | 12.166 | 8.081 | 2.46 | 7.6 |
| 9 | <i>Mimosa dormiens</i> | Mimosa jarocha | 29 | 153 | 8.605 | 7.071 | 4.08 | 6.6 |
| 10 | <i>Mimosa polyantha</i> | Uña de gato | 1 | 5 | 0.297 | 1.010 | 2.32 | 1.2 |
| 11 | <i>Paullinia fuscescens</i> | Bejuco corona | 35 | 184 | 10.386 | 15.152 | 19.56 | 15.0 |
| 12 | <i>Prunus serotina var. Capuli</i> | Arayancillo capulincillo | 8 | 42 | 2.374 | 3.030 | 1.03 | 2.1 |
| 13 | <i>Randia aculeata</i> | Crucillo | 3 | 16 | 0.890 | 3.030 | 1.27 | 1.7 |
| 14 | <i>Rauvolfia tetraphylla</i> | Sarna de perro | 5 | 26 | 1.484 | 3.030 | 0.90 | 1.8 |
| 15 | <i>Senna obtusifolia</i> | Cassia | 15 | 79 | 4.451 | 4.040 | 7.20 | 5.2 |
| 16 | <i>Smilax bona-nox</i> | Bejuco alambre | 17 | 89 | 5.045 | 8.081 | 5.93 | 6.4 |
| 17 | <i>Solanum wrightii</i> | Tomatillo | 14 | 74 | 4.154 | 4.040 | 0.77 | 3.0 |
| TOTAL | | | 337 | 1774 | 100 | 100 | 100 | 100 |

Dr= Densidad Relativa; FR= Frecuencia Relativa; DR= Dominancia Relativa; IVIE= Índice de Valor de Importancia Ecológica

De acuerdo con la tabla anterior se puede observar que las especies mejor representadas para este estrato son: *Paullinia fuscescens* con un IVIE del 15.0 %, *Dalbergia brownei* con 14.7, *Cissus microcarpa* con el 8.9 % y *Malvaviscus arboreus* con 7.6 %, es decir, estas especies son dominantes en cuanto a frecuencia y densidad en el área del proyecto.

Para una mejor interpretación de los datos, se presenta a continuación la siguiente gráfica.



Gráfica 20. Valores de importancia ecológica obtenidos en las especies del estrato arbustivo en el AP.

Estrato herbáceo

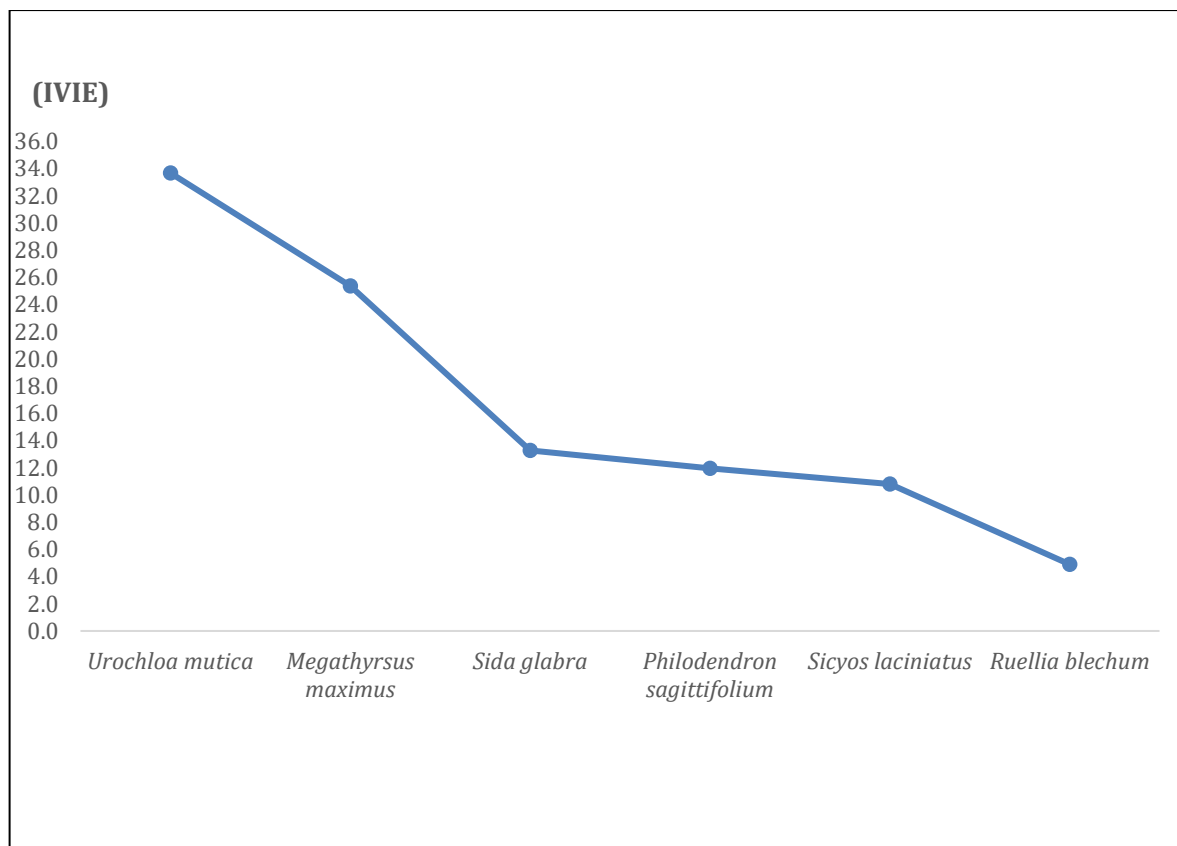
Para este estrato se registraron 240 individuos distribuidos en 6 especies, ninguna de ellas se encuentra listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla 99. Valores de importancia ecológica para las especies registradas en la vegetación del área de del proyecto.

| No. | Especie | Nombre Común | Densidad | Densidad (Ind/ha) | Dr | Fr | DR | IVIE % |
|--------------|-----------------------------------|------------------------|------------|-------------------|------------|------------|------------|------------|
| 1 | <i>Megathyrsus maximus</i> | <i>Pasto tanzania</i> | 72 | 7579 | 30.000 | 25.000 | 21.13 | 25.4 |
| 2 | <i>Philodendron sagittifolium</i> | <i>Colomo trepador</i> | 15 | 1579 | 6.250 | 12.500 | 17.10 | 12.0 |
| 3 | <i>Ruellia blechum</i> | <i>Blechum</i> | 4 | 421 | 1.667 | 6.250 | 6.79 | 4.9 |
| 4 | <i>Sicyos laciniatus</i> | <i>Chayotillo</i> | 10 | 1053 | 4.167 | 12.500 | 15.76 | 10.8 |
| 5 | <i>Sida glabra</i> | <i>Guinar</i> | 17 | 1789 | 7.083 | 15.625 | 17.10 | 13.3 |
| 6 | <i>Urochloa mutica</i> | <i>Pasto pará</i> | 122 | 12842 | 50.833 | 28.125 | 22.11 | 33.7 |
| TOTAL | | | 240 | 25263 | 100 | 100 | 100 | 100 |

Dr= Densidad Relativa; FR= Frecuencia Relativa; DR= Dominancia Relativa; IVIE= Índice de Valor de Importancia Ecológica

De acuerdo con los resultados presentados en la tabla anterior, se observa que las especies mayor representadas en este estrato son: *Urochloa mutica* el cual presentó un IVIE del 33.7 % y *Megathyrus maximus* con 25.4 %, es decir, estas especies definen en gran proporción al estrato herbáceo de la vegetación.



Gráfica 21. Valores de importancia ecológica obtenidos en las especies del estrato herbáceo del AP.

*** TULAR (VT).**

Con el muestreo realizado el registro de flora fue de **8 especies** en donde se comprenden los tres estratos, esto para la vegetación muestreada de Tular, mismas que se presentan en la lista siguiente:

Tabla 100. Listado de especies de flora registradas en el muestreo en el tipo de vegetación VT del área del proyecto.

| NO. | NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN | NOM 059 | CITES | ENDEMISMO |
|------------------|----------------------------|----------------------|-------------|-------------|-----------|
| Arbustivo | | | | | |
| 1 | <i>Ricinus communis</i> | Higuerilla resinus | No incluida | No incluida | Exótica |
| 2 | <i>Cissus microcarpa</i> | Bejuco tripa de vaca | No incluida | No incluida | |
| Herbáceo | | | | | |
| 1 | <i>Ipomoea triloba</i> | Ipomoea | No incluida | No incluida | |
| 2 | <i>Megathyrus maximus</i> | Pasto tanzania | No incluida | No incluida | Exótica |
| 3 | <i>Momordica charantia</i> | Pepinillo amarillo | No incluida | No incluida | Exótica |
| 4 | <i>Paspalum notatum</i> | Pasto estrella | No incluida | No incluida | |
| 5 | <i>Typha domingensis</i> | Tule | No incluida | No incluida | Endémica |
| 6 | <i>Urochloa mutica</i> | Pasto pará | No incluida | No incluida | Endémica |

Estrato arbustivo

Para este estrato se registraron un total de 10 individuos distribuidos en 2 especies.

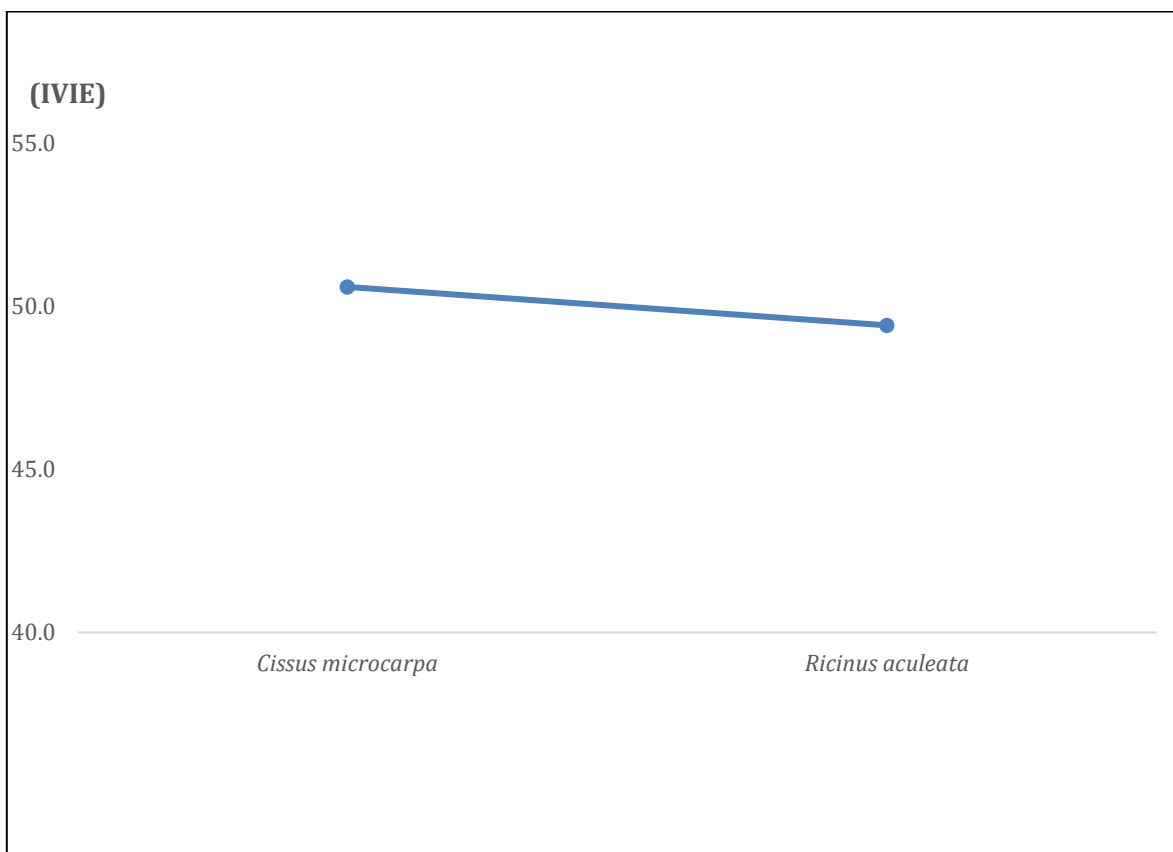
Tabla 101. Valores de importancia ecológica para las especies registradas en la vegetación de VT en el AP.

| No. | Especie | NOMBRE COMÚN | Densidad | Densidad (Ind/ha) | Dr | Fr | DR | IVIE % |
|-------|--------------------------|----------------------|----------|-------------------|------|------|-------|--------|
| 1 | <i>Ricinus communis</i> | Higuerilla resinus | 6 | 75 | 60.0 | 50.0 | 38.24 | 49.4 |
| 2 | <i>Cissus microcarpa</i> | Bejuco tripa de vaca | 4 | 50 | 40.0 | 50.0 | 61.76 | 50.6 |
| TOTAL | | | 10 | 125 | 100 | 100 | 100 | 100 |

Dr= Densidad Relativa; FR= Frecuencia Relativa; DR= Dominancia Relativa; IVIE= Índice de Valor de Importancia Ecológica

Las especies representadas en este estrato son: *Cissus microcarpa* con un IVIE de 50.6 % y finalmente *Ricinus communis* con un 49.4 %, siendo así las especies que componen la estructura arbustiva del tipo de vegetación de Tular.

Para una mejor interpretación de los datos, a continuación, se presenta la siguiente gráfica.



Gráfica 22. Valores de importancia ecológica obtenidos en las especies del estrato arbustivo de VT.

Estrato herbáceo

Para este estrato se registraron 293 individuos distribuidos en 6 especies, a continuación, se presentan los cálculos del IVIE %.

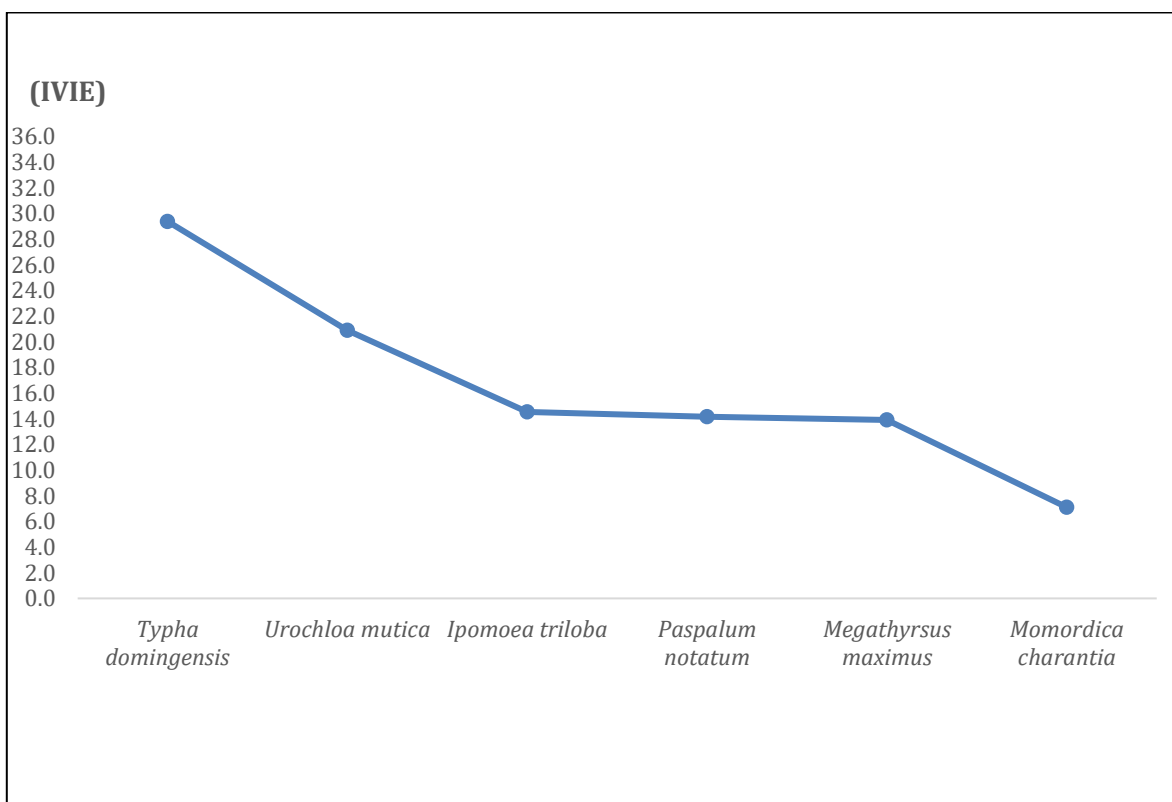
Tabla 102. Valores de importancia ecológica para las especies registradas en la vegetación de VT, estrato herbáceo.

| No. | Especie | NOMBRE COMÚN | Densidad | Densidad (Ind/ha) | Dr | Fr | DR | IVIE % |
|--------------|----------------------------|---------------------------|------------|-------------------|------------|------------|------------|------------|
| 1 | <i>Ipomoea triloba</i> | <i>Ipomaea</i> | 30 | 7500 | 10.239 | 23.333 | 10.05 | 14.5 |
| 2 | <i>Megathyrus maximus</i> | <i>Pasto tanzania</i> | 15 | 3750 | 5.119 | 16.667 | 19.98 | 13.9 |
| 3 | <i>Momordica charantia</i> | <i>Pepinillo amarillo</i> | 5 | 1250 | 1.706 | 6.667 | 12.92 | 7.1 |
| 4 | <i>Paspalum notatum</i> | <i>Pasto estrella</i> | 39 | 9750 | 13.311 | 6.667 | 22.47 | 14.2 |
| 5 | <i>Typha domingensis</i> | <i>Tule</i> | 122 | 30500 | 41.638 | 26.667 | 19.85 | 29.4 |
| 6 | <i>Urochloa mutica</i> | <i>Pasto pará</i> | 82 | 20500 | 27.986 | 20.000 | 14.72 | 20.9 |
| TOTAL | | | 293 | 73250 | 100 | 100 | 100 | 100 |

Dr= Densidad Relativa; FR= Frecuencia Relativa; DR= Dominancia Relativa; IVIE= Índice de Valor de Importancia Ecológica

De acuerdo con los resultados presentados en la tabla anterior, se observa que las especies mayor representadas en este estrato son: *Typha domingensis* la cual presentó un IVIE del 29.4 %, *Urochloa mutica* con 20.9 % y *Ipomoea triloba* con 14.5 %, es decir, estas especies definen en gran proporción al estrato herbáceo de la vegetación de Tular.

Para una mejor interpretación de los datos, a continuación, se presenta la siguiente gráfica.



Gráfica 23. Valores de importancia ecológica obtenidos en las especies de VT del estrato herbáceo.

Registro de especies en el Uso de suelo "pastizal cultivado" en el Área del proyecto (AP).

El área de proyecto, está directamente influenciada por el desarrollo de actividades aledañas, como es el caso de la posta zootécnica de la Universidad Veracruzana, donde se desarrollan actividades propias de ganadería en los agostaderos destinados para la producción de ganado bovino, por lo que adicionalmente se realizó el registro de las especies en la superficie de pastizal cultivado (PC) a través de 8 sitios de muestreo (mismos que se tomaron como base, determinando que no corresponde a vegetación forestal), con la finalidad de verificar que el área no posea una vocación forestal.

*** Pastizal Cultivado (PC)**

Un pastizal cultivado está definido como aquel agrosistema que se ha introducido intencionalmente en una región y para su establecimiento y conservación se realizan algunas labores de cultivo y manejo. (INEGI 2009). Casi todos los pastizales de nuestro país se emplean para la producción ganadera, casi siempre con una intensidad excesiva.

Digitaria decumbens (Zacate Pangola), *Pennisetum ciliaris* (Zacate Buffel), *Panicum maximum* (Zacate Guinea o Privilegio), *Panicum purpurascens* (Zacate Pará), entre otras muchas especies. Estos pastizales son los que generalmente forman los llamados potreros en zonas tropicales, por lo general con buenos coeficientes de agostadero. Los géneros *Festuca*, *Muhlenbergia*, *Stipa* y *Calamagrostis* son los más típicos de estos pastizales que, además de su interés ganadero, son aprovechados también a través de la extracción de la raíz de zacatón, materia prima para la elaboración de escobas que proporcionan las partes subterráneas de *Muhlenbergia macroura*.

A continuación, se muestran los valores de abundancia y abundancia relativa obtenidos del muestreo en campo para el estrato herbáceo de la vegetación de Pastizal Cultivado (PC).

Estrato Herbáceo

Tabla 103. Número de individuos y abundancia relativa del estrato herbáceo en el tipo de vegetación PC en el AP.

| NO. | NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN | ABUNDANCIA (INDIVIDUOS/HA.) | ABUNDANCIA RELATIVA (ABR) |
|--------------|-----------------------------------|---------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| 1 | <i>Ludwigia leptocarpa</i> | <i>Berbena blanca</i> | 1000 | 1.932 |
| 2 | <i>Macroptilium atropurpureum</i> | <i>Frijolillo</i> | 750 | 1.449 |
| 3 | <i>Megathyrsus maximus</i> | <i>Pasto tanzania</i> | 2250 | 4.348 |
| 4 | <i>Paspalum notatum</i> | <i>Pasto estrella</i> | 5750 | 11.111 |
| 5 | <i>Sagittaria lancifolia</i> | <i>Lirio</i> | 2250 | 4.348 |
| 6 | <i>Sicyos laciniatus</i> | <i>Chayotillo</i> | 2250 | 4.348 |
| 7 | <i>Solanum citrinum</i> | <i>Tomatillo espinoso</i> | 6250 | 12.077 |
| 8 | <i>Urochloa mutica</i> | <i>Pasto pará</i> | 31250 | 60.386 |
| TOTAL | | | 51,750 | 100.00 % |

De acuerdo a la tabla anterior, las especies del estrato herbáceo, en su mayoría anuales y temporales, presenta un total de 8 especies y un total de 51,750 individuos/ha. En este grupo se observa que la especie *Urochloa mutica* es la más abundante del estrato con 31,250 individuos/ha, constituyendo el 60.3 % de la abundancia relativa total del estrato, mientras que las otras especies poseen una

abundancia relativa menor a 12.0 %, siendo el valor más bajo percibido de 1.4 % que corresponde a 750 ind/ha, esto por parte de la especie *Macroptilium atropurpureum*.

De acuerdo con la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO, 2009) y diversos autores, se hace una breve descripción de las principales características y el tipo de hábitat de las especies más representativas registradas en este uso de suelo.

Tabla 104. Descripción del hábitat de las especies dominantes encontradas en los sitios de muestreo.

| ESPECIE | CARÁCTERÍSTICAS |
|-------------------------|--|
| <i>Urochloa mutica</i> | <i>U. mutica</i> se ha utilizado como forraje, forraje y pasto en condiciones de anegamiento y pastos estancados. También se ha utilizado para controlar la erosión del suelo en campos inclinados y en áreas inundadas estacionalmente (Cook et al., 2005 ⁴¹). Especie exótica y cosmopolita, la más presente en el cultivo. Planta perenne con reproducción principalmente vegetativa a partir de tubérculos. No produce mucha semilla, pero éstas tienen muy alta viabilidad, pudiendo durar hasta 20 años en el suelo. Es más agresivo en suelos livianos y húmedos. (INIA, 2003). |
| <i>Solanum citrinum</i> | Es una planta ruderal muy común en los paisajes culturales de México, sobre todo del centro y norte, es una maleza agresiva, en especial en cultivos de maíz y otros tipos de cultivo. (CONABIO,2002). |
| <i>Paspalum notatum</i> | Al crecer en pasturas activas, las plantas jóvenes de <i>P. millegrana</i> son consumidas por el ganado (Más y Garcia-Molinari, 2006 ⁴²). Este pasto es común en las orillas de parcelas y caminos en el trópico mexicano. Es una especie exótica de las más comunes en México, se le conoce como pasto bandera , se caracteriza por tener un hábito de crecimiento ruderal y arvense en varios cultivos, además de distribuirse ampliamente en áreas con disturbio. (CONABIO, 2002). |

Los resultados obtenidos de campo muestran que en este uso de suelo se desarrollan especies indicadoras de perturbación, exóticas, ruderales y arvenses como producto de las actividades humanas, por lo que, se se excluye de la superficie de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, considerando que no corresponde a un terreno forestal.

⁴¹ Cook B, Pengelly B, Brown S, Donnelly J, Eagle D, Franco A, Hanson J, Mullen B, Partridge I, Peters M, Schultze-Kraft R, 2005. Forrajes tropicales: una herramienta de selección interactiva. Brisbane, Australia: CSIRO, DPI & F (Qld), CIAT e ILRI.

⁴² Más EG, Molinari OG, 2006. Guía ilustrada de yerbas comunes en Puerto Rico, San Juan, Puerto Rico: Universidad de Puerto Rico.

IV.2.3.1.4.5. Cálculo y análisis del índice de Shannon y Equidad de especies

La **diversidad alfa** representa la diversidad de especies a lo largo de todas las subunidades (o escalas) locales relevantes (es este caso por tipo de vegetación), y por definición abarca dos variables importantes: la riqueza de especies, y la abundancia relativa de especies. Existen muchos índices para calcular diversidad alfa. La gran mayoría de estos índices de diversidad utilizan los valores de riqueza y abundancia relativa, solamente que las operaciones matemáticas de estos valores se organizan de diferentes formas.

Los índices de diversidad incorporan en un solo valor a la riqueza específica y a la equidad. En algunos casos un valor dado de un índice de diversidad puede provenir de distintas combinaciones de riqueza específica y equidad. Es decir, que el mismo índice de diversidad puede obtenerse de una comunidad con baja riqueza y alta equitatividad como de una comunidad con alta riqueza y baja equitatividad. Esto significa que el valor del índice aislado no permite conocer la importancia relativa de sus componentes (riqueza y equitatividad).

Para poder realizar la comparación y describir la diversidad de las comunidades presentes en el SAR y en el AP se utilizó la **riqueza específica**, el índice de **Shannon - Wiener** y la **equidad de Pielou**, el primero es el índice más utilizado en ecología para el análisis de comunidades.

IV.2.3.1.4.5.1. Metodologías utilizadas

A continuación, se describen las principales metodologías utilizadas para calcular el índice de Shannon y equidad de Pielou.

1) Riqueza específica

Es la forma más sencilla de medir la biodiversidad ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas.

2) Índice de Shannon-Wiener

El Índice de **Shannon-Wiener** es el más utilizado en ecología para el análisis de comunidades, expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado de incertidumbre en predecir a qué especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (House P., *et. al.* 2006). Este índice nos da como resultado la diversidad existente para una determinada área de estudio, es decir, entre mayor sea el grado de incertidumbre mayor será la diversidad.

$$H = - \sum p_i \ln(p_i)$$

Donde:

H= Índice de diversidad de Shannon-Wiener.

P_i= Densidad proporcional de la especie i, es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

LnP_i= logaritmo natural de P_i.

El Índice de Shannon-Wiener adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie y el logaritmo de S (Riqueza específica), cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos. (Magurran, 1988).

El Índice de Shannon-Wiener nos describe un parámetro de 0-5 donde 0 (Cero o nulo) refiere que dos individuos en el sitio pertenecen todos a la misma especie, de 0-2 refiere que la muestra obtiene una diversidad baja, valores entre 2-3 refiere una diversidad media y valores mayores a 3 describe una diversidad alta.

El máximo valor de este índice para un número determinado de especies se calcula de la siguiente manera:

$$H_{max} = \ln(S)$$

3) Equitatividad de Pielou

Mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1 de forma que uno corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Magurran, 1988).

$$J = \frac{H'}{\ln(S)}$$

Donde:

J= Equitatividad de Pielou.

H = Índice de diversidad de Shannon.

Ln (S)= Logaritmo natural del número de especies (o riqueza).

Los resultados obtenidos de los índices antes descritos se presentan a continuación para cada tipo de vegetación, por estrato (arbóreo, arbustivo y herbáceo). Se anexan hojas de cálculo en formato Excel (**ANEXO "11.19"** y **ANEXO "11.25"**).

IV.2.3.1.4.5.2. Resultados y análisis para el Sistema ambiental regional (SAR)

* **Diversidad de la Vegetación (Índice de Biodiversidad Shannon-Wiener)**

Para medir la biodiversidad existen varios índices que se utilizan para poder comparar la biodiversidad entre diferentes ecosistemas o zonas. Es importante tener en cuenta que la utilización de estos índices aporta una visión parcial, pues no dan información acerca de la distribución espacial de las especies, aunque sí intentan incluir la riqueza y la equitatividad. Para el cálculo del índice de biodiversidad se utilizó el índice de Shannon-Wiener (H).

Si bien, como ocurre con numerosos métodos, el cálculo de índices de diversidad es relativamente sencillo, aún desde un conocimiento rudimentario, es fundamental al utilizarlos considerar atentamente sus limitaciones para poder interpretar adecuadamente su significado en cada caso particular.

Las comunidades biológicas poseen una propiedad emergente, la diversidad específica, que se relaciona con la variedad dentro de esas comunidades, este atributo es la expresión de dos componentes. El primero de ellos es el número de especies presentes en la comunidad, denominado riqueza de especies. El segundo componente es la equitabilidad, que se refiere a cómo la abundancia se distribuye entre las especies de la comunidad. Por ejemplo, en una comunidad con 10 especies, si el 90 % de los individuos pertenecen a una sola especie y el restante 10 % se distribuye entre las otras 9, la equitabilidad se considera baja. En cambio, si cada una de las 10 especies cuentan con el 10 % del total de los individuos, la equitabilidad se considera máxima.

Para estimar la diversidad debe considerarse que:

1. Se tiene buen conocimiento de la composición taxonómica. Es raro que se estime la diversidad de toda la comunidad, por lo general, se mide la diversidad en un fragmento de la misma que se denomina taxocenosis (e.g., diversidad de aves, de árboles, del fitoplancton, etc.).
2. Los individuos asignados a una clase (especie) son considerados idénticos. Es decir, no se reconoce la variabilidad que puede existir entre, por ejemplo, los sexos de una misma especie o, entre etapas del desarrollo (larva – pupa – adulto).

Para interpretar la diversidad debe tenerse en cuenta que se está trabajando con una variable nominal. Las categorías son las especies y por lo tanto el único valor de tendencia central que puede obtenerse es la moda (categoría con mayor frecuencia, en este caso la especie más abundante), siendo imposible calcular un promedio o una mediana. Sí puede medirse la dispersión, la distribución de las observaciones entre categorías que se relacionan con el concepto de diversidad. Numerosos índices han sido propuestos para caracterizar la riqueza de especies y la equitabilidad, denominados índices de riqueza e índices de equitabilidad, respectivamente. Los índices que combinan tanto la riqueza de especies como la equitabilidad en un solo valor se denominan índices de biodiversidad. Una de las principales críticas a estos índices es que combinan y, por lo tanto, confunden un conjunto de variables que caracterizan a la estructura de la comunidad: (a) el número de especies (riqueza

específica), (b) la abundancia relativa de las especies (equitabilidad), y (c) la homogeneidad y el tamaño del área muestreada.

Los índices de biodiversidad incorporan en un solo valor a la riqueza específica y a la equitabilidad. En algunos casos un valor dado de un índice de diversidad puede provenir de distintas combinaciones de riqueza específica y equitabilidad. Es decir, que el mismo índice de diversidad puede obtenerse de una comunidad con baja riqueza y alta equitabilidad como de una comunidad con alta riqueza y baja equitabilidad. Esto significa que el valor del índice aislado no permite conocer la importancia relativa de sus componentes (riqueza y equitabilidad). Algunos de los índices de diversidad más ampliamente utilizados son (1) el índice de Simpson (DSi), y (2) el índice de Shannon-Wiener (H’).

El Índice de Shannon-Wiener (Shannon y Weaver, 1949), H’, se basa en la teoría de la información (mide el contenido de información por símbolo de un mensaje compuesto por S clases de símbolos discretos cuyas probabilidades de ocurrencia son pi...pS) y es probablemente el de empleo más frecuente en ecología de comunidades.

$$H' = - \sum_{i=1}^S (P_i \times \log_2 P_i)$$

Donde H’ es el índice de Shannon-Wiener que, en un contexto ecológico, como índice de diversidad, mide el contenido de información por individuo en muestras obtenidas al azar provenientes de una comunidad ‘extensa’ de la que se conoce el número total de especies S. También puede considerarse a la diversidad como una medida de la incertidumbre para predecir a qué especie pertenecerá un individuo elegido al azar de una muestra de S especies y N individuos. Por lo tanto, H’ = 0 cuando la muestra contenga solo una especie, y, H’ será máxima cuando todas las especies S estén representadas por el mismo número de individuos ni, es decir, que la comunidad tenga una distribución de abundancias perfectamente equitativa. Este índice subestima la diversidad específica si la muestra es pequeña. Se utilizan logaritmos en base 2, las unidades se expresan como bits/ind., pero pueden emplearse otras bases como e (nits/ind.) o 10 (decits/ind.).

$$H'_{\text{máx}} = -S \left(\frac{1}{S} \times \log_2 \frac{1}{S} \right) = \log_2 S$$

Valores más altos de este índice indican que los individuos están más equitativamente distribuidos, o sea que una comunidad es más diversa si tiene menos grupos dominantes.

De acuerdo a lo anterior, el valor máximo suele estar cerca de 5, pero hay ecosistemas excepcionalmente ricos que pueden presentar valores aún más altos. Por tanto, un mayor valor del índice indica una mayor biodiversidad del ecosistema. La interpretación de este índice se hizo en base a lo indicado por Magurran (1988), quien menciona que los valores menores a 1,5 se consideran como de diversidad baja, los valores entre 1,6 a 3.4 como de diversidad media y los valores iguales o mayores a 3,5 como de diversidad alta.

En cuanto al Índice de Equitatividad (J), se define como el grado de igualdad de la distribución de la abundancia (número de individuos, cobertura o biomasa) de las especies. El valor máximo ocurre

cuando todas las especies presentan la misma abundancia (J=1). Por lo tanto, este índice se calcula de la siguiente forma:

$$J = \frac{H}{H_{max}} = \frac{-\sum_{i=1}^s P_i \log_2 P_i}{\log_2 s}$$

Los resultados a partir de los datos levantados en el muestreo propio de riqueza, abundancia relativa y biodiversidad por tipo de vegetación se presentan a continuación.

A continuación, se presentan los índices de valor de importancia para cada estrato.

*** SELVA BAJA CADUCIFOLIA (SBC)**

Estrato arbóreo

En la tabla siguiente se muestran los resultados obtenidos para la determinación del índice de Shannon-Wiener para el estrato arbóreo.

Tabla 105. Valores de diversidad de especies que conforman el estrato arbóreo del SAR.

| No. | ESPECIE | Nombre Común | DENSIDAD (Ind/ha) | PI | LN de PI | -PI*LN(PI) |
|-----|------------------------------------|---------------------|-------------------|-------|----------|------------|
| 1 | <i>Acacia cornigera</i> | Cornezuelo | 68 | 0.054 | -2.92 | 0.16 |
| 2 | <i>Acrocomia aculeata</i> | Palma cocoyul | 11 | 0.008 | -4.79 | 0.04 |
| 3 | <i>Bursera simaruba</i> | Palo mulato | 7 | 0.006 | -5.15 | 0.03 |
| 4 | <i>Ceiba pentandra</i> | Ceiba | 2 | 0.002 | -6.40 | 0.01 |
| 5 | <i>Coccoloba barbadensis</i> | Roble de la costa | 208 | 0.164 | -1.81 | 0.30 |
| 6 | <i>Cordia megalantha</i> | Nopo | 33 | 0.026 | -3.66 | 0.09 |
| 7 | <i>Crescentia cujete</i> | Tecomate | 4 | 0.003 | -5.71 | 0.02 |
| 8 | <i>Daphnopsis americana</i> | Cuero de toro | 23 | 0.018 | -4.00 | 0.07 |
| 9 | <i>Diphysa floribunda</i> | Flor de gallito | 6 | 0.005 | -5.30 | 0.03 |
| 10 | <i>Ehretia tinifolia</i> | Mandimbo | 18 | 0.014 | -4.26 | 0.06 |
| 11 | <i>Enterolobium cyclocarpum</i> | Guanacaste | 18 | 0.014 | -4.26 | 0.06 |
| 12 | <i>Erythrina folkersii</i> | Colorin | 9 | 0.007 | -4.90 | 0.04 |
| 13 | <i>Ficus cotinifolia</i> | Amate negro | 1 | 0.001 | -7.09 | 0.01 |
| 14 | <i>Ficus pertusa</i> | Amatillo | 2 | 0.002 | -6.40 | 0.01 |
| 15 | <i>Gliricidia sepium</i> | Cacahuananche | 32 | 0.025 | -3.69 | 0.09 |
| 16 | <i>Guazuma ulmifolia</i> | Bellota de cuaulote | 222 | 0.175 | -1.74 | 0.31 |
| 17 | <i>Inga pavoniana</i> | Cuil | 5 | 0.004 | -5.48 | 0.02 |
| 18 | <i>Leucaena leucocephala</i> | Tepeguaje dormilón | 3 | 0.002 | -6.00 | 0.01 |
| 19 | <i>Lonchocarpus punctatus</i> | Baal che' | 56 | 0.044 | -3.12 | 0.14 |
| 20 | <i>Maclura tinctoria</i> | Mora de clavo | 23 | 0.018 | -4.00 | 0.07 |
| 21 | <i>Nectandra reticulata</i> | Laurel | 33 | 0.026 | -3.66 | 0.09 |
| 22 | <i>Parmentiera aculeata</i> | Cuachilote | 74 | 0.058 | -2.85 | 0.17 |
| 23 | <i>Pithecellobium lanceolatum</i> | Conchil | 132 | 0.104 | -2.27 | 0.24 |
| 24 | <i>Podocarpus guatemalensis</i> | Olivillo | 2 | 0.002 | -6.40 | 0.01 |
| 25 | <i>Psidium guajava</i> | Guayaba | 1 | 0.001 | -7.09 | 0.01 |
| 26 | <i>Sabal mexicana</i> | Apachite | 9 | 0.007 | -4.90 | 0.04 |
| 27 | <i>Sapindus saponaria</i> | Jaboncillo | 2 | 0.002 | -6.40 | 0.01 |
| 28 | <i>Sapium lateriflorum</i> | Amate capulín | 11 | 0.008 | -4.79 | 0.04 |
| 29 | <i>Spondias mombin</i> | Jobo | 21 | 0.017 | -4.10 | 0.07 |
| 30 | <i>Stemmadenia donnell-smithii</i> | Huevos de caballo | 48 | 0.038 | -3.27 | 0.12 |

| No. | ESPECIE | Nombre Común | DENSIDAD (Ind/ha) | PI | LN de PI | -PI*LN(PI) |
|--------------|----------------------------------|------------------------|-------------------|-------|----------|------------|
| 31 | <i>Tabebuia rosea</i> | <i>Apamate rosa</i> | 128 | 0.101 | -2.29 | 0.23 |
| 32 | <i>Xylosma panamensis</i> | <i>Brujo</i> | 1 | 0.001 | -7.09 | 0.01 |
| 33 | <i>Zanthoxylum caribaeum</i> | <i>Chichón</i> | 52 | 0.041 | -3.20 | 0.13 |
| 34 | <i>Zanthoxylum melanostictum</i> | <i>Rabo de lagarto</i> | 2 | 0.002 | -6.40 | 0.01 |
| Total | | | 1268 | | | 2.7 |

Tabla 106. Valores de diversidad y equitatividad de especies en el SAR.

| | |
|------------------------------|-----|
| Riqueza específica (S) | 34 |
| Índice de Shannon-Wiener (H) | 2.7 |
| Diversidad máxima (H max) | 3.5 |
| Equidad de Pielou (J) | 0.8 |
| Diferencia diversidad | 0.8 |

Este estrato presenta una riqueza específica de 34 especies, el estrato arbóreo presenta un índice de biodiversidad de 2.7 bits/individuo, un índice de biodiversidad máxima de 3.5 bits/ind, y como cociente de los dos valores anteriores un índice de equitatividad de 0.8 Se concluye que de acuerdo a los resultados obtenidos la comunidad arbórea del SAR posee una biodiversidad media, mientras que la máxima posible se clasifica como alta, no obstante, la equitatividad es muy heterogénea en la distribución de individuos por especie, dando lugar a la presencia de impactos y condiciones ambientales dan lugar a especies dominantes mejor adaptadas (*Guazuma ulmifolia* y *Coccoloba barbadensis*).

Estrato arbustivo

En la tabla siguiente se muestran los resultados obtenidos para la determinación del índice de Shannon-Wiener para el presente estrato.

Tabla 107. Valores de diversidad de especies que conforman el estrato arbustivo del tipo de vegetación SBC del SAR.

| No. | ESPECIE | Nombre Común | DENSIDAD (Ind/ha) | PI | LN de PI | -PI*LN(PI) |
|-----|-------------------------------------|-----------------------------------|-------------------|-------|----------|------------|
| 1 | <i>Acacia farnesiana</i> | <i>Huizache</i> | 21 | 0.008 | -4.86 | 0.04 |
| 2 | <i>Acanthocereus tetragonus</i> | <i>Pitajaya</i> | 32 | 0.012 | -4.46 | 0.05 |
| 3 | <i>Aristolochia maxima</i> | <i>Bejuco corchoso</i> | 100 | 0.037 | -3.30 | 0.12 |
| 4 | <i>Bonellia macrocarpa</i> | <i>Amole</i> | 174 | 0.064 | -2.75 | 0.18 |
| 5 | <i>Bromelia pinguin</i> | <i>Guamara</i> | 11 | 0.004 | -5.55 | 0.02 |
| 6 | <i>Callichlamys latifolia</i> | <i>Bejuco lengua de vaca</i> | 16 | 0.006 | -5.15 | 0.03 |
| 7 | <i>Cissus microcarpa</i> | <i>Bejuco tripa de vaca</i> | 53 | 0.019 | -3.95 | 0.08 |
| 8 | <i>Dalbergia brownnei</i> | <i>Bejuco pata de perico</i> | 5 | 0.002 | -6.25 | 0.01 |
| 9 | <i>Lantana achyranthifolia</i> | <i>Mora jarocho</i> | 16 | 0.006 | -5.15 | 0.03 |
| 10 | <i>Lasiacis divaricata</i> | <i>Otatillo</i> | 216 | 0.079 | -2.53 | 0.20 |
| 11 | <i>Malvaviscus arboreus</i> | <i>Obelisco de cerro</i> | 489 | 0.180 | -1.72 | 0.31 |
| 12 | <i>Mimosa dormiens</i> | <i>Mimosa jarocho</i> | 47 | 0.017 | -4.05 | 0.07 |
| 13 | <i>Mimosa polyantha</i> | <i>Uña de gato</i> | 5 | 0.002 | -6.25 | 0.01 |
| 14 | <i>Oeceoclades maculata</i> | <i>Bromelia de suelo</i> | 337 | 0.124 | -2.09 | 0.26 |
| 15 | <i>Oncidium carthagenense</i> | <i>Epifitas oreja de burro</i> | 174 | 0.064 | -2.75 | 0.18 |
| 16 | <i>Paullinia fuscescens</i> | <i>Bejuco corona</i> | 137 | 0.050 | -2.99 | 0.15 |
| 17 | <i>Pisonia aculeata</i> | <i>Chorumo colmillo de puerco</i> | 42 | 0.015 | -4.17 | 0.06 |
| 18 | <i>Prunus serotina var. Capulli</i> | <i>Arayancillo capulincillo</i> | 121 | 0.044 | -3.11 | 0.14 |
| 19 | <i>Randia aculeata</i> | <i>Crucillo</i> | 16 | 0.006 | -5.15 | 0.03 |
| 20 | <i>Rauvolfia tetraphylla</i> | <i>Sarna de perro</i> | 111 | 0.041 | -3.20 | 0.13 |
| 21 | <i>Senna obtusifolia</i> | <i>Cassia</i> | 95 | 0.035 | -3.36 | 0.12 |
| 22 | <i>Serjania brachycarpa</i> | <i>Bejuco sergiana</i> | 16 | 0.006 | -5.15 | 0.03 |
| 23 | <i>Smilax bona-nox</i> | <i>Bejuco alambre</i> | 384 | 0.141 | -1.96 | 0.28 |

| No. | ESPECIE | Nombre Común | DENSIDAD (Ind/ha) | PI | LN de PI | -PI*LN(PI) |
|--------------|---------------------------|------------------------|-------------------|-------|----------|------------|
| 24 | <i>Solanum wrightii</i> | Tomatillo | 63 | 0.023 | -3.76 | 0.09 |
| 25 | <i>Zanthoxylum fagara</i> | Garra de gato veracruz | 42 | 0.015 | -4.17 | 0.06 |
| Total | | | 2721 | | | 2.7 |

Tabla 108. Valores de diversidad y equitatividad de especies en el área del proyecto.

| | |
|------------------------------|-----|
| Riqueza específica (S) | 25 |
| Índice de Shannon-Wiener (H) | 2.7 |
| Diversidad máxima (H max) | 3.2 |
| Equidad de Pielou (J) | 0.8 |
| Diferencia diversidad | 0.5 |

La riqueza de este estrato en el sistema ambiental regional resultó ser de 25 especies de acuerdo a los datos recabados y el análisis pertinente el estrato arbustivo, se obtuvo un índice de biodiversidad de 2.7 bits/individuo, un índice de biodiversidad máxima de 3.2 bits/ind, y un índice de equitatividad de 0.80. Por lo anterior, se concluye que la biodiversidad que presenta el estrato dado el índice obtenido es media, mientras que la biodiversidad máxima posible es igualmente media, mientras que la equitatividad con la que son distribuidos el número de individuos por especies resulta ser heterogéneo, existiendo una especie dominante (*Smilax bona-nox*), lo que enmarca la existencia de condiciones y perturbaciones que favorecen el desarrollo de una especie sobre otra.

Estrato herbáceo

En la tabla siguiente se muestran los resultados obtenidos para la determinación del índice de Shannon-Wiener para el estrato herbáceo.

Tabla 109. Valores de diversidad de especies que conforman el estrato herbáceo del tipo de vegetación de SBC.

| No. | ESPECIE | Nombre común | DENSIDAD (Ind/ha) | PI | LN de PI | -PI*LN(PI) |
|--------------|---|-----------------------|-------------------|-------|----------|------------|
| 1 | <i>Abutilon purpusii</i> | Abutilon | 1263 | 0.042 | -3.17 | 0.13 |
| 2 | <i>Asclepias curassavica</i> | Calderona | 211 | 0.007 | -4.96 | 0.03 |
| 3 | <i>Commelina rufipes</i> | Bejuco tripa de pollo | 2316 | 0.077 | -2.56 | 0.20 |
| 4 | <i>Ipomoea triloba</i> | Ipomoea | 947 | 0.031 | -3.46 | 0.11 |
| 5 | <i>Ludwigia leptocarpa</i> | Berbená blanca | 211 | 0.007 | -4.96 | 0.03 |
| 6 | <i>Ludwigia palustris</i> | Amaranto | 316 | 0.010 | -4.56 | 0.05 |
| 7 | <i>Macroptilium atropurpureum</i> | Frijolillo | 1158 | 0.038 | -3.26 | 0.13 |
| 8 | <i>Megathyrsus maximus</i> | Pasto tanzania | 4211 | 0.140 | -1.97 | 0.28 |
| 9 | <i>Momordica charantia</i> | Pepinillo amarillo | 421 | 0.014 | -4.27 | 0.06 |
| 10 | <i>Oplismenus hirtellus subsp. setarius</i> | Pasto huevero | 4211 | 0.140 | -1.97 | 0.28 |
| 11 | <i>Paspalum notatum</i> | Pasto estrella | 1263 | 0.042 | -3.17 | 0.13 |
| 12 | <i>Petiveria alliacea</i> | Ariscale patras | 947 | 0.031 | -3.46 | 0.11 |
| 13 | <i>Philodendron sagittifolium</i> | Colomo trepador | 6632 | 0.220 | -1.51 | 0.33 |
| 14 | <i>Ruellia blechum</i> | Blechum | 2000 | 0.066 | -2.71 | 0.18 |
| 15 | <i>Sagittaria lancifolia</i> | Lirio | 737 | 0.024 | -3.71 | 0.09 |
| 16 | <i>Sicyos laciniatus</i> | Chayotillo | 316 | 0.010 | -4.56 | 0.05 |
| 17 | <i>Sida glabra</i> | Guinar | 1368 | 0.045 | -3.09 | 0.14 |
| 18 | <i>Solanum citrinum</i> | Tomatillo espinoso | 105 | 0.003 | -5.66 | 0.02 |
| 19 | <i>Urochloa mutica</i> | Pasto pará | 1474 | 0.049 | -3.02 | 0.15 |
| Total | | | 30105 | | | 2.5 |

Tabla 110. Valores de diversidad y equitatividad de especies de la vegetación SBC del estrato herbáceo.

| | |
|------------------------------|-----|
| Riqueza específica (S) | 19 |
| Índice de Shannon-Wiener (H) | 2.5 |
| Diversidad máxima (H max) | 2.9 |
| Equidad de Pielou (J) | 0.8 |
| Diferencia diversidad | 0.5 |

El estrato herbáceo en el SAR presenta una riqueza específica de 19 especies de acuerdo a los análisis correspondientes que se muestran en la tabla anterior, cuenta con un índice de biodiversidad de 2.5 bits/individuo, un índice de biodiversidad máxima de 2.9 bits/ind, y como cociente de los dos valores anteriormente mencionados el estrato cuenta con un índice de equitatividad de 0.8. Por lo antepuesto en un inicio, se infiere que la comunidad herbácea posee una biodiversidad media, y una biodiversidad maxima posible considerada como media, por otro lado, se observa la existencia de especies dominantes (*Philodendron sagittifolium*) cuya población es significativamente mayor al de las especies menos abundantes, lo cual enmarca condiciones y perturbaciones en el sitio que favorecen a algunos tipos de herbáceas sobre otras.

* TULAR (VT)

Estrato arbustivo

En la tabla siguiente se muestran los resultados obtenidos para la determinación del índice de Shannon-Wiener para el presente estrato.

Tabla 111. Valores de diversidad de especies que conforman el estrato arbustivo del tipo de vegetación de Tular del SAR.

| No. | ESPECIE | Nombre común | DENSIDAD (Ind/ha) | PI | LN de PI | -PI*LN(PI) |
|--------------|--------------------------|----------------------|-------------------|-------|----------|------------|
| 1 | <i>Ricinus communis</i> | Higuerilla resinus | 63 | 0.313 | -1.16 | 0.36 |
| 2 | <i>Mimosa polyantha</i> | Uña de gato | 113 | 0.563 | -0.58 | 0.32 |
| 3 | <i>Cissus microcarpa</i> | Bejuco tripa de vaca | 25 | 0.125 | -2.08 | 0.26 |
| Total | | | 200 | | | 0.9 |

Tabla 112. Valores de diversidad y equitatividad de especies en el SAR.

| | |
|------------------------------|-----|
| Riqueza específica (S) | 3 |
| Índice de Shannon-Wiener (H) | 0.9 |
| Diversidad máxima (H max) | 1.1 |
| Equidad de Pielou (J) | 0.9 |
| Diferencia diversidad | 0.2 |

Este estrato presenta una riqueza específica de 3 especies, posee un índice de biodiversidad de 0.9 bits/individuo, un índice de biodiversidad máxima de 1.1 bits/ind, y como cociente de los dos valores anteriormente mencionados el estrato cuenta con un índice de equitatividad de 0.9. Lo anterior determina que la biodiversidad de la comunidad arbustiva es baja, de la misma forma se espera una baja biodiversidad de acuerdo al valor máximo posible, se observan únicamente tres especies, (*Cissus microcarpa*, *Mimosa polyantha* y *Ricinus communis*) las cuales se encuentran representadas en el SAR, esto indica la presencia de impactos que favorecen o afectan el desarrollo de algunas especies.

Estrato herbáceo

En la tabla siguiente se muestran los resultados obtenidos para la determinación del índice de Shannon-Wiener para el estrato herbáceo.

Tabla 113. Valores de diversidad de especies que conforman el estrato herbáceo del tipo de vegetación de Tular.

| No. | ESPECIE | Nombre común | DENSIDAD (Ind/ha) | PI | LN de PI | -PI*LN(PI) |
|--------------|-----------------------------------|---------------------------|-------------------|-------|----------|------------|
| 1 | <i>Ipomoea triloba</i> | <i>Ipomoea</i> | 4750 | 0.038 | -3.26 | 0.12 |
| 2 | <i>Megathyrsus maximus</i> | <i>Pasto tanzania</i> | 1500 | 0.012 | -4.42 | 0.05 |
| 3 | <i>Momordica charantia</i> | <i>Pepinillo amarillo</i> | 1250 | 0.010 | -4.60 | 0.05 |
| 4 | <i>Paspalum notatum</i> | <i>Pasto estrella</i> | 6750 | 0.054 | -2.91 | 0.16 |
| 5 | <i>Typha domingensis</i> | <i>Tule</i> | 46000 | 0.370 | -0.99 | 0.37 |
| 6 | <i>Urochloa mutica</i> | <i>Pasto pará</i> | 31000 | 0.249 | -1.39 | 0.35 |
| 7 | <i>Sagittaria lancifolia</i> | <i>Lirio</i> | 15000 | 0.121 | -2.11 | 0.26 |
| 8 | <i>Cyperus articulatus</i> | <i>Coquillo</i> | 2500 | 0.020 | -3.91 | 0.08 |
| 9 | <i>Ludwigia leptocarpa</i> | <i>Berbena blanca</i> | 11250 | 0.091 | -2.40 | 0.22 |
| 10 | <i>Solanum citrinum</i> | <i>Tomatillo espinoso</i> | 1000 | 0.008 | -4.82 | 0.04 |
| 11 | <i>Philodendron sagittifolium</i> | <i>Colomo trepador</i> | 2000 | 0.016 | -4.13 | 0.07 |
| 12 | <i>Macropitium atropurpureum</i> | <i>Frijolillo</i> | 1250 | 0.010 | -4.60 | 0.05 |
| Total | | | 124250 | | | 1.8 |

Tabla 114. Valores de diversidad y equitatividad de especies de la vegetación de Tular en el SAR estrato herbáceo.

| | |
|------------------------------|-----|
| Riqueza específica (S) | 12 |
| Índice de Shannon-Wiener (H) | 1.8 |
| Diversidad máxima (H max) | 2.5 |
| Equidad de Pielou (J) | 0.7 |
| Diferencia diversidad | 0.7 |

Este estrato presenta una riqueza específica de 12 especies, de acuerdo a la tabla anterior el estrato herbáceo posee un índice de biodiversidad de 1.8 bits/individuo, un índice de biodiversidad máxima de 2.5 bits/ind, y como cociente de los dos valores anteriormente mencionados el estrato cuenta con un índice de equitatividad de 0.7. Lo anterior determina que la biodiversidad de la comunidad herbácea es baja, de la misma manera se espera una media biodiversidad de acuerdo al valor máximo posible, se observa una clara existencia de una especie dominante (*Typha domingensis*) la cual se encuentra mayormente representada en el SAR, lo cual indica la presencia de impactos que favorecen o afectan el desarrollo de algunas especies.

IV.2.3.1.4.5.3. Resultados y análisis para el Área del Proyecto (AP)

* **Diversidad de la Vegetación (Índice de Biodiversidad Shannon-Wiener)**

Para medir la biodiversidad existen varios índices que se utilizan para poder comparar la biodiversidad entre diferentes ecosistemas o zonas. Es importante tener en cuenta que la utilización de estos índices aporta una visión parcial, pues no dan información acerca de la distribución espacial de las especies, aunque sí intentan incluir la riqueza y la equitatividad. Para el cálculo del índice de biodiversidad se utilizó el índice de Shannon-Wiener (H).

Si bien, como ocurre con numerosos métodos, el cálculo de índices de diversidad es relativamente sencillo, aún desde un conocimiento rudimentario, es fundamental al utilizarlos considerar atentamente sus limitaciones para poder interpretar adecuadamente su significado en cada caso particular.

Las comunidades biológicas poseen una propiedad emergente, la diversidad específica, que se relaciona con la variedad dentro de esas comunidades, este atributo es la expresión de dos componentes. El primero de ellos es el número de especies presentes en la comunidad, denominado riqueza de especies. El segundo componente es la equitatividad, que se refiere a cómo la abundancia se distribuye entre las especies de la comunidad. Por ejemplo, en una comunidad con 10 especies, si el 90 % de los individuos pertenecen a una sola especie y el restante 10 % se distribuye entre las otras 9, la equitatividad se considera baja. En cambio, si cada una de las 10 especies cuenta con el 10% del total de los individuos, la equitatividad se considera máxima.

Para estimar la diversidad debe considerarse que:

3. Se tiene buen conocimiento de la composición taxonómica. Es raro que se estime la diversidad de toda la comunidad, por lo general, se mide la diversidad en un fragmento de la misma que se denomina taxocenosis (e.g., diversidad de aves, de árboles, del fitoplancton, etc.).
4. Los individuos asignados a una clase (especie) son considerados idénticos. Es decir, no se reconoce la variabilidad que puede existir entre, por ejemplo, los sexos de una misma especie o, entre etapas del desarrollo (larva – pupa – adulto).

Para interpretar la diversidad debe tenerse en cuenta que se está trabajando con una variable nominal. Las categorías son las especies y por lo tanto el único valor de tendencia central que puede obtenerse es la moda (categoría con mayor frecuencia, en este caso la especie más abundante), siendo imposible calcular un promedio o una mediana. Sí puede medirse la dispersión, la distribución de las observaciones entre categorías que se relacionan con el concepto de diversidad. Numerosos índices han sido propuestos para caracterizar la riqueza de especies y la equitatividad, denominados índices de riqueza e índices de equitatividad, respectivamente. Los índices que combinan tanto la riqueza de especies como la equitatividad en un solo valor se denominan índices de biodiversidad. Una de las principales críticas a estos índices es que combinan y, por lo tanto, confunden un conjunto de variables que caracterizan a la estructura de la comunidad: (a) el número de especies (riqueza

específica), (b) la abundancia relativa de las especies (equitatividad), y (c) la homogeneidad y el tamaño del área muestreada.

Los índices de biodiversidad incorporan en un solo valor a la riqueza específica y a la equitatividad. En algunos casos un valor dado de un índice de diversidad puede provenir de distintas combinaciones de riqueza específica y equitatividad. Es decir, que el mismo índice de diversidad puede obtenerse de una comunidad con baja riqueza y alta equitatividad como de una comunidad con alta riqueza y baja equitatividad. Esto significa que el valor del índice aislado no permite conocer la importancia relativa de sus componentes (riqueza y equitatividad). Algunos de los índices de diversidad más ampliamente utilizados son (1) el índice de Simpson (DSi), y (2) el índice de Shannon-Wiener (H’).

El Índice de Shannon-Wiener (Shannon y Weaver, 1949), H’, se basa en la teoría de la información (mide el contenido de información por símbolo de un mensaje compuesto por S clases de símbolos discretos cuyas probabilidades de ocurrencia son pi...pS) y es probablemente el de empleo más frecuente en ecología de comunidades.

$$H' = - \sum_{i=1}^S (P_i \times \log_2 P_i)$$

Donde H’ es el índice de Shannon-Wiener que en un contexto ecológico, como índice de diversidad, mide el contenido de información por individuo en muestras obtenidas al azar provenientes de una comunidad ‘extensa’ de la que se conoce el número total de especies S. También puede considerarse a la diversidad como una medida de la incertidumbre para predecir a qué especie pertenecerá un individuo elegido al azar de una muestra de S especies y N individuos. Por lo tanto, H’ = 0 cuando la muestra contenga solo una especie, y, H’ será máxima cuando todas las especies S estén representadas por el mismo número de individuos ni, es decir, que la comunidad tenga una distribución de abundancias perfectamente equitativa. Este índice subestima la diversidad específica si la muestra es pequeña. Se utilizan logaritmos en base 2, las unidades se expresan como bits/ind., pero pueden emplearse otras bases como e (nits/ind.) o 10 (decits/ind.).

$$H'_{\text{máx}} = -S \left(\frac{1}{S} \times \log_2 \frac{1}{S} \right) = \log_2 S$$

Valores más altos de este índice indican que los individuos están más equitativamente distribuidos, o sea que una comunidad es más diversa si tiene menos grupos dominantes.

De acuerdo a lo anterior, el valor máximo suele estar cerca de 5, pero hay ecosistemas excepcionalmente ricos que pueden presentar valores aún más altos. Por tanto, un mayor valor del índice indica una mayor biodiversidad del ecosistema. La interpretación de este índice se hizo en base a lo indicado por Magurran (1988), quien menciona que los valores menores a 1,5 se consideran como de diversidad baja, los valores entre 1,6 a 3.4 como de diversidad media y los valores iguales o mayores a 3,5 como de diversidad alta.

En cuanto al Índice de Equitatividad (J), se define como el grado de igualdad de la distribución de la abundancia (número de individuos, cobertura o biomasa) de las especies. El valor máximo ocurre

cuando todas las especies presentan la misma abundancia (J=1). Por lo tanto, este índice se calcula de la siguiente forma:

$$J = \frac{H}{H_{max}} = \frac{-\sum_{i=1}^s P_i \log_2 P_i}{\log_2 s}$$

Los resultados a partir de los datos levantados en el muestreo propio de riqueza, abundancia relativa y biodiversidad por tipo de vegetación se presentan a continuación.

*** SELVA BAJA CADUCIFOLIA (SBC)**

Estrato arbóreo

En la tabla siguiente se muestran los resultados obtenidos para la determinación del índice de Shannon-Wiener para el estrato arbóreo.

Tabla 115. Valores de diversidad de especies que conforman el estrato arbóreo del área del AP.

| No. | ESPECIE | Nombre Común | DENSIDAD (Ind/ha) | PI | LN de PI | -PI*LN(PI) |
|--------------|------------------------------------|---------------------|-------------------|-------|----------|------------|
| 1 | <i>Acacia cornigera</i> | Cornezuelo | 56 | 0.145 | -1.93 | 0.28 |
| 2 | <i>Bursera simaruba</i> | Palo mulato | 3 | 0.008 | -4.80 | 0.04 |
| 3 | <i>Coccoloba barbadensis</i> | Roble de la costa | 74 | 0.191 | -1.65 | 0.32 |
| 4 | <i>Cordia megalantha</i> | Nopo | 8 | 0.022 | -3.82 | 0.08 |
| 5 | <i>Crescentia cujete</i> | Tecomate | 3 | 0.008 | -4.80 | 0.04 |
| 6 | <i>Daphnopsis americana</i> | Cuero de toro | 11 | 0.027 | -3.60 | 0.10 |
| 7 | <i>Ehretia tinifolia</i> | Mandimbo | 16 | 0.041 | -3.19 | 0.13 |
| 8 | <i>Gliricidia sepium</i> | Cacahuananche | 39 | 0.101 | -2.29 | 0.23 |
| 9 | <i>Guazuma ulmifolia</i> | Bellota de cuaulote | 76 | 0.197 | -1.63 | 0.32 |
| 10 | <i>Maclura tinctoria</i> | Mora de clavo | 6 | 0.016 | -4.11 | 0.07 |
| 11 | <i>Parmentiera aculeata</i> | Cuachilote | 15 | 0.038 | -3.26 | 0.12 |
| 12 | <i>Pithecellobium lanceolatum</i> | Conchil | 56 | 0.145 | -1.93 | 0.28 |
| 13 | <i>Spondias mombin</i> | Jobo | 2 | 0.005 | -5.21 | 0.03 |
| 14 | <i>Stemmadenia donnell-smithii</i> | Huevos de caballo | 8 | 0.022 | -3.82 | 0.08 |
| 15 | <i>Tabebuia rosea</i> | Apamate rosa | 5 | 0.014 | -4.29 | 0.06 |
| 16 | <i>Xylosma panamensis</i> | Brujo | 7 | 0.019 | -3.96 | 0.08 |
| Total | | | 385 | | | 2.3 |

Tabla 116. Valores de diversidad y equitatividad de especies en el área del proyecto.

| | |
|------------------------------|-----|
| Riqueza específica (S) | 16 |
| Índice de Shannon-Wiener (H) | 2.3 |
| Diversidad máxima (H max) | 2.8 |
| Equidad de Pielou (J) | 0.8 |
| Diferencia diversidad | 0.5 |

Este estrato presenta una riqueza específica de 16 especies, el estrato arbóreo presenta un índice de biodiversidad de 2.3 bits/individuo, un índice de biodiversidad máxima de 2.8 bits/ind, y como cociente de los dos valores anteriores un índice de equitatividad de 0.8 Se concluye que de acuerdo a los resultados obtenidos la comunidad arbórea del área del proyecto posee una biodiversidad baja, mientras que la máxima posible se clasifica como media, no obstante, se denota la clara existencia

de condiciones y perturbaciones que favorecen al desarrollo de una especie sobre otra, dando lugar a especies dominantes, en donde la diferencia de abundancia con respecto a las menos abundantes es significativa.

Estrato arbustivo

En la tabla siguiente se muestran los resultados obtenidos para la determinación del índice de Shannon-Wiener para el presente estrato.

Tabla 117. Valores de diversidad de especies que conforman el estrato arbustivo del tipo de vegetación SBC del área del proyecto.

| No. | ESPECIE | Nombre común | DENSIDAD (Ind/ha) | PI | LN de PI | -PI*LN(PI) |
|--------------|------------------------------------|--------------------------|-------------------|-------|----------|------------|
| 1 | <i>Acacia farnesiana</i> | Huizache | 37 | 0.021 | -3.87 | 0.08 |
| 2 | <i>Aristolochia maxima</i> | Bejuco corchoso | 58 | 0.033 | -3.42 | 0.11 |
| 3 | <i>Bonellia macrocarpa</i> | Amole | 137 | 0.077 | -2.56 | 0.20 |
| 4 | <i>Cissus microcarpa</i> | Bejuco tripa de vaca | 89 | 0.050 | -2.99 | 0.15 |
| 5 | <i>Dalbergia brownei</i> | Bejuco pata de perico | 284 | 0.160 | -1.83 | 0.29 |
| 6 | <i>Lantana achyranthifolia</i> | Mora jarocho | 53 | 0.030 | -3.52 | 0.10 |
| 7 | <i>Lasiacis divaricata</i> | Otatillo | 232 | 0.131 | -2.04 | 0.27 |
| 8 | <i>Malvaviscus arboreus</i> | Obelisco de cerro | 216 | 0.122 | -2.11 | 0.26 |
| 9 | <i>Mimosa dormiens</i> | Mimosa jarocho | 153 | 0.086 | -2.45 | 0.21 |
| 10 | <i>Mimosa polyantha</i> | Uña de gato | 5 | 0.003 | -5.82 | 0.02 |
| 11 | <i>Paullinia fuscescens</i> | Bejuco corona | 184 | 0.104 | -2.26 | 0.24 |
| 12 | <i>Prunus serotina var. Capuli</i> | Arayancillo capulincillo | 42 | 0.024 | -3.74 | 0.09 |
| 13 | <i>Randia aculeata</i> | Crucillo | 16 | 0.009 | -4.72 | 0.04 |
| 14 | <i>Rauvolfia tetraphylla</i> | Sarna de perro | 26 | 0.015 | -4.21 | 0.06 |
| 15 | <i>Senna obtusifolia</i> | Cassia | 79 | 0.045 | -3.11 | 0.14 |
| 16 | <i>Smilax bona-nox</i> | Bejuco alambre | 89 | 0.050 | -2.99 | 0.15 |
| 17 | <i>Solanum wrightii</i> | Tomatillo | 74 | 0.042 | -3.18 | 0.13 |
| Total | | | 1774 | | | 2.5 |

Tabla 118. Valores de diversidad y equitatividad de especies en el área del proyecto.

| | |
|------------------------------|-----|
| Riqueza específica (S) | 17 |
| Índice de Shannon-Wiener (H) | 2.5 |
| Diversidad máxima (H max) | 2.8 |
| Equidad de Pielou (J) | 0.9 |
| Diferencia diversidad | 0.3 |

Este estrato presenta una riqueza específica de 17 especies, estrato arbustivo posee un índice de biodiversidad de 2.5 bits/individuo, un índice de biodiversidad máxima de 2.8 bits/ind, y como cociente de los dos valores anteriormente mencionados el estrato cuenta con un índice de equitatividad de 0.9. Lo anterior determina que la biodiversidad de la comunidad arbustiva es media, de la misma forma se espera una media biodiversidad de acuerdo al valor máximo posible, se observa una clara existencia de dos especies dominantes (*Paullinia fuscescens* y *Dalbergia brownei*) las cuales se encuentran mayormente representada en el área del proyecto, lo cual indica la presencia de impactos que favorecen o afectan el desarrollo de algunas especies.

Estrato herbáceo

En la tabla siguiente se muestran los resultados obtenidos para la determinación del índice de Shannon-Wiener para el estrato herbáceo.

Tabla 119. Valores de diversidad de especies que conforman el estrato herbáceo del tipo de vegetación de SBC.

| No. | ESPECIE | Nombre común | DENSIDAD (Ind/ha) | PI | LN de PI | -PI*LN(PI) |
|--------------|-----------------------------------|-----------------|-------------------|-------|----------|------------|
| 1 | <i>Megathyrsus maximus</i> | Pasto tanzania | 7579 | 0.300 | -1.20 | 0.36 |
| 2 | <i>Philodendron sagittifolium</i> | Colomo trepador | 1579 | 0.063 | -2.77 | 0.17 |
| 3 | <i>Ruellia blechum</i> | Blechum | 421 | 0.017 | -4.09 | 0.07 |
| 4 | <i>Sicyos laciniatus</i> | Chayotillo | 1053 | 0.042 | -3.18 | 0.13 |
| 5 | <i>Sida glabra</i> | Guinar | 1789 | 0.071 | -2.65 | 0.19 |
| 6 | <i>Urochloa mutica</i> | Pasto pará | 12842 | 0.508 | -0.68 | 0.34 |
| Total | | | 25263 | | | 1.3 |

Tabla 120. Valores de diversidad y equitatividad de especies de la vegetación SBC del área del proyecto del estrato herbáceo.

| | |
|------------------------------|-----|
| Riqueza específica (S) | 6 |
| Índice de Shannon-Wiener (H) | 1.3 |
| Diversidad máxima (H max) | 1.8 |
| Equidad de Pielou (J) | 0.7 |
| Diferencia diversidad | 0.5 |

Este estrato presenta una riqueza específica de 6 especies, de acuerdo a la tabla anterior el estrato herbáceo posee un índice de biodiversidad de 1.3 bits/individuo, un índice de biodiversidad máxima de 1.8 bits/ind, y como cociente de los dos valores anteriormente mencionados el estrato cuenta con un índice de equitatividad de 0.7. Lo anterior determina que la biodiversidad de la comunidad herbácea es baja, de la misma manera se espera una media biodiversidad de acuerdo al valor máximo posible, se observa una clara existencia de una especie dominante (*Urochloa mutica*) la cual se encuentra mayormente representada en el área del proyecto, lo cual indica la presencia de impactos que favorecen o afectan el desarrollo de algunas especies.

* TULAR (VT)

Estrato arbustivo

En la tabla siguiente se muestran los resultados obtenidos para la determinación del índice de Shannon-Wiener para el presente estrato.

Tabla 121. Valores de diversidad de especies que conforman el estrato arbustivo del tipo de vegetación de Tular del área del proyecto.

| No. | ESPECIE | Nombre común | DENSIDAD (Ind/ha) | PI | LN de PI | -PI*LN(PI) |
|--------------|--------------------------|----------------------|-------------------|-------|----------|------------|
| 1 | <i>Ricinus communis</i> | Higuerilla resinus | 75 | 0.600 | -0.51 | 0.31 |
| 2 | <i>Cissus microcarpa</i> | Bejuco tripa de vaca | 50 | 0.400 | -0.92 | 0.37 |
| Total | | | 125 | | | 0.7 |

Tabla 122. Valores de diversidad y equitatividad de especies en el área del proyecto.

| | |
|------------------------------|-----|
| Riqueza específica (S) | 2 |
| Índice de Shannon-Wiener (H) | 0.7 |
| Diversidad máxima (H max) | 0.7 |

| | |
|-----------------------|-----|
| Equidad de Pielou (J) | 1.0 |
| Diferencia diversidad | 0.0 |

Dentro del área del AP, en el estrato arbustivo se encontró un total de 2 especies, por otra parte el índice de Shannon-Wiener en este estrato corresponde a 0.7 bits/individuo y de acuerdo a lo sugerido por Magurran⁴³ (1988), que enuncia que para el índice de Shannon-Wiener, los valores inferiores a 1.5, se consideran como diversidad baja, concuerda con los resultados presentados ya que se registraron dos especies para este estrato.

Estrato herbáceo

En la tabla siguiente se muestran los resultados obtenidos para la determinación del índice de Shannon-Wiener para el estrato herbáceo.

Tabla 123. Valores de diversidad de especies que conforman el estrato herbáceo del tipo de vegetación de Tular.

| No. | ESPECIE | Nombre común | DENSIDAD (Ind/ha) | PI | LN de PI | -PI*LN(PI) |
|--------------|----------------------------|---------------------------|-------------------|-------|----------|------------|
| 1 | <i>Ipomoea triloba</i> | <i>Ipomoea</i> | 7500 | 0.102 | -2.28 | 0.23 |
| 2 | <i>Megathyrsus maximus</i> | <i>Pasto tanzania</i> | 3750 | 0.051 | -2.97 | 0.15 |
| 3 | <i>Momordica charantia</i> | <i>Pepinillo amarillo</i> | 1250 | 0.017 | -4.07 | 0.07 |
| 4 | <i>Paspalum notatum</i> | <i>Pasto estrella</i> | 9750 | 0.133 | -2.02 | 0.27 |
| 5 | <i>Typha domingensis</i> | <i>Tule</i> | 30500 | 0.416 | -0.88 | 0.36 |
| 6 | <i>Urochloa mutica</i> | <i>Pasto pará</i> | 20500 | 0.280 | -1.27 | 0.36 |
| Total | | | 73250 | | | 1.4 |

Tabla 124. Valores de diversidad y equitatividad de especies de la vegetación de Tular del área del proyecto del estrato herbáceo.

| | |
|------------------------------|-----|
| Riqueza específica (S) | 6 |
| Índice de Shannon-Wiener (H) | 1.4 |
| Diversidad máxima (H max) | 1.8 |
| Equidad de Pielou (J) | 0.8 |
| Diferencia diversidad | 0.3 |

Este estrato presenta una riqueza específica de 6 especies, de acuerdo a la tabla anterior el estrato herbáceo posee un índice de biodiversidad de 1.4 bits/individuo, un índice de biodiversidad máxima de 1.8 bits/ind, y como cociente de los dos valores anteriormente mencionados el estrato cuenta con un índice de equitatividad de 0.8. Lo anterior determina que la biodiversidad de la comunidad herbácea es baja, de la misma manera se espera una media biodiversidad de acuerdo al valor máximo posible, se observa una clara existencia de una especie dominante (*Typha domingensis*) la cual se encuentra mayormente representada en el área del proyecto, sin embargo, estos organismos presentan ciclos anuales de desarrollo, por lo tanto, solo en temporadas favorables este estrato tendrá una alta diversidad.

⁴³ Magurran, A.E.1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, New Jersey.

IV.2.3.1.4.6. Resumen de los índices de diversidad y valor de importancia ecológica (IVIE) del Área del Proyecto y el Sistema ambiental regional.

*** Especies de Flora catalogadas en la NOM-059 SEMARNAT- 2010 en el SAR y AP**

Con base en los resultados del muestreo, no se registraron especies listadas bajo algún estatus, de acuerdo con la **NOM-059 SEMARNAT 2010** sin embargo, es importante mencionar que, como medida de prevención se propone el rescate de aquellos individuos que pudieran ser afectados durante el proceso de construcción. Las especificaciones se presentan en el Programa de rescate y reubicación de flora (**ANEXO "11.32"**).

*** Representatividad de las especies dentro del SAR y el AP**

En este apartado se presenta un análisis comparativo entre las especies presentes en el AP y el SAR, el análisis se divide por estratos; posteriormente se presenta un análisis comparativo de la diversidad.

De acuerdo con la tabla siguiente se puede observar que, para el caso del estrato arbustivo y herbáceo todas las especies presentes en el AP se encuentran representadas dentro del SAR, es importante señalar que el listado florístico para el área del SAR es mayor respecto al AP.

*** Selva baja caducifolia (SBC)**

Tabla 125. Listado de comparación de especies del estrato arbóreo de la vegetación SBC e IVIE %.

| SBC | | | SBC | | |
|---------------------------------|----------|---------|------------------------------------|----------|---------|
| Estrato arbóreo | | | Estrato arbóreo | | |
| Nombre científico | IVIE SAR | IVIE AP | Nombre científico | IVIE SAR | IVIE AP |
| <i>Acacia cornigera</i> | 4.6 | 9.9 | <i>Leucaena leucocephala</i> | 1.2 | 0.0 |
| <i>Acrocomia aculeata</i> | 1.7 | 0.0 | <i>Lonchocarpus punctatus</i> | 3.3 | 0.0 |
| <i>Bursera simaruba</i> | 2.3 | 3.7 | <i>Maclura tinctoria</i> | 2.5 | 5.3 |
| <i>Ceiba pentandra</i> | 3.0 | 0.0 | <i>Nectandra reticulata</i> | 1.9 | 0.0 |
| <i>Coccoloba barbadensis</i> | 8.9 | 14.0 | <i>Parmentiera aculeata</i> | 4.3 | 5.6 |
| <i>Cordia megalantha</i> | 3.3 | 4.4 | <i>Pithecellobium lanceolatum</i> | 7.5 | 12.5 |
| <i>Crescentia cujete</i> | 1.9 | 3.5 | <i>Podocarpus guatemalensis</i> | 0.4 | 0.0 |
| <i>Daphnopsis americana</i> | 3.0 | 3.4 | <i>Psidium guajava</i> | 2.1 | 0.0 |
| <i>Diphysa floribunda</i> | 2.4 | 0.0 | <i>Sabal mexicana</i> | 0.9 | 0.0 |
| <i>Ehretia tinifolia</i> | 2.5 | 5.9 | <i>Sapindus saponaria</i> | 1.9 | 0.0 |
| <i>Enterolobium cyclocarpum</i> | 1.4 | 0.0 | <i>Sapium lateriflorum</i> | 2.0 | 0.0 |
| <i>Erythrina falkersii</i> | 1.4 | 0.0 | <i>Spondias mombin</i> | 2.2 | 2.5 |
| <i>Ficus cotinifolia</i> | 2.9 | 0.0 | <i>Stemmadenia donnell-smithii</i> | 3.8 | 2.5 |
| <i>Ficus pertusa</i> | 1.7 | 0.0 | <i>Tabebuia rosea</i> | 7.3 | 4.9 |
| <i>Gliricidia sepium</i> | 2.0 | 7.1 | <i>Xylosma panamensis</i> | 0.5 | 1.3 |
| <i>Guazuma ulmifolia</i> | 10.2 | 13.4 | <i>Zanthoxylum caribaeum</i> | 2.8 | 0.0 |
| <i>Inga pavoniana</i> | 1.0 | 0.0 | <i>Zanthoxylum melanostictum</i> | 1.1 | 0.0 |

Tabla 126. Listado de comparación de especies del estrato arbustivo de la vegetación SBC e IVIE %.

| SBC | | | SBC | | |
|---------------------------------|----------|---------|-------------------------------|----------|---------|
| Estrato arbustivo | | | Estrato arbustivo | | |
| Nombre científico | IVIE SAR | IVIE AP | Nombre científico | IVIE SAR | IVIE AP |
| <i>Acacia farnesiana</i> | 1.2 | 3.7 | <i>Bromelia pinguin</i> | 0.4 | |
| <i>Acanthocereus tetragonus</i> | 1.1 | | <i>Callichlamys latifolia</i> | 9.1 | |
| <i>Aristolochia maxima</i> | 9.0 | 6.6 | <i>Cissus microcarpa</i> | 5.7 | 8.9 |
| <i>Bonellia macrocarpa</i> | 5.7 | 6.5 | <i>Dalbergia brownei</i> | 3.4 | 14.7 |

| SBC | | |
|--------------------------------|----------|---------|
| Estrato arbustivo | | |
| Nombre científico | IVIE SAR | IVIE AP |
| <i>Lantana achyranthifolia</i> | 0.5 | 3.1 |
| <i>Lasiacis divaricata</i> | 4.1 | 5.8 |
| <i>Malvaviscus arboreus</i> | 9.4 | 7.6 |
| <i>Mimosa dormiens</i> | 1.5 | 6.6 |
| <i>Mimosa polyantha</i> | 0.6 | 1.2 |
| <i>Oeceoclades maculata</i> | 6.0 | |
| <i>Oncidium carthagenense</i> | 2.8 | |
| <i>Paullinia fuscescens</i> | 7.9 | 15.0 |
| <i>Pisonia aculeata</i> | 5.8 | |

| SBC | | |
|-------------------------------------|----------|---------|
| Estrato arbustivo | | |
| Nombre científico | IVIE SAR | IVIE AP |
| <i>Prunus serotina var. Capulli</i> | 3.5 | 2.1 |
| <i>Randia aculeata</i> | 1.1 | 1.7 |
| <i>Rauvolfia tetraphylla</i> | 2.3 | 1.8 |
| <i>Senna obtusifolia</i> | 2.4 | 5.2 |
| <i>Serjania brachycarpa</i> | 1.8 | |
| <i>Smilax bona-nox</i> | 11.4 | 6.4 |
| <i>Solanum wrightii</i> | 1.7 | 3.0 |
| <i>Zanthoxylum fagara</i> | 1.5 | |

Tabla 127. Listado de comparación de especies del estrato herbáceo de la vegetación SBC.

| SBC | | |
|---|----------|---------|
| Estrato herbáceo | | |
| Nombre científico | IVIE SAR | IVIE AP |
| <i>Abutilon purpusii</i> | 4.7 | 0.0 |
| <i>Asclepias curassavica</i> | 1.6 | 0.0 |
| <i>Commelina rufipes</i> | 5.9 | 0.0 |
| <i>Ipomoea triloba</i> | 6.2 | 0.0 |
| <i>Ludwigia leptocarpa</i> | 4.1 | 0.0 |
| <i>Ludwigia palustris</i> | 2.2 | 0.0 |
| <i>Macroptilium atropurpureum</i> | 2.9 | 0.0 |
| <i>Megathyrus maximus</i> | 8.2 | 25.4 |
| <i>Momordica charantia</i> | 2.9 | 0.0 |
| <i>Oplismenus hirtellus subsp. setarius</i> | 6.9 | 0.0 |
| <i>Paspalum notatum</i> | 4.8 | 0.0 |
| <i>Petiveria alliacea</i> | 4.4 | 0.0 |
| <i>Philodendron sagittifolium</i> | 16.2 | 12.0 |
| <i>Ruellia blechum</i> | 3.5 | 4.9 |
| <i>Sagittaria lancifolia</i> | 3.9 | 0.0 |
| <i>Sicyos laciniatus</i> | 2.7 | 10.8 |
| <i>Sida glabra</i> | 5.9 | 13.3 |
| <i>Solanum citrinum</i> | 3.1 | 0.0 |
| <i>Urochloa mutica</i> | 10.0 | 33.7 |

*** TULAR (VT)**

Tabla 128. Listado de comparación de especies e IVIE % del estrato arbustivo de Tular.

| VT | | |
|--------------------------|----------|---------|
| Estrato arbustivo | | |
| Nombre científico | IVIE SAR | IVIE AP |
| <i>Cissus microcarpa</i> | 18.3 | 50.6 |
| <i>Mimosa polyantha</i> | 47.9 | 0.0 |
| <i>Ricinus communis</i> | 33.8 | 49.4 |

Tabla 129. Listado de comparación de especies e IVIE % del estrato herbáceo de la vegetación de Tular.

| VT | | |
|-----------------------------------|----------|---------|
| Estrato herbáceo | | |
| Nombre científico | IVIE SAR | IVIE AP |
| <i>Cyperus articulatus</i> | 4.3 | 0.0 |
| <i>Ipomoea triloba</i> | 7.3 | 14.5 |
| <i>Ludwigia leptocarpa</i> | 8.6 | 0.0 |
| <i>Macropodium atropurpureum</i> | 3.7 | 0.0 |
| <i>Megathyrus maximus</i> | 5.0 | 13.9 |
| <i>Momordica charantia</i> | 3.8 | 7.1 |
| <i>Paspalum notatum</i> | 7.7 | 14.2 |
| <i>Philodendron sagittifolium</i> | 5.8 | 0.0 |
| <i>Sagittaria lancifolia</i> | 10.8 | 0.0 |
| <i>Solanum citrinum</i> | 3.2 | 0.0 |
| <i>Typha domingensis</i> | 22.9 | 29.4 |
| <i>Urochloa mutica</i> | 16.8 | 20.9 |

- * Comparativa de los índices de diversidad para el AP y el SAR donde se ubica el proyecto.

Los resultados obtenidos por tipo de vegetación entre el AP y el SAR se muestran en la siguiente tabla.

- * **SELVA BAJA CADUCIFOLIA (SBC)**

Tabla 130. Comparativa de los índices de biodiversidad en las unidades de estudio.

| UNIDAD DE ANÁLISIS | ÍNDICE DE BIODIVERSIDAD | ESTRATO ARBÓREO | ESTRATO ARBUSTIVO | ESTRATO HERBÁCEO |
|----------------------------|-----------------------------|-----------------|-------------------|------------------|
| SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL | Riqueza de especies (S) | 34 | 25 | 19 |
| | Índice de Shannon (H) | 2.7 | 2.7 | 2.5 |
| | Equitatividad de Pielou (J) | 0.8 | 0.8 | 0.8 |
| ÁREA DEL PROYECTO | Riqueza de especies (S) | 16 | 17 | 6 |
| | Índice de Shannon (H) | 2.3 | 2.5 | 1.3 |
| | Equitatividad de Pielou (J) | 0.8 | 0.9 | 0.7 |

Para el área del SAR se obtuvo mayor número de especies en comparación con el AP, en general se encontraron 78 especies distribuidas en los 3 estratos para el SAR, mientras en el AP se encontraron 39.

En relación con el índice de Shannon existe un valor mayor el SAR en los 3 estratos; esto debido a que la distribución en el número individuos de cada especie no es homogénea.

Por último, el índice de Pielou nos da valores de equitatividad sensiblemente iguales para el SAR y el AP, los cuales son resultados bajos, indicando que la distribución en el número de individuos por especie se comportó de manera heterogénea, es decir se encontraron especies dominantes para estos estratos.

*** TULAR (VT)**

Tabla 131. Comparativa de los índices de biodiversidad en las unidades de estudio.

| UNIDAD DE ANÁLISIS | ÍNDICE DE BIODIVERSIDAD | ESTRATO ARBUSTIVO | ESTRATO HERBÁCEO |
|----------------------------|-----------------------------|-------------------|------------------|
| SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL | Riqueza de especies (S) | 3 | 12 |
| | Índice de Shannon (H) | 0.9 | 1.8 |
| | Equitatividad de Pielou (J) | 0.9 | 0.7 |
| ÁREA DEL PROYECTO | Riqueza de especies (S) | 2 | 6 |
| | Índice de Shannon (H) | 0.7 | 1.4 |
| | Equitatividad de Pielou (J) | 0.7 | 0.8 |

Para el área del SAR se obtuvo mayor número de especies en comparación con el AP, en general se encontraron 15 especies distribuidas en los 2 estratos para el SAR, mientras en el AP se encontraron 8.

En relación con el índice de Shannon existe un valor más alto en el área del SAR en comparación con el AP para el estrato arbustivo y herbáceo lo que indica que efectivamente la diversidad del SAR es mayor en riqueza de especies.

Por último, el índice de Pielou del estrato arbustivo y herbáceo se obtuvieron resultados menores a 0.90 para el SAR y el AP, indicando que la distribución en el número de individuos por especie se comportó de manera heterogénea.

IV.2.3.2. Fauna

IV.2.3.2.1. Especies potenciales por localizarse en el Sistema ambiental regional y Área del Proyecto

De acuerdo con la revisión bibliográfica realizada, la fauna posible a distribuirse en el área del proyecto se encuentra representada por 650 especies diferentes, de las cuales 433 pertenecen al grupo de ornitofauna, seguido del grupo de mastofauna con 85 y finalmente el grupo de herpetofauna con 132 especies.

Cabe mencionar que en la vegetación presente en el área del proyecto el cual comprende vegetación hidrófila como el tular (VT) y selva baja caducifolia (SBC) posee particular importancia en la conservación de aves, ya que muchos de estos sitios funcionan como hábitat permanente o como sitios de descanso durante la migración.

A continuación, se muestra un resumen de la fauna silvestre potencial presente en las áreas de análisis.

Tabla 132. Representatividad de los principales ejemplares terrestres, cuya distribución potencial corresponde al AP y SAR.

| GRUPO FAUNÍSTICO | FAMILIAS | ESPECIES | CATEGORÍA DE RIESGO | ENDÉMICA |
|------------------|------------|------------|---------------------|-----------|
| Ornitofauna | 66 | 433 | 66 | 10 |
| Mastofauna | 22 | 85 | 10 | 2 |
| Herpetofauna | 39 | 132 | 44 | 31 |
| TOTAL | 127 | 650 | 120 | 43 |

IV.2.3.2.1.1. Riqueza potencial de fauna en el sistema ambiental regional y área del proyecto

La fauna presente en un sitio conforme al tiempo y la situación espacial dependen de factores físicos y biológicos, uno de estos factores que determina la presencia de tal o cual especie es definitivamente la vegetación, tomando en consideración lo anterior, en la zona se presenta una mezcla de vegetaciones desde Manglares hasta climas tropicales, como lo son las Selvas baja caducifolia y algunos manchones de selva mediana subcaducifolia en las barrancas.

La estimación de las especies dentro de la zona de estudio se basó en las especies observadas en campo durante este estudio y se ha complementado con la revisión de diversas fuentes de información (literatura y sitios de internet) sobre la biodiversidad de la región para determinar otras especies registradas en la zona, por lo que el listado final de especies contiene especies observadas (en campo) y registradas (en las fuentes consultadas).

De acuerdo a lo anterior, la información de campo se complementó con la proveniente de diversas fuentes especializadas que incluyen datos sobre la ocurrencia de las especies, tipo de hábitat y hábitos y así como los mapas de la distribución de las mismas en la región del golfo de México y la

región de interés. Los sitios virtuales son las del IUCN (<http://www.iucnredlist.org/>), amphibian global assessment (www.amphibiaweb.org), AmphibiaWeb (<http://amphibiaweb.org>) the reptile database (<http://www.reptile-database.org/>), mammal species of the world (<http://www.bucknell.edu/msw3/>) y de la CONABIO (avesmx.conabio.gob.mx) y <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>.

Al llevar a cabo el análisis de fauna silvestre, se procedió a realizar la comparación de las especies presentes en el área del SAR con el AP para el tipo de vegetación analizado, arrojando los siguientes resultados;

Tabla 133. Lista de la Ornitofauna que potencialmente ocurre en las áreas de estudio; SAR y AP.

| ORNITOFAUNA | | | | | | | |
|---------------|-----------------------------------|-------------------------|-----------|--------------|------------------------|-------------|------|
| FAMILIA | ESPECIE | NOMBRE COMÚN | ENDEMISMO | DISTRIBUCION | NOM-059-SEMAR NAT-2010 | CITES | UICN |
| Accipitridae | <i>Accipiter cooperii</i> | Gavilán de Cooper | | MI,R | Pr | Apéndice II | LC |
| Accipitridae | <i>Accipiter striatus</i> | Gavilán Pecho Canela | | MI,R | Pr | Apéndice II | LC |
| Scolopacidae | <i>Actitis macularius</i> | Playero alzacolita | | MI | | | LC |
| Ardeidae | <i>Agamia agami</i> | Garza agami | | R | Pr | | VU |
| Icteridae | <i>Agelaius phoeniceus</i> | Tordo sargento | | R,MI | | | LC |
| Icteridae | <i>Agelaius tricolor</i> | Tordo tricolor | | R | | | LC |
| Passerellidae | <i>Aimophila rufescens</i> | Zacatonero Canelo | | R | | | LC |
| Trochilidae | <i>Amazilia candida</i> | Colibrí cándido | | R,MI | | Apéndice II | LC |
| Trochilidae | <i>Amazilia cyanocephala</i> | Colibrí corona azul | | R | | Apéndice II | LC |
| Trochilidae | <i>Amazilia tzacatl</i> | Colibrí Cola Canela | | R | | Apéndice II | LC |
| Trochilidae | <i>Amazilia yucatanensis</i> | Colibrí Vientre Canelo | | R | | Apéndice II | LC |
| Psittacidae | <i>Amazona albifrons</i> | Loro frente blanca | | R | Pr | Apéndice II | LC |
| Psittacidae | <i>Amazona autumnalis</i> | Loro Cachetes Amarillos | | R | A | Apéndice II | LC |
| Psittacidae | <i>Amazona finschi</i> | Loro corona lila | Endémica | R | P | Apéndice I | LC |
| Psittacidae | <i>Amazona oratrix</i> | Loro cabeza amarilla | | R | P | Apéndice I | EN |
| Icteridae | <i>Amblycercus holosericeus</i> | Cacique pico claro | | R | | | LC |
| Passerellidae | <i>Ammodramus savannarum</i> | Gorrión chapulín | | MI,R | | | LC |
| Furnariidae | <i>Anabacerthia variegaticeps</i> | Musguero Trepador | | R | | | LC |
| Anatidae | <i>Anas acuta</i> | Pato golondrino | | MI | | | LC |
| Anatidae | <i>Anas crecca</i> | Cerceta Alas Verdes | | MI | | | LC |
| Anatidae | <i>Anas fulvigula</i> | Pato tejano | | R,MI | A | | LC |
| Anhingaidae | <i>Anhinga anhinga</i> | Aninga americana | | R | | | LC |
| Anatidae | <i>Anser albifrons</i> | Ganso Careto Mayor | | MI | | | LC |

| ORNITOFAUNA | | | | | | | |
|---------------|---------------------------------|----------------------------------|------------------|--------------|------------------------|--------------|-------|
| FAMILIA | ESPECIE | NOMBRE COMÚN | ENDEMISMO | DISTRIBUCION | NOM-059-SEMAR NAT-2010 | CITES | UIC N |
| Trochilidae | <i>Anthracothorax prevostii</i> | Colibrí garganta negra | | R,MV,MI | | Apéndice II | LC |
| Motacillidae | <i>Anthus rubescens</i> | Bisbita Norteamericana | | MI | | | LC |
| Motacillidae | <i>Anthus spragueii</i> | Bisbita llanera | | MI | | | VU |
| Caprimulgidae | <i>Antrastomus arizonae</i> | Tapacaminos Cuerporruín Mexicano | | R,MV | | | LC |
| Caprimulgidae | <i>Antrastomus carolinensis</i> | Tapacaminos de Carolina | | T,MI | | | LC |
| Caprimulgidae | <i>Antrastomus salvini</i> | Tapacamimos Ticurú | Endémica | R | | | LC |
| Caprimulgidae | <i>Antrastomus vociferus</i> | Tapacaminos Cuerporruín Norteño | | MI | | | LC |
| Accipitridae | <i>Aquila chrysaetos</i> | Águila real | | MI,R | A | Apéndice II | LC |
| Rallidae | <i>Aramides albiventris</i> | Rascón nuca canela | | R | | | NR |
| Aramidae | <i>Aramus guarana</i> | Carrao | | R | A | | LC |
| Trochilidae | <i>Archilochus colubris</i> | Colibrí garganta rubí | | MI,T | | Apéndice II | LC |
| Ardeidae | <i>Ardea alba</i> | Garza blanca | | MI,R | | | LC |
| Ardeidae | <i>Ardea herodias</i> | Garza morena | | MI,R | | | LC |
| Scolopacidae | <i>Arenaria interpres</i> | Vuelvepiedras rojizo | | MI | | | LC |
| Passerellidae | <i>Arremon brunneinucha</i> | Rascador Gorra Castaña | | R | | | LC |
| Passerellidae | <i>Arremonops rufivirgatus</i> | Rascador oliváceo | | R | | | LC |
| Strigidae | <i>Athene cunicularia</i> | Tecolote llanero | | R,MI | | Apéndice II | LC |
| Passerellidae | <i>Atlapetes albinucha</i> | Rascador Nuca Blanca | | R | | | LC |
| Tyrannidae | <i>Attila spadiceus</i> | Mosquero Atila | | R | | | LC |
| Furnariidae | <i>Automolus ochrolaemus</i> | Musguero Garganta Pálida | | R | Pr | | LC |
| Anatidae | <i>Aythya affinis</i> | Pato Boludo Menor | | MI | | | LC |
| Anatidae | <i>Aythya americana</i> | Pato cabeza roja | | MI,R | | | LC |
| Anatidae | <i>Aythya collaris</i> | Pato pico anillado | | MI | | | LC |
| Anatidae | <i>Aythya valisineria</i> | Pato coacoxtle | | MI | | | LC |
| Paridae | <i>Baeolophus atricristatus</i> | Carbonero cresta negra | | R | | | LC |
| Scolopacidae | <i>Bartramia longicauda</i> | Zarapito ganga | | T | | | LC |
| Parulidae | <i>Basileuterus rufifrons</i> | Chipe Gorra Canela | | R | | | LC |
| Bombycillidae | <i>Bombycilla cedrorum</i> | Chinito | | MI | | | LC |
| Ardeidae | <i>Botaurus lentiginosus</i> | Avetoro norteño | | MI,R | A | | LC |
| Ardeidae | <i>Botaurus pinnatus</i> | Avetoro neotropical | | R | A | | LC |
| Ardeidae | <i>Bubulcus ibis</i> | Garza ganadera africana | Exótica-Invasora | R,MI | | | LC |
| Burhinidae | <i>Burhinus bistriatus</i> | Alcaraván americano | | R | | Apéndice III | LC |
| Accipitridae | <i>Busarellus nigricollis</i> | Aguililla canela | | R | Pr | Apéndice II | LC |

| ORNITOFAUNA | | | | | | | |
|---------------|-------------------------------------|--------------------------|-----------|--------------|------------------------|-------------|------|
| FAMILIA | ESPECIE | NOMBRE COMÚN | ENDEMISMO | DISTRIBUCION | NOM-059-SEMAR NAT-2010 | CITES | UICN |
| Accipitridae | <i>Buteo albonotatus</i> | Aguililla aura | | MI,MV,R | Pr | Apéndice II | LC |
| Accipitridae | <i>Buteo brachyurus</i> | Aguililla cola corta | | R | | Apéndice II | LC |
| Accipitridae | <i>Buteo jamaicensis</i> | Aguililla cola roja | | R,MI | | Apéndice II | LC |
| Accipitridae | <i>Buteo lineatus</i> | Aguililla pecho rojo | | MI,R | Pr | Apéndice II | LC |
| Accipitridae | <i>Buteo plagiatus</i> | Aguililla gris | | R | | Apéndice II | LC |
| Accipitridae | <i>Buteo platypterus</i> | Aguililla Alas Anchas | | T,MI | Pr | Apéndice II | LC |
| Accipitridae | <i>Buteo swainsoni</i> | Aguililla de Swainson | | T,MV | Pr | Apéndice II | LC |
| Accipitridae | <i>Buteogallus anthracinus</i> | Aguililla Negra Menor | | R,MV | Pr | Apéndice II | LC |
| Accipitridae | <i>Buteogallus urubitinga</i> | Aguililla Negra Mayor | | R | Pr | Apéndice II | LC |
| Ardeidae | <i>Butorides striata</i> | Garcita verdosa | | R | | | LC |
| Ardeidae | <i>Butorides virescens</i> | Garcita Verde | | R,MI | | | LC |
| Anatidae | <i>Cairina moschata</i> | Pato real | | R | P | | LC |
| Calcariidae | <i>Calcarius lapponicus</i> | Escribano ártico | | A | | | LC |
| Scolopacidae | <i>Calidris alba</i> | Playero blanco | | MI | | | LC |
| Scolopacidae | <i>Calidris alpina</i> | Playero dorso rojo | | MI | | | LC |
| Scolopacidae | <i>Calidris bairdii</i> | Playero de Baird | | T | | | LC |
| Scolopacidae | <i>Calidris canutus</i> | Playero Rojo | | MI | | | NT |
| Scolopacidae | <i>Calidris fuscicollis</i> | Playero rabadilla blanca | | T | | | LC |
| Scolopacidae | <i>Calidris himantopus</i> | Playero zancón | | MI,T | | | LC |
| Scolopacidae | <i>Calidris mauri</i> | Playero occidental | | MI,T | A | | LC |
| Scolopacidae | <i>Calidris melanotos</i> | Playero pectoral | | T,MI | | | LC |
| Scolopacidae | <i>Calidris minutilla</i> | Playero Diminuto | | MI | | | LC |
| Scolopacidae | <i>Calidris pusilla</i> | Playero semipalmeado | | T,MI | | | NT |
| Scolopacidae | <i>Calidris subruficollis</i> | Playero Ocre | | T | | | NT |
| Picidae | <i>Campephilus guatemalensis</i> | Carpintero Pico Plateado | | R | Pr | | LC |
| Tyrannidae | <i>Camptostoma imberbe</i> | Mosquerito Chillón | | R | | | LC |
| Troglodytidae | <i>Campylorhynchus megalopterus</i> | Matraca barrada | Endémica | R | | | LC |
| Troglodytidae | <i>Campylorhynchus rufinucha</i> | Matraca Nuca Canela | | R | | | LC |

| ORNITOFAUNA | | | | | | | |
|---------------|---|------------------------------|----------------|------------------|---------------------------------------|-------------|----------|
| FAMILIA | ESPECIE | NOMBRE COMÚN | ENDEMI SM O | DISTRIBU CION | NOM- 059- SEMAR NAT- 2010 | CITES | UIC N |
| Troglodytidae | <i>Campylorhynchus zonatus</i> | Matraca tropical | | R | | | LC |
| Falconidae | <i>Caracara cheriway</i> | Caracara quebrantahuesos | | R | | Apéndice II | LC |
| Parulidae | <i>Cardellina canadensis</i> | Chipe de collar | | T | | | LC |
| Parulidae | <i>Cardellina pusilla</i> | Chipe corona negra | | MI | | | LC |
| Cardinalidae | <i>Cardinalis cardinalis</i> | Cardenal rojo | | R | | | LC |
| Cardinalidae | <i>Caryothraustes poliogaster</i> | Picogordo cara negra | | R | | | LC |
| Cathartidae | <i>Cathartes aura</i> | Buitre americano cabecirrojo | | R | | | LC |
| Cathartidae | <i>Cathartes burrovianus</i> | Zopilote sabanero | | R | Pr | | LC |
| Turdidae | <i>Catharus aurantiirostris</i> | Zorzal pico naranja | | R,MI | | | LC |
| Turdidae | <i>Catharus fuscescens</i> | Zorzal Canelo | | T | | | LC |
| Turdidae | <i>Catharus guttatus</i> | Zorzal Cola Canela | | MI | | | LC |
| Turdidae | <i>Catharus minimus</i> | Zorzal cara gris | | T | | | LC |
| Turdidae | <i>Catharus ustulatus</i> | Zorzal de Anteojos | | T,MI | | | LC |
| Troglodytidae | <i>Catherpes mexicanus</i> | Saltapared Barranqueño | | R | | | LC |
| Apodidae | <i>Chaetura pelagica</i> | Vencejo de chimenea | | T | | | NT |
| Apodidae | <i>Chaetura vauxi</i> | Vencejo de Vaux | | R,T | | | LC |
| Charadriidae | <i>Charadrius alexandrinus</i> | Chorlo nevado | | MI,MV,R | | | LC |
| Charadriidae | <i>Charadrius collaris</i> | Chorlo de collar | | R | | | LC |
| Charadriidae | <i>Charadrius melodus</i> | Chorlo chiflador | | MI | P | | NT |
| Charadriidae | <i>Charadrius nivosus</i> | Chorlo nevado | | MI,MV,R | A | | NT |
| Charadriidae | <i>Charadrius semipalmatus</i> | Chorlo semipalmeado | | MI | | | LC |
| Charadriidae | <i>Charadrius vociferus</i> | Chorlo tildío | | R,MI | | | LC |
| Charadriidae | <i>Charadrius wilsonia</i> | Chorlo pico grueso | | R,MI | | | LC |
| Laridae | <i>Chlidonias niger</i> | Charrán negro | | T,MI | | | LC |
| Alcedinidae | <i>Chloroceryle aenea</i> | Martín pescador enano | | R | | | LC |
| Alcedinidae | <i>Chloroceryle amazona</i> | Martín pescador amazónico | | R | | | LC |
| Alcedinidae | <i>Chloroceryle americana</i> | Martín pescador verde | | R | | | LC |
| Trochilidae | <i>Chlorostilbon canivetii</i> | Esmeralda Oriental | | R | | Apéndice II | LC |
| Trochilidae | <i>Chlorostilbon canivetii subsp. canivetii</i> | Esmeralda tijereta | Endémica | R | | Apéndice II | LC |
| Passerellidae | <i>Chondestes grammacus</i> | Gorrión arlequín | | MI,R | | | LC |
| Accipitridae | <i>Chondrohierax uncinatus</i> | Gavilán Pico de Gancho | | MI,R | Pr | Apéndice II | LC |
| Caprimulgidae | <i>Chordeiles acutipennis</i> | Chotacabras menor | | MV,MI,R | | | LC |
| Caprimulgidae | <i>Chordeiles minor</i> | Chotacabras zumbón | | MV,T | | | LC |
| Laridae | <i>Chroicocephalus philadelphia</i> | Gaviota de Bonaparte | | MI | | | LC |
| Strigidae | <i>Ciccaba virgata</i> | Búho café | | R | | Apéndice II | LC |
| Accipitridae | <i>Circus hudsonius</i> | Gavilán rastrero | | MI,R | | Apéndice II | LC |

| ORNITOFAUNA | | | | | | | |
|----------------|----------------------------------|----------------------------|------------------|--------------|------------------------|--------------|-------|
| FAMILIA | ESPECIE | NOMBRE COMÚN | ENDEMISMO | DISTRIBUCION | NOM-059-SEMAR NAT-2010 | CITES | UIC N |
| Columbidae | <i>Claravis pretiosa</i> | Tórtola azul | | R | | | LC |
| Cuculidae | <i>Coccyzus americanus</i> | Cuclillo pico amarillo | | MV,T | | | LC |
| Cuculidae | <i>Coccyzus erythrophthalmus</i> | Cuclillo pico negro | | T | | | LC |
| Cuculidae | <i>Coccyzus minor</i> | Cuclillo manglero | | R | | | LC |
| Ardeidae | <i>Cochlearius cochlearius</i> | Garza cucharón | | R | | | LC |
| Odontophoridae | <i>Colinus virginianus</i> | Codorniz cotuí | | R | | | NT |
| Columbidae | <i>Columba livia</i> | Paloma asiática bravía | Exótica-Invasora | R | | | LC |
| Columbidae | <i>Columbina inca</i> | Tortolita Cola Larga | | R | | | LC |
| Columbidae | <i>Columbina minuta</i> | Tortolita Pecho Liso | | R | | | LC |
| Columbidae | <i>Columbina passerina</i> | Tortolita Pico Rojo | | R | | | LC |
| Columbidae | <i>Columbina talpacoti</i> | Tortolita Canela | | R | | | LC |
| Tyrannidae | <i>Contopus cinereus</i> | Papamoscas Tropical | | R | | | LC |
| Tyrannidae | <i>Contopus cooperi</i> | Papamoscas Boreal | | T,MI,MV | | | NT |
| Tyrannidae | <i>Contopus pertinax</i> | Papamoscas José María | | R | | | LC |
| Tyrannidae | <i>Contopus sordidulus</i> | Papamoscas del Oeste | | MV,T | | | LC |
| Tyrannidae | <i>Contopus virens</i> | Papamoscas del Este | | T | | | LC |
| Cathartidae | <i>Coragyps atratus</i> | Zopilote común | | R | | | LC |
| Corvidae | <i>Corvus corax</i> | Cuervo común | | R | | | LC |
| Cuculidae | <i>Crotophaga sulcirostris</i> | Garrapatero pijuy | | R | | | LC |
| Cardinalidae | <i>Cyanocompsa parellina</i> | Colorín azulnegro | | R | | | LC |
| Corvidae | <i>Cyanocorax yncas</i> | Chara verde | | R | | | LC |
| Corvidae | <i>Cyanocorax yucatanicus</i> | Chara yucateca | | R | | | LC |
| Corvidae | <i>Cyanolyca cucullata</i> | Chara gorro azul | | R | A | | LC |
| Vireonidae | <i>Cyclarhis gujanensis</i> | Vireón Cejas Canela | | R | | | LC |
| Apodidae | <i>Cypseloides niger</i> | Vencejo negro | | MV,T | | | LC |
| Odontophoridae | <i>Dactylortyx thoracicus</i> | Codorniz silbadora | | R | Pr | | LC |
| Anatidae | <i>Dendrocygna autumnalis</i> | Pijije Alas Blancas | | R | | Apéndice III | LC |
| Anatidae | <i>Dendrocygna bicolor</i> | Pijije canelo | | R | | Apéndice III | LC |
| Icteridae | <i>Dives dives</i> | Tordo cantor | | R | | | LC |
| Icteridae | <i>Dolichonyx oryzivorus</i> | Tordo arrocero | | T | | | LC |
| Trochilidae | <i>Doricha eliza</i> | Colibrí Tijereta Mexicano | Endémica | R | P | Apéndice II | NT |
| Picidae | <i>Dryocopus lineatus</i> | Carpintero lineado | | R | | | LC |
| Mimidae | <i>Dumetella carolinensis</i> | Maullador gris | | MI | | | LC |
| Ardeidae | <i>Egretta caerulea</i> | Garza azul | | MI,R | | | LC |
| Ardeidae | <i>Egretta rufescens</i> | Garza rojiza | | MI,R | P | | NT |
| Ardeidae | <i>Egretta thula</i> | Garza dedos dorados | | MI,R | | | LC |
| Ardeidae | <i>Egretta tricolor</i> | Garza tricolor | | MI,R | | | LC |
| Tyrannidae | <i>Elaenia flavogaster</i> | Mosquero Elaenia Copetón | | R | | | LC |
| Accipitridae | <i>Elanoides forficatus</i> | Milano tijereta | | T,MV | Pr | Apéndice II | LC |
| Accipitridae | <i>Elanus leucurus</i> | Milano cola blanca | | R | | Apéndice II | LC |
| Tyrannidae | <i>Empidonax albigularis</i> | Papamoscas Garganta Blanca | | MI,MV,R | | | LC |

| ORNITOFAUNA | | | | | | | |
|-------------------|---------------------------------|----------------------------------|-----------|--------------|------------------------|-------------|------|
| FAMILIA | ESPECIE | NOMBRE COMÚN | ENDEMISMO | DISTRIBUCION | NOM-059-SEMAR NAT-2010 | CITES | UICN |
| Tyrannidae | <i>Empidonax alnorum</i> | Papamoscas Ailero | | T | | | LC |
| Tyrannidae | <i>Empidonax flaviventris</i> | Papamoscas Vientre Amarillo | | MI | | | LC |
| Tyrannidae | <i>Empidonax minimus</i> | Papamoscas Chico | | MI | | | LC |
| Tyrannidae | <i>Empidonax traillii</i> | Papamoscas Saucero | | MI | | | LC |
| Tyrannidae | <i>Empidonax virescens</i> | Papamoscas Verdoso | | T | | | LC |
| Threskiornithidae | <i>Eudocimus albus</i> | Ibis blanco | | R,MI | | | LC |
| Fringillidae | <i>Euphonia affinis</i> | Eufonia garganta negra | | R | | | LC |
| Fringillidae | <i>Euphonia hirundinacea</i> | Eufonia garganta amarilla | | R | | | LC |
| Psittacidae | <i>Eupsittula canicularis</i> | Perico frente naranja | | R | Pr | Apéndice II | LC |
| Psittacidae | <i>Eupsittula nana</i> | Perico pecho sucio | | R | Pr | Apéndice II | NT |
| Falconidae | <i>Falco columbarius</i> | Halcón esmerejón | | MI | | Apéndice II | LC |
| Falconidae | <i>Falco femoralis</i> | Halcón fajado | | R | A | Apéndice II | LC |
| Falconidae | <i>Falco peregrinus</i> | Halcón peregrino | | R,MI | Pr | Apéndice I | LC |
| Falconidae | <i>Falco rufifigularis</i> | Halcón murcielaguero | | R | | Apéndice II | LC |
| Falconidae | <i>Falco sparverius</i> | Cernícalo americano | | R,MI | | Apéndice II | LC |
| Fregatidae | <i>Fregata magnificens</i> | Fragata Tijereta | | R | | | LC |
| Rallidae | <i>Fulica americana</i> | Gallareta americana | | R,MI | | | LC |
| Scolopacidae | <i>Gallinago delicata</i> | Agachona Norteamericana | | MI | | | LC |
| Rallidae | <i>Gallinula galeata</i> | Gallineta Frente Roja | | R,MI | | | LC |
| Laridae | <i>Gelochelidon nilotica</i> | Charrán pico grueso | | R,MI | | | LC |
| Cuculidae | <i>Geococcyx velox</i> | Correcaminos tropical | | R | | | LC |
| Parulidae | <i>Geothlypis formosa</i> | Chipe patilludo | | MI | | | LC |
| Parulidae | <i>Geothlypis philadelphia</i> | Chipe de Pechera | | T,MI | | | LC |
| Parulidae | <i>Geothlypis poliocephala</i> | Mascarita pico grueso | | R | | | LC |
| Parulidae | <i>Geothlypis tolmiei</i> | Chipe Lores Negros | | MI | A | | LC |
| Parulidae | <i>Geothlypis trichas</i> | Mascarita común | | MI,R | | | LC |
| Columbidae | <i>Geotrygon montana</i> | Paloma Canela | | R | | | LC |
| Accipitridae | <i>Geranoaetus albicaudatus</i> | Aguililla cola blanca | | R | Pr | Apéndice II | LC |
| Accipitridae | <i>Geranospiza caerulescens</i> | Gavilán zancón | | R | Pr | Apéndice II | LC |
| Strigidae | <i>Glaucidium brasilianum</i> | Tecolote bajoño | | R | | Apéndice II | LC |
| Cardinalidae | <i>Habia fuscicauda</i> | Piranga Hormiguera Garganta Roja | | R | | | LC |
| Cardinalidae | <i>Habia rubica</i> | Piranga Hormiguera Corona Roja | | R | | | LC |
| Accipitridae | <i>Haliaeetus leucocephalus</i> | Águila cabeza blanca | | MI,R | P | Apéndice II | LC |

| ORNITOFAUNA | | | | | | | |
|------------------|---|------------------------------|-----------|--------------|------------------------|-------------|------|
| FAMILIA | ESPECIE | NOMBRE COMÚN | ENDEMISMO | DISTRIBUCION | NOM-059-SEMAR NAT-2010 | CITES | UICN |
| Heliornithidae | <i>Heliornis fulica</i> | Pájaro cantil | | R | Pr | | LC |
| Parulidae | <i>Helmitheros vermivorum</i> | Chipe gusanero | | MI | | | LC |
| Troglodytidae | <i>Henicorhina leucosticta</i> | Saltapared Pecho Blanco | | R | | | LC |
| Falconidae | <i>Herpetotheres cachinnans</i> | Halcón guaco | | R | | Apéndice II | LC |
| Recurvirostridae | <i>Himantopus mexicanus</i> | Monjita Americana | | R,MI | | | LC |
| Hirundinidae | <i>Hirundo rustica</i> | Golondrina tijereta | | MV,MI,R,T | | | LC |
| Laridae | <i>Hydroprogne caspia</i> | Charrán del Caspio | | MI,R | | | LC |
| Caprimulgidae | <i>Hydropsalis maculicaudus</i> | Tapacaminos Sabanero | | R | | | LC |
| Trochilidae | <i>Hylocharis leucotis</i> | Zafiro Orejas Blancas | | R | | Apéndice II | LC |
| Turdidae | <i>Hylocichla mustelina</i> | Zorzal Moteado | | MI | | | NT |
| Icteriidae | <i>Icteria virens</i> | Chipe Grande | | MI,MV | | | LC |
| Icteridae | <i>Icterus bullockii</i> | Calandria Cejas Naranjas | | MI,MV | | | LC |
| Icteridae | <i>Icterus cucullatus</i> | Calandria Dorso Negro Menor | | MI,MV,R | | | LC |
| Icteridae | <i>Icterus galbula</i> | Calandria de Baltimore | | MI | | | LC |
| Icteridae | <i>Icterus graduacauda</i> | Calandria Capucha Negra | | R | | | LC |
| Icteridae | <i>Icterus gularis</i> | Calandria Dorso Negro Mayor | | R | | | LC |
| Icteridae | <i>Icterus mesomelas</i> | Calandria Cola Amarilla | | R | | | LC |
| Icteridae | <i>Icterus prothemelas</i> | Calandria Caperuza Negra | | R | | | LC |
| Icteridae | <i>Icterus spurius</i> | Calandria Castaña | | MI,MV | | | LC |
| Icteridae | <i>Icterus spurius subsp. fuertesii</i> | Calandria Veracruzana | | MI,MV | Pr | | LC |
| Accipitridae | <i>Ictinia mississippiensis</i> | Milano de Mississippi | | T | Pr | Apéndice II | LC |
| Ardeidae | <i>Ixobrychus exilis</i> | Avetoro Menor | | MI,R | Pr | | LC |
| Ciconiidae | <i>Jabiru myrteria</i> | Cigüeña jabirú | | R | P | Apéndice I | LC |
| Jacaniidae | <i>Jacana spinosa</i> | Jacana norteña | | R | | | LC |
| Laniidae | <i>Lanius ludovicianus</i> | Verdugo Americano | | R,MI | | | NT |
| Laridae | <i>Larus argentatus</i> | Gaviota Plateada | | MI | | | LC |
| Laridae | <i>Larus californicus</i> | Gaviota californiana | | MI | | | LC |
| Laridae | <i>Larus delawarensis</i> | Gaviota pico anillado | | MI | | | LC |
| Rallidae | <i>Laterallus exilis</i> | Polluela Pecho Gris | | R | | | LC |
| Rallidae | <i>Laterallus ruber</i> | Polluela Canela | | R | | | LC |
| Tyrannidae | <i>Legatus leucophaeus</i> | Papamoscas Rayado Chico | | MV | | | LC |
| Furnariidae | <i>Lepidocolaptes affinis</i> | Trepatroncos corona punteada | | R | | | LC |
| Columbidae | <i>Leptotila plumbeiceps</i> | Paloma Cabeza Gris | | R | | | LC |
| Columbidae | <i>Leptotila verreauxi</i> | Paloma arroyera | | R | | | LC |
| Laridae | <i>Leucophaeus atricilla</i> | Gaviota reidora | | MI,R | | | LC |
| Laridae | <i>Leucophaeus pipixcan</i> | Gaviota de Franklin | | T | | | LC |

| ORNITOFAUNA | | | | | | | |
|---------------|----------------------------------|-----------------------------|------------------|--------------|------------------------|-------------|------|
| FAMILIA | ESPECIE | NOMBRE COMÚN | ENDEMISMO | DISTRIBUCION | NOM-059-SEMAR NAT-2010 | CITES | UICN |
| Scolopacidae | <i>Limnodromus griseus</i> | Costurero pico corto | | MI | | | LC |
| Scolopacidae | <i>Limnodromus scolopaceus</i> | Costurero pico largo | | MI | | | LC |
| Parulidae | <i>Limnothlypis swainsonii</i> | Chipe corona café | | MI | Pr | | LC |
| Scolopacidae | <i>Limosa fedoa</i> | Picopando canelo | | MI | A | | LC |
| Scolopacidae | <i>Limosa haemastica</i> | Picopando del Este | | T | | | LC |
| Anatidae | <i>Mareca americana</i> | Pato chalcuán | | MI | | | LC |
| Anatidae | <i>Mareca strepera</i> | Pato friso | | MI | | | LC |
| Alcedinidae | <i>Megaceryle alcyon</i> | Martín pescador norteño | | MI | | | LC |
| Alcedinidae | <i>Megaceryle torquata</i> | Martín pescador de collar | | R | | | LC |
| Tyrannidae | <i>Megarynchus pitangua</i> | Luis pico grueso | | R | | | LC |
| Strigidae | <i>Megascops guatemalae</i> | Tecolote Sapo | | R | | | LC |
| Picidae | <i>Melanerpes aurifrons</i> | Carpintero cheje | | R | | | LC |
| Picidae | <i>Melanerpes formicivorus</i> | Carpintero bellotero | | R | | | LC |
| Passerellidae | <i>Melospiza lincolni</i> | Gorrión de Lincoln | | MI | | | LC |
| Anatidae | <i>Mergus serrator</i> | Mergo copetón | | MI | | | LC |
| Falconidae | <i>Micrastur semitorquatus</i> | Halcón Selvático de Collar | | R | Pr | Apéndice II | LC |
| Mimidae | <i>Mimus gilvus</i> | Centzontle tropical | | R | | | LC |
| Mimidae | <i>Mimus polyglottos</i> | Centzontle norteño | | R,MI | | | LC |
| Tyrannidae | <i>Mitrephanes phaeocercus</i> | Papamoscas Copetón | | R | | | LC |
| Parulidae | <i>Mniotilta varia</i> | Chipe trepador | | MI | | | LC |
| Icteridae | <i>Molothrus aeneus</i> | Tordo Ojos Rojos | | R,MV | | | LC |
| Icteridae | <i>Molothrus ater</i> | Tordo cabeza café | | R,MI | | | LC |
| Icteridae | <i>Molothrus oryzivorus</i> | Tordo gigante | | R | | | LC |
| Momotidae | <i>Momotus coeruliceps</i> | Momoto corona azul | Endémica | R | | | LC |
| Momotidae | <i>Momotus lessonii</i> | Momoto Corona Negra | | R | | | LC |
| Turdidae | <i>Myadestes occidentalis</i> | Clarín jilguero | | R | Pr | | LC |
| Ciconiidae | <i>Mycteria americana</i> | Cigüeña americana | | MI,R | Pr | | LC |
| Tyrannidae | <i>Myiarchus cinerascens</i> | Papamoscas cenizo | | MI,MV,R | | | LC |
| Tyrannidae | <i>Myiarchus crinitus</i> | Papamoscas viajero | | MI | | | LC |
| Tyrannidae | <i>Myiarchus tuberculifer</i> | Papamoscas triste | | R | | | LC |
| Tyrannidae | <i>Myiarchus tyrannulus</i> | Papamoscas Gritón | | R,MV | | | LC |
| Tyrannidae | <i>Myiodynastes luteiventris</i> | Papamoscas Rayado Común | | MV | | | LC |
| Tyrannidae | <i>Myiopagis viridicata</i> | Mosquerito Verdoso | | R | | | LC |
| Psittacidae | <i>Myiopsitta monachus</i> | Perico Monje Argentino | Exótica-Invasora | R | | | LC |
| Tyrannidae | <i>Myiozetetes similis</i> | Luisito Común | | R | | | LC |
| Anatidae | <i>Nomonyx dominicus</i> | Pato enmascarado | | R | A | | LC |
| Scolopacidae | <i>Numenius americanus</i> | Zarapito pico largo | | MI | | | LC |
| Scolopacidae | <i>Numenius phaeopus</i> | Zarapito trinador | | MI | | | LC |
| Ardeidae | <i>Nyctanassa violacea</i> | Garza Nocturna Corona Clara | | R,MI | | | LC |

| ORNITOFAUNA | | | | | | | |
|-------------------|----------------------------------|-----------------------------|------------------|--------------|------------------------|--------------|------|
| FAMILIA | ESPECIE | NOMBRE COMÚN | ENDEMISMO | DISTRIBUCION | NOM-059-SEMAR NAT-2010 | CITES | UICN |
| Nyctibiidae | <i>Nyctibius jamaicensis</i> | Pájaro Estaca Norteño | | R | | | LC |
| Ardeidae | <i>Nycticorax nycticorax</i> | Garza Nocturna Corona Negra | | R,MI | | | LC |
| Caprimulgidae | <i>Nyctidromus albigollis</i> | Chotacabras pauraque | | R | | | LC |
| Cracidae | <i>Ortalis vetula</i> | Chachalaca Oriental | | R | | Apéndice III | LC |
| Anatidae | <i>Oxyura jamaicensis</i> | Pato tepalcate | | MI,R | | | LC |
| Tityridae | <i>Pachyramphus aglaiae</i> | Cabezón Degollado | | R | | | LC |
| Tityridae | <i>Pachyramphus major</i> | Cabezón Mexicano | | R | | | LC |
| Pandionidae | <i>Pandion haliaetus</i> | Águila pescadora | | MI,R | | Apéndice II | LC |
| Accipitridae | <i>Parabuteo unicinctus</i> | Aguililla rojinegra | | R | Pr | Apéndice II | LC |
| Parulidae | <i>Parkesia motacilla</i> | Chipe arroyero | | MI | | | LC |
| Parulidae | <i>Parkesia noveboracensis</i> | Chipe charquero | | MI | | | LC |
| Passeridae | <i>Passer domesticus</i> | Gorrión Europeo | Exótica-Invasora | R | | | LC |
| Passerellidae | <i>Passerculus sandwichensis</i> | Gorrión sabanero | | MI,R | | | LC |
| Cardinalidae | <i>Passerina caerulea</i> | Picogordo azul | | MI,R,MV | | | LC |
| Cardinalidae | <i>Passerina ciris</i> | Colorín sietecolores | | MI,MV | Pr | | NT |
| Cardinalidae | <i>Passerina cyanea</i> | Colorín azul | | MI | | | LC |
| Cardinalidae | <i>Passerina versicolor</i> | Colorín morado | | R,MV | | | LC |
| Columbidae | <i>Patagioenas fasciata</i> | Paloma Encinera | | R,MI | | | LC |
| Columbidae | <i>Patagioenas flavirostris</i> | Paloma morada | | R | | | LC |
| Pelecanidae | <i>Pelecanus erythrorhynchos</i> | Pelícano Blanco Americano | | MI | | | LC |
| Pelecanidae | <i>Pelecanus occidentalis</i> | Pelícano café | | R,MI | | | LC |
| Hirundinidae | <i>Petrochelidon pyrrhonota</i> | Golondrina risquera | | MV,T | | | LC |
| Passerellidae | <i>Peucaea botterii</i> | Zacatonero de Botteri | | R | | | LC |
| Phaethontidae | <i>Phaethon aethereus</i> | Rabijunco pico rojo | | R,O | A | | LC |
| Phalacrocoracidae | <i>Phalacrocorax auritus</i> | Cormorán Orejón | | MI,R | | | LC |
| Phalacrocoracidae | <i>Phalacrocorax brasilianus</i> | Cormorán neotropical | | R | | | LC |
| Scolopacidae | <i>Phalaropus tricolor</i> | Falaropo pico largo | | T,MI | | | LC |
| Cardinalidae | <i>Pheucticus ludovicianus</i> | Picogordo Degollado | | MI,T | | | LC |
| Troglodytidae | <i>Pheugopedius maculipectus</i> | Saltapared Moteado | | R | | | LC |
| Cuculidae | <i>Piaya cayana</i> | Cuclillo Canelo | | R | | | LC |
| Psittacidae | <i>Pionus senilis</i> | Loro corona blanca | | R | A | Apéndice II | LC |
| Passerellidae | <i>Pipilo ocai</i> | Rascador de Collar | Endémica | R | | | LC |
| Cardinalidae | <i>Piranga ludoviciana</i> | Piranga capucha roja | | MI | | | LC |
| Cardinalidae | <i>Piranga olivacea</i> | Piranga escarlata | | T | | | LC |

| ORNITOFAUNA | | | | | | | |
|-------------------|--------------------------------|-----------------------------|-----------|--------------|------------------------|-------------|-------|
| FAMILIA | ESPECIE | NOMBRE COMÚN | ENDEMISMO | DISTRIBUCION | NOM-059-SEMAR NAT-2010 | CITES | UIC N |
| Cardinalidae | <i>Piranga rubra</i> | Piranga roja | | MI,MV | | | LC |
| Tyrannidae | <i>Pitangus sulphuratus</i> | Bienteveo común | | R | | | LC |
| Threskiornithidae | <i>Platalea ajaja</i> | Espátula rosada | | MI,R | | | LC |
| Threskiornithidae | <i>Plegadis chihi</i> | Ibis Ojos Rojos | | MI,R | | | LC |
| Threskiornithidae | <i>Plegadis falcinellus</i> | Ibis cara oscura | | MI,R | | | LC |
| Charadriidae | <i>Pluvialis dominica</i> | Chorlo Dorado Americano | | MI | | | LC |
| Charadriidae | <i>Pluvialis squatarola</i> | Chorlo gris | | MI | | | LC |
| Podicipedidae | <i>Podiceps nigricollis</i> | Zambullidor Orejón | | MI,R | | | LC |
| Podicipedidae | <i>Podilymbus podiceps</i> | Zambullidor pico grueso | | R,MI | | | LC |
| Tyrannidae | <i>Poecilatriccus sylvia</i> | Mosquerito Espatulilla Gris | | R | | | LC |
| Poliptilidae | <i>Poliptila caerulea</i> | Perlita azulgris | | MI,R | | | LC |
| Passerellidae | <i>Pooecetes gramineus</i> | Gorrión cola blanca | | MI | | | LC |
| Rallidae | <i>Porphyrio martinicus</i> | Gallineta morada | | R,MI | | | LC |
| Rallidae | <i>Porzana carolina</i> | Polluela sora | | MI,R | | | LC |
| Hirundinidae | <i>Progne chalybea</i> | Golondrina Pecho Gris | | R,MV | | | LC |
| Hirundinidae | <i>Progne subis</i> | Golondrina azulnegra | | T,MV | | | LC |
| Parulidae | <i>Protonotaria citrea</i> | Chipe dorado | | MI | | | LC |
| Icteridae | <i>Psarocolius montezuma</i> | Oropéndola de Moctezuma | | R | Pr | | LC |
| Strigidae | <i>Pseudoscops clamator</i> | Búho cara clara | | R | A | Apéndice II | LC |
| Corvidae | <i>Psilorhinus morio</i> | Chara Pea | | R | | | LC |
| Psittacidae | <i>Psittacara holochlorus</i> | Perico Mexicano | | R | A | Apéndice II | LC |
| Tyrannidae | <i>Pyrocephalus rubinus</i> | Mosquero cardenal | | R,MI | | | LC |
| Icteridae | <i>Quiscalus mexicanus</i> | Zanate mexicano | | R | | | LC |
| Rallidae | <i>Rallus elegans</i> | Rascón Real | | R | A | | NT |
| Rallidae | <i>Rallus limicola</i> | Rascón Cara Gris | | MI,R | A | | LC |
| Ramphastidae | <i>Ramphastos sulfuratus</i> | Tucán pico canoa | | R | A | Apéndice II | LC |
| Poliptilidae | <i>Ramphocaenus melanurus</i> | Saltón Picudo | | R | | | LC |
| Recurvirostridae | <i>Recurvirostra americana</i> | Avoceta americana | | MI,R | | | LC |
| Regulidae | <i>Regulus calendula</i> | Reyezuelo Matraquita | | MI | | | LC |
| Turdidae | <i>Ridgwayia pinicola</i> | Mirlo Azteca | Endémica | R | Pr | | LC |
| Hirundinidae | <i>Riparia riparia</i> | Golondrina ribereña | | T,MI,MV | | | LC |
| Accipitridae | <i>Rostrhamus sociabilis</i> | Gavilán caracolero | | R | Pr | Apéndice II | LC |
| Accipitridae | <i>Rupornis magnirostris</i> | Aguillilla caminera | | R | | Apéndice II | LC |

| ORNITOFAUNA | | | | | | | |
|----------------|-----------------------------------|---------------------------|------------------|---------------|------------------------|-------|-------|
| FAMILIA | ESPECIE | NOMBRE COMÚN | ENDEMISMO | DISTRIBUCION | NOM-059-SEMAR NAT-2010 | CITES | UIC N |
| Laridae | <i>Rynchops niger</i> | Rayador americano | | MI,R | | | LC |
| Thraupidae | <i>Saltator atriceps</i> | Saltador Cabeza Negra | | R | | | LC |
| Thraupidae | <i>Saltator coerulescens</i> | Saltador Gris | | R | | | LC |
| Thraupidae | <i>Saltator maximus</i> | Saltador Garganta Ocre | | R | | | LC |
| Tyrannidae | <i>Sayornis nigricans</i> | Papamoscas negro | | R,MI | | | LC |
| Tyrannidae | <i>Sayornis phoebe</i> | Papamoscas fibí | | MI | | | LC |
| Tyrannidae | <i>Sayornis saya</i> | Papamoscas llanero | | R,MI | | | LC |
| Parulidae | <i>Seiurus aurocapilla</i> | Chipe suelero | | MI | | | LC |
| Parulidae | <i>Setophaga americana</i> | Chipe Pecho Manchado | | MI | | | LC |
| Parulidae | <i>Setophaga castanea</i> | Chipe castaño | | T | | | LC |
| Parulidae | <i>Setophaga citrina</i> | Chipe encapuchado | | MI | | | LC |
| Parulidae | <i>Setophaga coronata</i> | Chipe rabadilla amarilla | | MI,R | | | LC |
| Parulidae | <i>Setophaga dominica</i> | Chipe garganta amarilla | | MI | | | LC |
| Parulidae | <i>Setophaga fusca</i> | Chipe garganta naranja | | T | | | LC |
| Parulidae | <i>Setophaga magnolia</i> | Chipe de Magnolias | | MI | | | LC |
| Parulidae | <i>Setophaga palmarum</i> | Chipe playero | | MI | | | LC |
| Parulidae | <i>Setophaga pensylvanica</i> | Chipe Flancos Castaños | | T,MI | | | LC |
| Parulidae | <i>Setophaga petechia</i> | Chipe amarillo | | MI,MV,T, R | | | LC |
| Parulidae | <i>Setophaga ruticilla</i> | Pavito Migratorio | | MI | | | LC |
| Parulidae | <i>Setophaga tigrina</i> | Chipe atigrado | | MI | | | LC |
| Parulidae | <i>Setophaga townsendi</i> | Chipe de Townsend | | MI | | | LC |
| Parulidae | <i>Setophaga virens</i> | Chipe dorso verde | | MI | | | LC |
| Thraupidae | <i>Sicalis luteola</i> | Gorrión Canario Sabanero | | R | | | LC |
| Furnariidae | <i>Sittasomus griseicapillus</i> | Trepatroncos Cabeza Gris | | R | | | LC |
| Anatidae | <i>Spatula clypeata</i> | Pato cucharón norteño | | MI | | | LC |
| Anatidae | <i>Spatula cyanoptera</i> | Cerceta canela | | MI,R | | | LC |
| Anatidae | <i>Spatula discors</i> | Cerceta Alas Azules | | MI | | | LC |
| Picidae | <i>Sphyrapicus varius</i> | Carpintero Moteado | | MI | | | LC |
| Fringillidae | <i>Spinus psaltria</i> | Jilguero Dominicano | | R | | | LC |
| Cardinalidae | <i>Spiza americana</i> | Arrocero americano | | T,MI | | | LC |
| Passerellidae | <i>Spizella atrogularis</i> | Gorrión barba negra | | R,MI | | | LC |
| Passerellidae | <i>Spizella pallida</i> | Gorrión pálido | | MI | | | LC |
| Passerellidae | <i>Spizella passerina</i> | Gorrión Cejas Blancas | | R,MI | | | LC |
| Thraupidae | <i>Sporophila corvina</i> | Semillero variable | | R | | | LC |
| Thraupidae | <i>Sporophila torqueola</i> | Semillero de collar | Endémica | R | | | LC |
| Hirundinidae | <i>Stelgidopteryx serripennis</i> | Golondrina Alas Aserradas | | R,MI | | | LC |
| Stercorariidae | <i>Stercorarius parasiticus</i> | Salteador parásito | | T,O | | | LC |
| Laridae | <i>Sterna forsteri</i> | Charrán de Forster | | MI,R | | | LC |
| Laridae | <i>Sterna hirundo</i> | Charrán común | | MI,T | | | LC |
| Laridae | <i>Sternula antillarum</i> | Charrán mínimo | | R,MV | Pr | | LC |
| Columbidae | <i>Streptopelia decaocto</i> | Paloma turca de collar | Exótica-Invasora | R | | | LC |
| Apodidae | <i>Streptoprocne rutila</i> | Vencejo Cuello Castaño | | R | | | LC |

| ORNITOFAUNA | | | | | | | |
|----------------|---------------------------------|-----------------------------|-----------|--------------|------------------------|-------------|-------|
| FAMILIA | ESPECIE | NOMBRE COMÚN | ENDEMISMO | DISTRIBUCION | NOM-059-SEMAR NAT-2010 | CITES | UIC N |
| Apodidae | <i>Streptoprocne zonoris</i> | Vencejo Collar Blanco | | R | | | LC |
| Icteridae | <i>Sturnella magna</i> | Pradero Tortillaconchile | | R | | | LC |
| Icteridae | <i>Sturnella neglecta</i> | Pradero del Oeste | | R,MI | | | LC |
| Sulidae | <i>Sula leucogaster</i> | Bobo café | | R | | | LC |
| Furnariidae | <i>Synallaxis erythrothorax</i> | Hormiguero Pepito | | R | | | LC |
| Podicipedidae | <i>Tachybaptus dominicus</i> | Zambullidor menor | | R | Pr | | LC |
| Hirundinidae | <i>Tachycineta albilinea</i> | Golondrina manglera | | R | | | LC |
| Hirundinidae | <i>Tachycineta bicolor</i> | Golondrina bicolor | | MI | | | LC |
| Cuculidae | <i>Tapera naevia</i> | Cuclillo rayado | | R | | | LC |
| Laridae | <i>Thalasseus maximus</i> | Charrán real | | MI,R | | | LC |
| Laridae | <i>Thalasseus sandvicensis</i> | Charrán de Sandwich | | MI,R | | | LC |
| Thamnophilidae | <i>Thamnophilus doliatus</i> | Batará barrado | | R | | | LC |
| Thraupidae | <i>Thraupis abbas</i> | Tangara Alas Amarillas | | R | | | LC |
| Thraupidae | <i>Thraupis episcopus</i> | Tangara azulgris | | R | | | LC |
| Thraupidae | <i>Tiaris olivaceus</i> | Semillero oliváceo | | R | | | LC |
| Ardeidae | <i>Tigrisoma mexicanum</i> | Garza tigre mexicana | | R | Pr | | LC |
| Tityridae | <i>Tityra inquisitor</i> | Titira pico negro | | R | | | LC |
| Tityridae | <i>Tityra semifasciata</i> | Titira Puerquito | | R | | | LC |
| Tyrannidae | <i>Todirostrum cinereum</i> | Mosquerito Epatulilla Común | | R | | | LC |
| Scolopacidae | <i>Tringa flavipes</i> | Patamarilla menor | | MI | | | LC |
| Scolopacidae | <i>Tringa melanoleuca</i> | Patamarilla mayor | | MI | | | LC |
| Scolopacidae | <i>Tringa semipalmata</i> | Playero pihuiuí | | MI | | | LC |
| Scolopacidae | <i>Tringa solitaria</i> | Playero solitario | | MI | | | LC |
| Troglodytidae | <i>Troglodytes aedon</i> | Saltapared Común | | R,MI,T | | | LC |
| Trogonidae | <i>Trogon caligatus</i> | Coa Violácea Norteña | | R | | | LC |
| Trogonidae | <i>Trogon citreolus</i> | Coa Citrina | Endémica | R | | | LC |
| Trogonidae | <i>Trogon elegans</i> | Coa Elegante | | R | | | LC |
| Trogonidae | <i>Trogon melanocephalus</i> | Coa Cabeza Negra | | R | | | LC |
| Turdidae | <i>Turdus assimilis</i> | Mirlo garganta blanca | | R | | | LC |
| Turdidae | <i>Turdus grayi</i> | Mirlo Café | | R | | | LC |
| Turdidae | <i>Turdus migratorius</i> | Mirlo primavera | | R,MI | | | LC |
| Tyrannidae | <i>Tyrannus couchii</i> | Tirano Cuir | | R | | | LC |
| Tyrannidae | <i>Tyrannus forficatus</i> | Tirano tijereta rosado | | MI,T,MV | | | LC |
| Tyrannidae | <i>Tyrannus melancholicus</i> | Tirano Pirirí | | R | | | LC |
| Tyrannidae | <i>Tyrannus savana</i> | Tirano Tijereta Gris | | R | | | LC |
| Tyrannidae | <i>Tyrannus tyrannus</i> | Tirano dorso negro | | T | | | LC |
| Tyrannidae | <i>Tyrannus verticalis</i> | Tirano pálido | | MI,T,MV | | | LC |
| Tytonidae | <i>Tyto alba</i> | Lechuza de campanario | | R | | Apéndice II | LC |
| Troglodytidae | <i>Uropsila leucogastra</i> | Saltapared Vientre Blanco | | R | | | LC |

| ORNITOFAUNA | | | | | | | |
|-------------|--------------------------------------|-------------------------|-------------|---------------|------------------------|-------|-------|
| FAMILIA | ESPECIE | NOMBRE COMÚN | ENDEMI SM O | DISTRIBU CION | NOM-059-SEMAR NAT-2010 | CITES | UIC N |
| Parulidae | <i>Vermivora cyanoptera</i> | Chipe Alas Azules | | MI | | | LC |
| Vireonidae | <i>Vireo bellii</i> | Vireo de Bell | | MI,MV | | | NT |
| Vireonidae | <i>Vireo flavifrons</i> | Vireo garganta amarilla | | MI | | | LC |
| Vireonidae | <i>Vireo flavoviridis</i> | Vireo verdeamarillo | | MV | | | LC |
| Vireonidae | <i>Vireo gilvus</i> | Vireo gorjeador | | MI,R | | | LC |
| Vireonidae | <i>Vireo griseus</i> | Vireo Ojos Blancos | | MI,R | | | LC |
| Vireonidae | <i>Vireo olivaceus</i> | Vireo Ojos Rojos | | T | | | LC |
| Vireonidae | <i>Vireo philadelphicus</i> | Vireo de Filadelfia | | MI | | | LC |
| Vireonidae | <i>Vireo solitarius</i> | Vireo anteojillo | | MI | | | LC |
| Vireonidae | <i>Vireolanius melitophrys</i> | Vireón Arlequín | | R | | | LC |
| Thraupidae | <i>Volatinia jacarina</i> | Semillero brincador | | R | | | LC |
| Icteridae | <i>Xanthocephalus xanthocephalus</i> | Tordo cabeza amarilla | | MI | | | LC |
| Furnariidae | <i>Xiphorhynchus flavigaster</i> | Trepatroncos bigotudo | | R | | | LC |
| Columbidae | <i>Zenaida asiatica</i> | Paloma Alas Blancas | | R,MI | | | LC |
| Columbidae | <i>Zenaida macroura</i> | Huilota Común | | R,MI | | | LC |

*Se mencionan las especies con categoría de riesgo, registradas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMAR NAT-2010: Pr=Sujetas a Protección Especial; A= Amenazada; P= En peligro de extinción.

Para el caso del estado de distribución de cada especie la categoría evaluada que presentan en Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), en la siguiente tabla se explica de forma sintetizada la información a la que se hace referencia.

Tabla 134. Clave usada para mencionar el estado de distribución de las aves potenciales

| Distribución | |
|--------------|------------------------------------|
| P | Residencia permanente |
| T | Transitorio |
| I | Invierno permanece en el área |
| O | Oceanica |
| MV | Migratorio en verano |
| MI | Migratorio en invierno |
| V | Verano permanece en el área |
| R | Residente en época de reproducción |
| UICN | |
| EX | Extinta |
| EW | Extinta en estado silvestre |
| CR | En peligro critico |
| EN | En peligro |
| VU | Vulnerable |
| NT | Casi amenazada |
| LC | Preocupacion menor |
| DD | Datos insuficientes |
| NE | No evaluado |

* **Riqueza potencial de MASTOFAUNA.**

La riqueza específica potencial de mamíferos está representada aproximadamente por 86 especies; esta riqueza se distribuye en 22 familias taxonómicas.

Tabla 135. Lista de mamíferos que potencialmente ocurre en las áreas de estudio; SAR y AP.

| MASTOFAUNA | | | | | | | |
|------------------|---|------------------------------------|-----------|--------------|------------------------|--------------|------|
| FAMILIA | ESPECIE | NOMBRE COMÚN | ENDEMISMO | Distribución | NOM-059-SEMARN AT-2010 | CITES | UICN |
| Phyllostomidae | <i>Anoura geoffroyi</i> | Murciélago rabón de Geoffroy | | SA | | | LC |
| Phyllostomidae | <i>Anoura geoffroyi subsp. lasiopyga</i> | Chinaco | | SA | | | LC |
| Phyllostomidae | <i>Artibeus jamaicensis</i> | Murciélago frutero | | SA | | | LC |
| Phyllostomidae | <i>Artibeus jamaicensis subsp. yucatanicus</i> | Murciélago | | SA | | | LC |
| Phyllostomidae | <i>Artibeus lituratus</i> | Murciélago frugívoro gigante | | SA | | | LC |
| Cricetidae | <i>Baiomys musculus</i> | Ratón pigmeo sureño | | MA | | | LC |
| Cricetidae | <i>Baiomys musculus subsp. brunneus</i> | Rata bruna | | MA | | | LC |
| Procyonidae | <i>Bassariscus sumichrasti</i> | Cacomixtle tropical | | MA | Pr | Apéndice III | LC |
| Canidae | <i>Canis latrans</i> | Coyote | | NA | | | LC |
| Phyllostomidae | <i>Carollia perspicillata</i> | Murciélago cola corta de Sebas | | SA | | | LC |
| Phyllostomidae | <i>Carollia perspicillata subsp. azteca</i> | Murciélago | | SA | | | LC |
| Phyllostomidae | <i>Centurio senex subsp. senex</i> | Senex | | SA | | | LC |
| Erethizontidae | <i>Coendou mexicanus</i> | Puercoespín tropical | | MA | A | Apéndice III | LC |
| Erethizontidae | <i>Coendou mexicanus subsp. mexicanus</i> | Puerco espín | | MA | | | LC |
| Mephitidae | <i>Conepatus leuconotus</i> | Zorrillo de espalda blanca norteño | | NA | | | LC |
| Phyllostomidae | <i>Dermanura phaeotis subsp. phaeotis</i> | Murciélago faceto | | SA | | | LC |
| Phyllostomidae | <i>Desmodus rotundus</i> | Murciélago vampiro | | SA | | | LC |
| Phyllostomidae | <i>Desmodus rotundus subsp. murinus</i> | Sopichí | | SA | | | LC |
| Didelphidae | <i>Didelphis marsupialis</i> | Tlacuache sureño | | SA | | | LC |
| Didelphidae | <i>Didelphis virginiana</i> | Tlacuache norteño | | AM | | | LC |
| Didelphidae | <i>Didelphis virginiana subsp. californica</i> | Tlacuache norteño | | AM | | | LC |
| Vespertilionidae | <i>Eptesicus furinalis</i> | Murciélago pardo argentino | | SA | | | LC |
| Phyllostomidae | <i>Glossophaga soricina</i> | Murciélago lengüetón | | SA | | | LC |
| Phyllostomidae | <i>Glossophaga soricina subsp. handleyi</i> | Sopichí | | SA | | | LC |
| Heteromyidae | <i>Heteromys desmarestianus</i> | Ratón de abazones | | SA | | | LC |
| Heteromyidae | <i>Heteromys desmarestianus subsp. desmarestianus</i> | Roedor desmarestia | | SA | | | LC |
| Heteromyidae | <i>Heteromys pictus</i> | Ratón espinoso pintado | | MX | | | LC |

| MASTOFAUNA | | | | | | | |
|------------------|--|---------------------------------|-----------|--------------|-----------------------|--------------|------|
| FAMILIA | ESPECIE | NOMBRE COMÚN | ENDEMISMO | Distribución | NOM-059-SEMARNAT-2010 | CITES | UICN |
| Heteromyidae | <i>Heteromys pictus subsp. pictus</i> | Rata pictus | | SA | | | LC |
| Vespertilionidae | <i>Lasiurus ega</i> | Murciélago cola peluda amarillo | | AM | | | LC |
| Vespertilionidae | <i>Lasiurus intermedius</i> | Murciélago cola peluda norteño | | NA | | | LC |
| Felidae | <i>Leopardus wiedii</i> | Tigrillo | | AM | P | Apéndice I | NT |
| Felidae | <i>Leopardus wiedii subsp. oaxacensis</i> | Ocelote | | AM | | | NE |
| Phyllostomidae | <i>Leptonycteris curasoae</i> | Murciélago hocicudo de Curazao | | SA | | | VU |
| Phyllostomidae | <i>Leptonycteris nivalis</i> | Murciélago magueyero mayor | | NA | A | | EN |
| Phyllostomidae | <i>Leptonycteris yerbabuena</i> | Murciélago magueyero menor | | AM | Pr | | NT |
| Mustelidae | <i>Lontra longicaudis</i> | Nutria de río | | SA | | Apéndice I | NT |
| Mephitidae | <i>Mephitis macroura subsp. macroura</i> | Zorrillo listado sureño | | AM | | | LC |
| Phyllostomidae | <i>Micronycteris megalotis</i> | Murciélago orejón brasileño | | SA | | | LC |
| Phyllostomidae | <i>Micronycteris microtis</i> | Murciélago orejón brasileño | | SA | | | LC |
| Phyllostomidae | <i>Micronycteris microtis subsp. mexicana</i> | Murciélago microtis subespecie | | SA | | | LC |
| Molossidae | <i>Molossus rufus</i> | Murciélago mastín negro | | SA | | | LC |
| Molossidae | <i>Molossus rufus subsp. nigricans</i> | Murciélago nigrense | | SA | | | LC |
| Mormoopidae | <i>Mormoops megalophylla</i> | Murciélago-barba arrugada | | AM | | | LC |
| Mormoopidae | <i>Mormoops megalophylla subsp. megalophylla</i> | Murciélago Megalo | | AM | | | LC |
| Muridae | <i>Mus musculus</i> | Ratón casero eurasiático | | AM | Pr | Apéndice I | LC |
| Mustelidae | <i>Mustela frenata subsp. perda</i> | Muestela | | AM | | | LC |
| Vespertilionidae | <i>Myotis fortidens</i> | Miotis canelo | Endémica | MA | | | LC |
| Procyonidae | <i>Nasua narica</i> | Coatí | | AM | | Apéndice III | LC |
| Noctilionidae | <i>Noctilio leporinus subsp. mastivus</i> | Murciélago mastiv | | SA | | | LC |
| Molossidae | <i>Nyctinomops macrotis</i> | Murciélago cola suelta mayor | | AM | | | LC |
| Cervidae | <i>Odocoileus virginianus</i> | Venado de cola blanca | | AM | | | LC |
| Cricetidae | <i>Oligoryzomys fulvescens</i> | Rata arrocera pigmea | | SA | | | LC |
| Cricetidae | <i>Oligoryzomys fulvescens subsp. fulvescens</i> | Rata fulvero | | SA | | | LC |
| Geomyidae | <i>Orthogeomys hispidus</i> | Tuza crespa | | MA | | | LC |
| Cricetidae | <i>Oryzomys alfaroi</i> | Rata arrocera de Alfaro | | SA | | | LC |
| Cricetidae | <i>Oryzomys couesi</i> | Rata arrocera de agua | | AM | | | LC |
| Cricetidae | <i>Oryzomys couesi subsp. couesi</i> | Rata coesi | | AM | A | | LC |
| Cricetidae | <i>Oryzomys palustris</i> | Rata arrocera de pantano | | NA | | | LC |
| Cricetidae | <i>Oryzomys rostratus subsp. rostratus</i> | Rata arrocera de Veracruz | | MA | | | LC |
| Cricetidae | <i>Peromyscus leucopus</i> | Ratón de patas blancas | | NA | | | LC |
| Cricetidae | <i>Peromyscus leucopus subsp. incensus</i> | Rata incenso | | NA | | | LC |
| Cricetidae | <i>Peromyscus mexicanus</i> | Ratón mexicano | | MA | | | LC |
| Didelphidae | <i>Philander opossum</i> | Tlacuache cuatroojos gris | | SA | | | LC |
| Didelphidae | <i>Philander opossum subsp. fuscogriseus</i> | Tlacuache cuatro ojos | | SA | | | LC |
| Procyonidae | <i>Procyon lotor</i> | Mapache | | AM | | | LC |

| MASTOFAUNA | | | | | | | |
|------------------|---|-------------------------------------|------------------|--------------|-----------------------|--------------|------|
| FAMILIA | ESPECIE | NOMBRE COMÚN | ENDEMISMO | Distribución | NOM-059-SEMARNAT-2010 | CITES | UICN |
| Mormoopidae | <i>Pteronotus parnellii subsp. Mesoamericanus</i> | Murciélago mesoamericano | | SA | | | LC |
| Mormoopidae | <i>Pteronotus personatus subsp. psilotis</i> | Murciélago sitolis | | SA | | | LC |
| Muridae | <i>Rattus rattus</i> | Rata negra | Exótica-Invasora | - | | | LC |
| Cricetidae | <i>Reithrodontomys fulvescens</i> | Ratón-cosechero leonado | | NA | | | LC |
| Vespertilionidae | <i>Rhogeessa tumida</i> | Murciélago amarillo ala negra | | SA | | | LC |
| Emballonuridae | <i>Rhynchonycteris naso</i> | Murciélago narigón | | SA | Pr | | LC |
| Sciuridae | <i>Sciurus aureogaster</i> | Ardilla vientre rojo | | MA | | | LC |
| Sciuridae | <i>Sciurus aureogaster subsp. aureogaster</i> | Ardilla Vientre Rojo subespecie | | MA | | | LC |
| Sciuridae | <i>Sciurus aureogaster subsp. nigrescens</i> | Ardilla Vientre Rojo | | MA | | | LC |
| Cricetidae | <i>Sigmodon hispidus</i> | Rata algodónera crespa | | NA | | | LC |
| Cricetidae | <i>Sigmodon toltecus</i> | Rata algodónera | Endémica | MX | | | LC |
| Mephitidae | <i>Spilogale angustifrons</i> | Zorrillo manchado sureño | | SA | | | LC |
| Phyllostomidae | <i>Sturnira lilium</i> | Murciélago de charreteras menor | | SA | | | LC |
| Phyllostomidae | <i>Sturnira parvidens</i> | Murciélago carretero | | SA | | | LC |
| Leporidae | <i>Sylvilagus brasiliensis</i> | Conejo tropical | | SA | | | EN |
| Myrmecophagidae | <i>Tamandua mexicana</i> | Tamandúa norteño | | SA | | Apéndice III | LC |
| Myrmecophagidae | <i>Tamandua mexicana subsp. mexicana</i> | Hormiguero de collar | | SA | P | | LC |
| Thyropteridae | <i>Thyroptera tricolor</i> | Murciélago pecho blanco de ventosas | | SA | | | LC |
| Thyropteridae | <i>Thyroptera tricolor subsp. albiventer</i> | Murciélago discóforo pecho blanco | | SA | Pr | | LC |
| Canidae | <i>Urocyon cinereoargenteus</i> | Zorra gris | | AM | | | LC |

*Se mencionan las especies con categoría de riesgo, registradas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010:

A: Amenazada; **Pr:** Protección especial; **P:** Peligro de extinción.

Para el caso del estado de **distribución** de cada especie y la categoría evaluada que presentan en Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (**UICN**), en la siguiente tabla se explica de forma sintetizada la información a la que se hace referencia.

Tabla 136. Clave usada para mencionar el estado de distribución de los mamíferos potenciales.

| Distribución | |
|--------------|-----------------------------------|
| NA | Compartida con norteamérica |
| SA | Compartida con Sudamérica |
| AM | compartida con Norte y Sudamérica |
| MA | Endémica a Mesoamérica |
| MX | Endémica a México |
| UICN | |
| EX | Extinta |
| EW | Extinta en estado silvestre |
| CR | En peligro crítico |
| EN | En peligro |
| VU | Vulnerable |
| NT | Casi amenazada |
| LC | Preocupación menor |
| DD | Datos insuficientes |
| NE | No evaluado |

Riqueza potencial de HERPETOFAUNA.

La riqueza de herpetofauna está representada por 132 especies distribuidas en 39 familias taxonómicas.

Tabla 137. Lista de herpetofauna que potencialmente ocurre en las áreas de estudio; SAR y AP.

| HERPETOFAUNA | | | | | | | |
|-------------------|---|--|------------------|--------------|-----------------------|--------------|------|
| FAMILIA | ESPECIE | NOMBRE COMÚN | ENDEMISMO | DISTRIBUCION | NOM-059-SEMARNAT-2010 | CITES | UICN |
| Anguidae | <i>Abronia taeniata</i> | Dragoncito de la Sierra Madre Oriental norte | Endémica | MX | Pr | | VU |
| Dipsadidae | <i>Adelphicos quadrivirgatum</i> | Culebra cavadora centroamericana | | SA | | | LC |
| Typhlopidae | <i>Amerotyphlops tenuis</i> | Serpiente ciega del Golfo | | SA | | | LC |
| Dactyloidae | <i>Anolis carolinensis</i> | Abaniquillo verde del noreste | Exótica-Invasora | NA | | | LC |
| Dactyloidae | <i>Anolis sericeus</i> | Abaniquillo sedoso | | SA | | | NE |
| Dactyloidae | <i>Anolis serranoi</i> | Abaniquillo centroamericano | | SA | | | NE |
| Teiidae | <i>Aspidozelis costatus</i> | Huico llanero | Endémica | MX | Pr | | LC |
| Teiidae | <i>Aspidozelis deppii</i> | Huico siete líneas | | SA | | | LC |
| Teiidae | <i>Aspidozelis guttatus</i> | Ticuiliche mexicano | Endémica | MX | | | NE |
| Corytophanidae | <i>Basiliscus vittatus</i> | Toloco rayado | | SA | | | LC |
| Boidae | <i>Boa constrictor</i> | Mazacuata | | SA | A | | LC |
| Boidae | <i>Boa constrictor subsp. constrictor</i> | Amazonian Boa Constrictor | | MA | | | LC |
| Boidae | <i>Boa imperator</i> | Mazacuata | | MA | | Apéndice II | LC |
| Viperidae | <i>Bothrops asper</i> | Terciopelo | | MA | | | NE |
| Chelydridae | <i>Chelydra rossignonii</i> | Chiquiguao | | MA | | | VU |
| Chelydridae | <i>Chelydra serpentina</i> | Tortuga lagarto norteamericano | Exótica-Invasora | AM | Pr | | LC |
| Staurotyphlopidae | <i>Claudius angustatus</i> | Tortuga almizclera chopontil | | MA | P | | NT |
| Eublepharidae | <i>Coleonyx elegans</i> | Geco yucateco de bandas | | AM | A | | LC |
| Dipsadidae | <i>Coniophanes bipunctatus</i> | Culebra dos puntos | | MA | | | LC |
| Dipsadidae | <i>Coniophanes imperialis</i> | Culebra rayas negras | | MA | | | LC |
| Dipsadidae | <i>Coniophanes piceivittis</i> | Culebra rayada | | MA | | | LC |
| Dipsadidae | <i>Coniophanes quinquevittatus</i> | Culebra rayada escofinada | | MA | | | LC |
| Dipsadidae | <i>Conopsis lineatus</i> | Culebra guardacamino lineada | | MA | | | LC |
| Colubridae | <i>Conopsis lineata</i> | Culebra terrestre del centro | Endémica | MX | | | LC |
| Corytophanidae | <i>Corytophanes hernandesii</i> | Turipache de montaña | | MA | Pr | | LC |
| Crocodylidae | <i>Crocodylus moreletii</i> | Cocodrilo de pantano | | MA | Pr | Apéndice III | LC |
| Viperidae | <i>Crotalus durissus</i> | Cascabel Tropical | | SA | Pr | Apéndice II | LC |
| Viperidae | <i>Crotalus simus</i> | Cascabel centroamericana | | SA | | | LC |

| HERPETOFAUNA | | | | | | | |
|------------------|---|--|------------------|--------------|-----------------------|-------------|------|
| FAMILIA | ESPECIE | NOMBRE COMÚN | ENDEMISMO | DISTRIBUCION | NOM-059-SEMARNAT-2010 | CITES | UICN |
| Iguanidae | <i>Ctenosaura acanthura</i> | Iguana de cola espinosa del noreste | | MX | Pr | | NE |
| Iguanidae | <i>Ctenosaura pectinata</i> | Iguana mexicana de cola espinosa | Endémica | NA | A | | NE |
| Iguanidae | <i>Ctenosaura similis</i> | Iguana negra de cola espinosa | | MA | A | | LC |
| Dermatemydidae | <i>Dermatemys mawii</i> | Tortuga blanca | | MA | P | Apéndice II | CR |
| Colubridae | <i>Drymarchon corais</i> | Culebra indigo | | SA | | | LC |
| Colubridae | <i>Drymarchon melanurus</i> | Culebra arroyera de cola negra | | MA | | | LC |
| Colubridae | <i>Drymobius chloroticus</i> | Culebra corredora verdosa | | MA | | | LC |
| Colubridae | <i>Drymobius margaritiferus</i> | Culebra corredora de Petatillos | | SA | | | LC |
| Leptotyphlopidae | <i>Epictia goudotii</i> | Culebra negra ciega | | MX | | | NE |
| Leptotyphlopidae | <i>Epictia phenops</i> | Epictia | | MX | | | NE |
| Colubridae | <i>Ficimia olivacea</i> | Culebra naricilla huasteca | Endémica | MX | | | NE |
| Dipsadidae | <i>Geophis bicolor</i> | Culebra minera del Altiplano | Endémica | MX | Pr | | DD |
| Dipsadidae | <i>Geophis semidoliatus</i> | Minadora coralilla | Endémica | MX | | | LC |
| Gekkonidae | <i>Hemidactylus frenatus</i> | Besucona asiática | Exótica-Invasora | - | | | LC |
| Gekkonidae | <i>Hemidactylus mabouia</i> | Geco casero tropical | Exótica-Invasora | - | | | NE |
| Gekkonidae | <i>Hemidactylus turcicus</i> | Geco casero del Mediterráneo | Exótica-Invasora | - | | | LC |
| Teiidae | <i>Holcosus undulatus</i> | Lagartija arcoiris | Endémica | MA | | | LC |
| Teiidae | <i>Holcosus undulatus subsp. amphigrammus</i> | Holosco | Endémica | MA | | | LC |
| Iguanidae | <i>Iguana iguana</i> | Iguana verde | Endémica | SA | A | | LC |
| Dipsadidae | <i>Imantodes cenchoa</i> | Culebra cordelilla chata | | SA | Pr | | LC |
| Kinosternidae | <i>Kinosternon acutum</i> | Tortuga pecho quebrado de Tabasco | | MA | Pr | | NT |
| Kinosternidae | <i>Kinosternon integrum</i> | Tortuga pecho quebrado mexicana | Endémica | MX | Pr | | LC |
| Kinosternidae | <i>Kinosternon leucostomum</i> | Tortuga pecho quebrado labios blancos | | SA | Pr | | NE |
| Kinosternidae | <i>Kinosternon leucostomum subsp. leucostomum</i> | Tortuga leucostomun subespecie | | SA | | | NE |
| Kinosternidae | <i>Kinosternon scorpioides</i> | Tortuga pecho quebrado escorpión | | MA | Pr | | NT |
| Kinosternidae | <i>Kinosternon scorpioides subsp. cruentatum</i> | Tortuga candado | | MA | | | NE |
| Colubridae | <i>Lampropeltis triangulum</i> | Falsa coralillo real oriental estadounidense | | NA | A | | LC |
| Cheloniidae | <i>Lepidochelys kempii</i> | Tortuga lora | | NA | P | | CR |
| Xantusiidae | <i>Lepidophyma flavimaculatum</i> | Lagartija nocturna de puntos amarillos | | MA | Pr | | LC |
| Dipsadidae | <i>Leptodeira annulata</i> | Culebra ojo de gato bandada | | SA | Pr | | LC |
| Dipsadidae | <i>Leptodeira frenata</i> | Culebra ojo de gato de selva | | MA | | | LC |
| Dipsadidae | <i>Leptodeira maculata</i> | Escombrera del suroeste mexicano | | MX | Pr | | LC |
| Dipsadidae | <i>Leptodeira polysticta</i> | Culebra ojo de gato | | MA | | | LC |
| Dipsadidae | <i>Leptodeira septentrionalis</i> | Escombrera manchada | | MA | | | LC |
| Scincidae | <i>Marisora brachypoda</i> | Mabuya centroamericana | | MA | | | LC |

| HERPETOFAUNA | | | | | | | |
|-------------------|---|---|-----------|--------------|-----------------------|--------------|------|
| FAMILIA | ESPECIE | NOMBRE COMÚN | ENDEMISMO | DISTRIBUCION | NOM-059-SEMARNAT-2010 | CITES | UICN |
| Colubridae | <i>Mastigodryas melanolomus</i> | Culebra lagartijera común | | MA | | | LC |
| Elapidae | <i>Micrurus diastema</i> | Serpiente coralillo del sureste | | MA | Pr | Apéndice III | LC |
| Natricidae | <i>Nerodia rhombifer</i> | Culebra de agua de espalda de diamantes | | NA | | | LC |
| Dipsadidae | <i>Ninia diademata</i> | Coralillo falso | | MA | | | LC |
| Dipsadidae | <i>Ninia sebae</i> | Culebra de cafetal espalda roja | | MA | | | LC |
| Colubridae | <i>Oxybelis aeneus</i> | Culebra bejuquilla mexicana | | SA | | | LC |
| Colubridae | <i>Pituophis melanoleucus</i> | Culebra sorda oriental estadounidense | | NA | | | LC |
| Dipsadidae | <i>Pliocercus elapoides</i> | Culebra imita coral común | | MA | A | | LC |
| Leptotyphlopidae | <i>Rena dulcis</i> | Culebrilla ciega texana | | NA | | | LC |
| Leptotyphlopidae | <i>Rena myopica</i> | Culebrilla ciega del noreste | Endémica | MX | | | LC |
| Phrynosomatidae | <i>Sceloporus bicanthalis</i> | Lagartija espinosa transvolcánica | Endémica | MX | | | LC |
| Phrynosomatidae | <i>Sceloporus grammicus subsp. microlepidotus</i> | Lagartija espinosa del mezquite | | MX | | | LC |
| Phrynosomatidae | <i>Sceloporus mucronatus</i> | Lagartija espinosa de grieta | Endémica | MX | | | LC |
| Phrynosomatidae | <i>Sceloporus siniferus</i> | Lagartija espinosa de cola larga | | MX | | | LC |
| Phrynosomatidae | <i>Sceloporus torquatus subsp. torquatus</i> | Lagartija espinosa de collar | | MX | | | LC |
| Phrynosomatidae | <i>Sceloporus variabilis</i> | Lagartija espinosa vientre rosado | | MA | | | LC |
| Phrynosomatidae | <i>Sceloporus variabilis subsp. variabilis</i> | Lagartija variabilis subespecie | | MA | | | LC |
| Scincidae | <i>Scincella cherriei</i> | Eslizón pardo | | MA | | | LC |
| Scincidae | <i>Scincella gemmingeri</i> | Eslizón de la Sierra Madre Oriental | Endémica | MX | | | LC |
| Sphaerodactylidae | <i>Sphaerodactylus glaucus</i> | Geco enano collarejo | | MA | Pr | | LC |
| Staurotypidae | <i>Staurotypus triporcatus</i> | Guao tres lomos | | MA | A | | NT |
| Colubridae | <i>Stenorrhina degenhardtii</i> | Culebra alacranera | | SA | | | LC |
| Colubridae | <i>Tantilla schistosa</i> | Culebrita de tierra roja | | MA | | | LC |
| Natricidae | <i>Thamnophis proximus</i> | Culebra acuática centroamericana | | MA | A | | LC |
| Natricidae | <i>Thamnophis proximus subsp. rutiloris</i> | Culebra acuática centroamericana | | MA | | | NE |
| Emydidae | <i>Trachemys ornata</i> | Jicotea occidental | Endémica | MX | | | VU |
| Emydidae | <i>Trachemys scripta</i> | Tortuga gravada | | - | | | LC |
| Emydidae | <i>Trachemys venusta</i> | Tortuga de Guadalupe | | AM | | | NE |
| Dipsadidae | <i>Tretanorhinus nigroluteus</i> | Culebra lagunera | | MA | | | LC |
| Phyllomedusidae | <i>Agalychnis callidryas</i> | Rana-de árbol ojos rojos | | MA | | Apéndice II | LC |
| Ambystomatidae | <i>Ambystoma tigrinum</i> | Ajolote atigrado | | NA | | | LC |
| Plethodontidae | <i>Bolitoglossa mexicana</i> | Salamandra lengua de hongo mexicana | | MA | Pr | | LC |
| Plethodontidae | <i>Bolitoglossa platydactyla</i> | Salamandra lengua de hongo pies anchos | Endémica | MX | Pr | | NT |
| Craugastoridae | <i>Craugastor pygmaeus</i> | Rana ladradora pigmea | | MA | | | VU |
| Craugastoridae | <i>Craugastor rhodopis</i> | Rana de hojarasca | Endémica | MX | | | VU |

| HERPETOFAUNA | | | | | | | |
|---------------------|--|------------------------------------|------------------|--------------|-----------------------|-------|------|
| FAMILIA | ESPECIE | NOMBRE COMÚN | ENDEMISMO | DISTRIBUCION | NOM-059-SEMARNAT-2010 | CITES | UICN |
| Hylidae | <i>Dendropsophus microcephalus</i> | Rana de árbol amarilla | | SA | | | LC |
| Dermophiidae | <i>Dermophis mexicanus</i> | Cecilia mexicana | | MA | Pr | | VU |
| Hylidae | <i>Dryophytes euphorbiaceus</i> | Rana de árbol de Los Altos del Sur | Endémica | MX | | | NT |
| Hylidae | <i>Dryophytes eximius</i> | Rana de árbol de montaña | Endémica | MX | | | LC |
| Eleutherodactylidae | <i>Eleutherodactylus cystignathoides</i> | Ranita chirriadora del Río Bravo | | NA | | | LC |
| Eleutherodactylidae | <i>Eleutherodactylus leprus</i> | Rana chirriadora leprosa | | SA | | | LC |
| Eleutherodactylidae | <i>Eleutherodactylus planirostris</i> | Rana chirriadora de invernadero | Exótica-Invasora | AM | | | LC |
| Leptodactylidae | <i>Engystomops pustulosus</i> | Ranita túngara | | SA | | | LC |
| Microhylidae | <i>Gastrophryne elegans</i> | Sapo boca angosta elegante | | MA | Pr | | LC |
| Centrolenidae | <i>Hyalinobatrachium fleischmanni</i> | Ranita de cristal norteña | | MA | | | LC |
| Microhylidae | <i>Hypopachus ustus</i> | Sapo boca angosta huasteco | | MA | Pr | | LC |
| Microhylidae | <i>Hypopachus variolosus</i> | Rana termitera | | MA | | | LC |
| Bufonidae | <i>Incilius cavifrons</i> | Sapo de montaña | Endémica | MX | Pr | | EN |
| Bufonidae | <i>Incilius cristatus</i> | Sapo cresta grande | Endémica | MX | Pr | | CR |
| Bufonidae | <i>Incilius marmoreus</i> | Sapo jaspeado | Endémica | MX | | | LC |
| Bufonidae | <i>Incilius occidentalis</i> | Sapo de los pinos | Endémica | MX | | | LC |
| Bufonidae | <i>Incilius valliceps</i> | Sapo costero | | MA | | | LC |
| Leptodactylidae | <i>Leptodactylus melanonotus</i> | Ranita hojarasca | | MA | | | LC |
| Ranidae | <i>Lithobates berlandieri</i> | Rana leopardo | | AM | Pr | | LC |
| Ranidae | <i>Lithobates catesbeianus</i> | Rana toro | | NA | | | LC |
| Ranidae | <i>Lithobates pustulosus</i> | Rana de rayas blancas | Endémica | MX | Pr | | LC |
| Ranidae | <i>Lithobates vaillanti</i> | Rana verde | | MA | | | LC |
| Hylidae | <i>Megastomatohyla mixomaculata</i> | Rana de árbol jaspeada | Endémica | MX | A | | EN |
| Plethodontidae | <i>Pseudoeurycea lineola</i> | Tlaconete cola larga | Endémica | MX | Pr | | EN |
| Hylidae | <i>Rheohyla miotympanum</i> | Calates | Endémica | MX | | | NT |
| Bufonidae | <i>Rhinella horribilis</i> | Sapo gigante | | MA | | | NE |
| Bufonidae | <i>Rhinella marina</i> | Sapo gigante | | AM | | | LC |
| Rhinophrynidae | <i>Rhinophrynus dorsalis</i> | Sapo excavador mexicano | | AM | Pr | | LC |
| Hylidae | <i>Scinax staufferi</i> | Rana arborícola trompuda | | MA | | | LC |
| Hylidae | <i>Smilisca baudinii</i> | Rana arborícola mexicana | | MA | | | LC |
| Plethodontidae | <i>Thorius dubitus</i> | Salamandra pigmea de Acutzingo | Endémica | MX | Pr | | EN |
| Hylidae | <i>Tlalocohyla godmani</i> | Rana de árbol | Endémica | MX | A | | VU |
| Hylidae | <i>Tlalocohyla picta</i> | Ranita grillo | | MA | | | LC |
| Hylidae | <i>Trachycephalus typhonius</i> | Rana arborícola lechosa | | SA | | | LC |

*Se mencionan las especies con categoría de riesgo, registradas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010: **Pr**: Sujetas a protección especial; **A**: Amenazada.

Para el caso del estado de **distribución** de cada especie y la categoría evaluada que presentan en la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (**UICN**), en la siguiente tabla se explica de forma sintetizada la información a la que se hace referencia.

Tabla 138. Clave usada para mencionar el estado de distribución de los mamíferos potenciales.

| Distribución | |
|--------------|-----------------------------------|
| NA | Compartida con norteamérica |
| SA | Compartida con Sudamérica |
| AM | compartida con Norte y Sudamérica |
| MA | Endémica a Mesoamérica |
| MX | Endémica a México |
| UICN | |
| EX | Extinta |
| EW | Extinta en estado silvestre |
| CR | En peligro crítico |
| EN | En peligro |
| VU | Vulnerable |
| NT | Casi amenazada |
| LC | Preocupación menor |
| DD | Datos insuficientes |
| NE | No evaluado |

IV.2.3.2.2. Fauna silvestre dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010

En las siguientes tablas se presentan algunas de las especies potenciales por grupo faunístico que se encuentra en alguna categoría, así también se hace una descripción de las causas por las cuales se encuentran en algún estatus de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Cabe señalar que de las especies registradas dentro del sistema ambiental regional, se identificaron **4 especies** en alguna categoría de riesgo de acuerdo a la Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059 SEMARNAT-2010, mientras que para el área del proyecto se identificó **1 especie**, no obstante, para el presente proyecto se contempla llevar a cabo el ahuyentamiento de las especies que posiblemente regresen al área del proyecto.

Tabla 139. Especies de fauna del SAR identificadas en alguna categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. En azul se presentan las especies que coinciden con las registradas en el AP.

| TAXÓN | ORDEN | FAMILIA | ESPECIE | NOMBRE COMÚN | NOM-059 |
|----------|------------|---------------|--------------------------------|---------------------------|---------|
| Reptilia | Squamata | Iguanidae | <i>Ctenosaura acanthura</i> | Iguana espinosa del Golfo | Pr |
| Reptilia | Squamata | Iguanidae | <i>Ctenosaura pectinata</i> | Iguana espinosa mexicana | A |
| Reptilia | Testudines | Kinosternidae | <i>Kinosternon leucostomum</i> | Tortuga casquito | Pr |
| Reptilia | Anura | Ranidae | <i>Lithobates berlandieri</i> | Rana Leopardo | Pr |

Tabla 140. Especies del grupo faunístico Aves-Ornitofauna.

| AVES-ORNITOFAUNA | | | | | |
|------------------|-----------------------------|---------------------------|-----------------------|---|---|
| FAMILIA | NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN | NOM-059-SEMARNAT-2010 | FACTORES DE RIESGO | FUENTE |
| Iguanidae | <i>Ctenosaura acanthura</i> | Iguana espinosa del Golfo | Pr | La extensión de zonas hoteleras y asentamientos humanos, así como la explotación de la carne, piel y los huevos de esta especie, son factores de riesgo para <i>C. acanthura</i> . Además, se sabe poco acerca de la biología de esta especie . | (Garrido-Estrada y Sandoval-Jiménez, 1992). |

Tabla 141. Especies del grupo faunístico Anfibios y Reptiles-Herpetofauna.

| ANFIBIOS Y REPTILES-HERPETOFAUNA | | | | | |
|----------------------------------|--------------------------------|--------------------------|-----------------------|--|-------------------------------------|
| FAMILIA | NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN | NOM-059-SEMARNAT-2010 | FACTORES DE RIESGO | FUENTE |
| Iguanidae | <i>Ctenosaura pectinata</i> | Iguana espinosa mexicana | A | Esta especie se encuentra sujeta a presiones adicionales a la destrucción, fragmentación y disminución del hábitat. Como la mayoría de las serpientes de cascabel, están predispuestas a ser asesinadas por el simple motivo de ser animales venenosos | (Greene y Campbell, 1992). |
| Kinosternidae | <i>Kinosternon leucostomum</i> | Tortuga casquito | Pr | La fragmentación y reducción del hábitat y la contaminación de los cuerpos de agua, son los principales factores de riesgo para la especie. El hábitat de esta especie se encuentra fragmentado debido el desarrollo de los asentamientos humanos que coinciden con su rango de distribución. | (CONABIO,2012) |
| Ranidae | <i>Lithobates berlandieri</i> | Rana Leopardo | Pr | En la mayoría del área de distribución de esta especie, el ambiente natural está siendo disminuido drásticamente, por lo que, los cuerpos de agua donde se reproduce esta especie, están desapareciendo, así que toda esta modificación del ambiente, representa un grave factor de riesgo para el futuro de la especie. | (Ramírez-Bautista, 2001, personal). |

*A = Amenazadas y Pr = Sujetas a Protección Especial.

Las especies potenciales que se encontraron en la **NOM-059-SEMARNAT-2010** tienen probabilidad de desplazarse hacia el área del proyecto así como a los sitios aledaños al predio, no obstante, las actividades del proyecto en ningún momento afectarán las especies de fauna ya que no tiene el fin de aprovechar, cazar o capturar las especies, por el contrario se realizará el ahuyentamiento durante la etapa de construcción del proyecto así como el rescate y la reubicación de los ejemplares en zonas similares al sitio de extracción, tal como se desarrollara en el Programa de Rescate y Reubicación de flora (**ANEXO "11.32"**). Si bien, se realizará el desmonte esta será en un área mínima, por lo que no representa la fragmentación del hábitat de las especies, además de que se implementara el Programa

de Reforestación (**ANEXO "11.34"**) en una superficie mayor al que estará sujeta a remoción de vegetación utilizando especies representativas de la vegetación que será afectada, esperando que a corto plazo esta superficie provea de sitios de alimentación, refugio y anidación de la fauna silvestre.

IV.2.3.2.3. Composición de las comunidades de fauna presentes en el sistema ambiental regional y área del proyecto

En este apartado se describe los métodos utilizados para obtener la información necesaria en la descripción y caracterización de la fauna silvestre existente en el Sistema ambiental regional y Área del Proyecto, para la cual a continuación se presenta una descripción de dicha metodología.

IV.2.3.2.3.1. Diseño de muestreo

IV.2.3.2.3.1.1. Método utilizado

La metodología utilizada para determinar la riqueza y abundancia de especies de vertebrados terrestres dentro del área del proyecto y el SAR, se basó en observaciones directas e indirectas en transectos ubicados en áreas con vegetación similar.

A continuación, se describe el método de muestreo realizado:

- Muestreo de transecto en franja

De acuerdo con Gallina T. S. *et al*, (2011)⁴⁴ este método consiste en una modificación del muestreo de cuadrante que facilita la tarea de contar todos los individuos en la unidad de muestreo (figura 40). El "cuadrante" es una faja angosta y larga en forma de rectángulo que es recorrida por el (los) observador(es) a través de la línea central, contando todos los individuos dentro de la franja muestral de anchura $2W$ (ancho efectivo), esto último se refiere a la anchura en ambos lados de la línea del transecto. La visibilidad es afectada por los siguientes factores: cobertura vegetal, relieve, hora y técnica de muestreo (a pie, caballo, vehículo terrestre o aéreo).

⁴⁴ Gallina S. & s. & C. López-González (editor). 2011. Manual de técnicas para el estudio de fauna. Volúmen I. Universidad Autónoma de Querétaro-Instituto de Ecología, A. C. Querétaro, México. 377 pp.

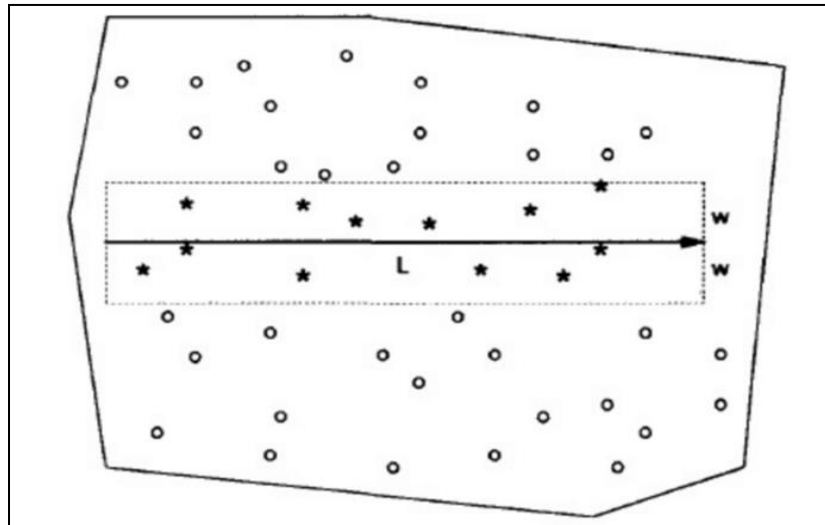


Figura 40. Diagrama de un transecto en franja. El largo ($L = 100$ m) y ancho ($2w = 10$ m) son establecidos desde el inicio del muestreo. Los O representan los animales que no se deben contar; mientras que los * son los animales que se deben contar.

Las consideraciones usadas para este tipo de muestreo son las siguientes:

1. Todos los individuos contenidos en el área muestreada tienen la misma probabilidad de ser detectados ($p = 1.0$).
2. Cualquiera de los individuos está aleatoriamente distribuido sobre el área muestreada, o el transecto fue ubicado de manera aleatoria en el área.
3. Todos los individuos (ambos sexos y todas las edades) son igualmente probables a ser ahuyentadas.
4. Ningún individuo es contado más de una vez.

Este procedimiento de muestreo puede ser aplicado a individuos de todos tamaños, en una variedad de hábitat. Incluso individuos que ordinariamente están ocultos pueden ser contados si ellos son ahuyentados por el observador. Este método aporta información bastante confiable para estimar índices de densidad poblacional.

No obstante, los principales factores que pueden afectar la aplicación de esta metodología son los siguientes:

1. Que tan conspicuos o visibles son los individuos.
2. Condiciones meteorológicas.
3. Actividad de la especie en relación con la hora del día o estación del año.
4. conteos duplicados de individuos que se desplazan hacia adelante durante el recorrido del transecto después de ser ahuyentados.
5. Variación en el efecto de la cobertura del hábitat para la detección de los individuos.
6. Distancia desde el individuo o grupo avistado.

IV.2.3.2.3.1.2. Tamaño de muestra

* Tamaño de muestra para el SAR

Para poder hacer un análisis comparativo de la biodiversidad que se encuentra en el sistema ambiental regional y el área del proyecto, se usó el mismo tamaño de muestra para lo cual se realizaron 11 sitios distribuidos en el tipo de vegetación de SBC, vegetación de VT y el uso de suelo de PC. El tamaño de la muestra se calculó utilizando la curva de acumulación de especies del área del proyecto.

* Tamaño de muestra para el AP

Para determinar el tamaño de muestra, se usó la curva de acumulación de especies, ya que, debido a su densidad, no es posible contar cada uno de los individuos. Esta curva representa gráficamente la forma de como las especies van apareciendo en las unidades de muestreo, o de acuerdo con el incremento en el número de individuos. Cuando una curva de acumulación es asintótica indica que, aunque se aumente el número de unidades de muestreo o de individuos censados, es decir, aumente el esfuerzo, no se incrementará el número de especies, por lo que tenemos un buen muestreo. Las especies que pueden faltar aún por encontrar serán probablemente especies localmente raras, o individuos errantes en fase de dispersión, procedentes de poblaciones estables externas a la unidad del territorio estudiada. (Moreno & Halffter, 2000).

La curva de acumulación de especies se elaboró para los 3 grupos faunísticos (Ornitofauna, mastofauna y herpetofauna) y para los 2 tipos de vegetación presentes en el área que será sometida a cambio de uso de suelo así como en el uso de pastizal (en este caso se presenta el análisis considerando que la fauna es móvil y no solo esta presente sobre la vegetación forestal); utilizando los programas *Estimate SWin 9.10* y *Statistica 10 Enterprise*; los datos obtenidos en campo se exportaron a los programas antes mencionados y con procesamiento estadístico (Estimación no lineal) se aplicó el modelo de ajuste de exponencial negativo y el método de *Simplex and Quasi Newton*.

A continuación, se muestra como los resultados mostraron que el modelo exponencial negativo se ajusta a los datos de campo en la siguiente tabla.

Tabla 142. Número de transectos y coordenadas del punto de inicio y final.

| TIPO DE VEGETACIÓN/USO DE SUELO | GRUPO FAUNÍSTICO | N° UM | PENDIENTE | FAUNA REGISTRADA | BONDAD DE AJUSTE |
|---------------------------------|------------------|-------|-----------|------------------|------------------|
| Selva baja caducifolia (SBC) | Ornitofauna | 3 | 0.013 | 100 % | 0.99 |
| | Mastofauna | 3 | 0.016 | 99 % | 0.99 |
| | Herpetofauna | 3 | 0.076 | 98 % | 0.98 |
| Pastizal Cultivado (PI) | Ornitofauna | 4 | 0.014 | 99 % | 0.98 |
| | Mastofauna | 4 | 0.002 | 99 % | 0.99 |

| TIPO DE VEGETACIÓN/USO DE SUELO | GRUPO FAUNÍSTICO | N° UM | PENDIENTE | FAUNA REGISTRADA | BONDAD DE AJUSTE |
|---------------------------------|------------------|-------|-----------|------------------|------------------|
| | Herpetofauna | 4 | 0.002 | 99 % | 0.97 |
| Vegetacion de Tular (VT) | Ornitofauna | 4 | 0.038 | 97 % | 0.97 |
| | Mastofauna | 4 | 0.033 | 95 % | 0.95 |
| | Herpetofauna | 4 | 0.013 | 98 % | 0.97 |

De acuerdo con J. Hortal & J. M (2003), para la ecuación de exponencial negativo, empleando como unidad de esfuerzo individuos o registros de una base de datos, el inventario puede considerarse suficientemente fiable cuando la pendiente se hace aproximadamente menor a 0.1.

De acuerdo con los resultados de pendiente (menor al 0.1) en los grupos faunisticos evaluados y al porcentaje de fauna registrada en los 3 transectos para la vegetacion SBC, 4 transectos para la vegetacion PI y 4 transectos realizados para la vegetacion VT, concluimos que se ha logrado un inventario completo y altamente fiable para este estrato.

Para una mejor interpretación a continuación se presenta el desarrollo del cálculo de la pendiente final de la curva estudiada.

MODELOS PARAMÉTRICOS

DESARROLLO DEL CÁLCULO PARA LA PENDIENTE FINAL DE LA CURVA

A continuación, se presentan las curvas de acumulación de especies obtenidas para cada grupo faunístico en el área de CUSTF, así como las curvas que muestran el comparativo de los valores referentes a la riqueza de especies, obtenidos mediante los modelos no paramétricos, utilizando la formula bias-corrected y modelo tradicional. Estas gráficas nos permiten analizar que tanto nos aproximamos a la riqueza de especies teórica.

Posteriormente, se presentan los datos obtenidos ajustados considerando el modelo exponencial negativo establecido por Soberón-Mainero & Llorente-Bousquets (1993) o el de Clench, mencionados por Ávalos-Hernández (2007), y que a continuación se describen:

Modelo de Soberón & Llorente: $S_{(n)} = (a/b) * (1 - \exp(-b * n))$

MODELO Clench: $S_{(n)} = (a * n) / (1 + (b * n))$

Cuando el ajuste con los modelos anteriores presenta una **R** baja, se realiza el procedimiento anteriormente descrito, con los modelos logarítmico y asintótico, los cuales se describen a continuación:

MODELO logarítmico: $S_{(n)} = (1 / (1 - \exp(-b))) * (\text{Log}(1 + (1 - \exp(-b)) * a * n))$

MODELO asintótico: $S_{(n)} = n / (a + (b * n))$

Derivado de lo anterior, se incorpora al estudio el que presente una mayor **R**, en todos los casos, se utiliza el método de estimación simplex and quasi-newton, como lo recomienda Jiménez-Valverde & Hortal (2003)⁴⁵.

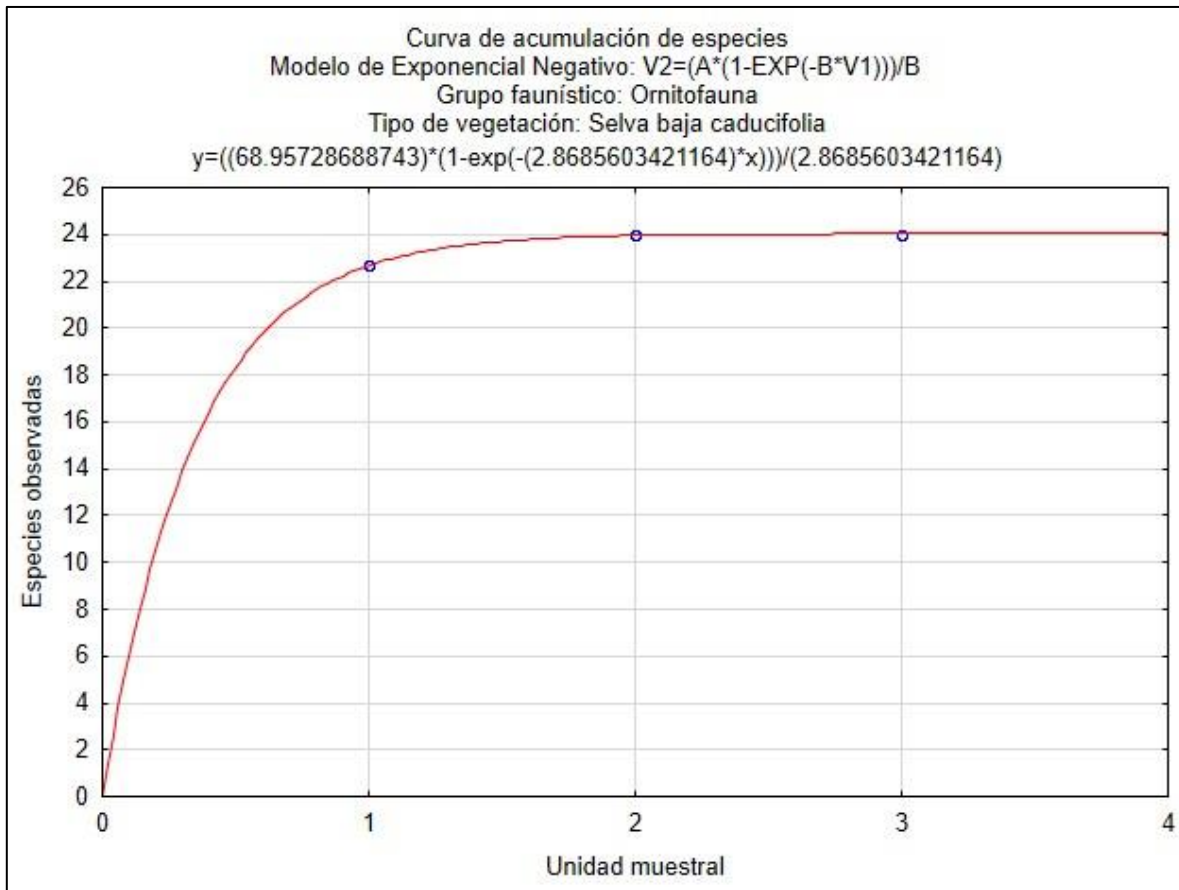
* SELVA BAJA CADUCIFOLIA "SBC"

ORNITOFAUNA

Resultados con el modelo Exponencial negativo.

| Parametros de Exponencial negativo | |
|------------------------------------|----------|
| a | b |
| 68.95729 | 2.868560 |

⁴⁵ Jiménez-Valverde, A. & J. Hortal, 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. Revta. Ibér. Aracnol., 8: 151-161.



Gráfica 24. Curva de acumulación de especies para el grupo de ornitofauna presente en la vegetación SBC; círculos azules: resultados de la curva modelo desarrollado con Estimate SWin 9.10, línea continua roja: ajuste a la curva con el modelo de ajuste de Exponencial negativo.

Por lo tanto, el modelo de ajuste de exponencial negativo: $V2=(A*(1-EXP(-B*V1)))/B$ quedo de la siguiente manera:

$$V2=(68.95729*(1-EXP(-2.868560*V1)))/2.868560$$

En donde:

v2= Riqueza de especies

v1=N° de sitios de muestreo

a= 68.95729

b= 2.868560

Al sustituir los parámetros en la fórmula de la pendiente el valor resultante fue el siguiente:

$$Pendiente = a/(1+b \cdot n)^2$$

$$Pendiente = 68.95729 / (1 + 2.868560 * 3)^2 = 0.01$$

Utilizando los parámetros del modelo de ajuste de exponencial negativo (a y b) se determinó el porcentaje de fauna registrada aplicando la fórmula siguiente:

$$\text{Proporción de especies registradas} = \text{Sobs}/(a/b)$$

En donde:

Sobs= Número de especies observadas =24

a= 68.95729

b= 2.868560

(a/b) =Número de especies potenciales = (24.039)

Entonces:

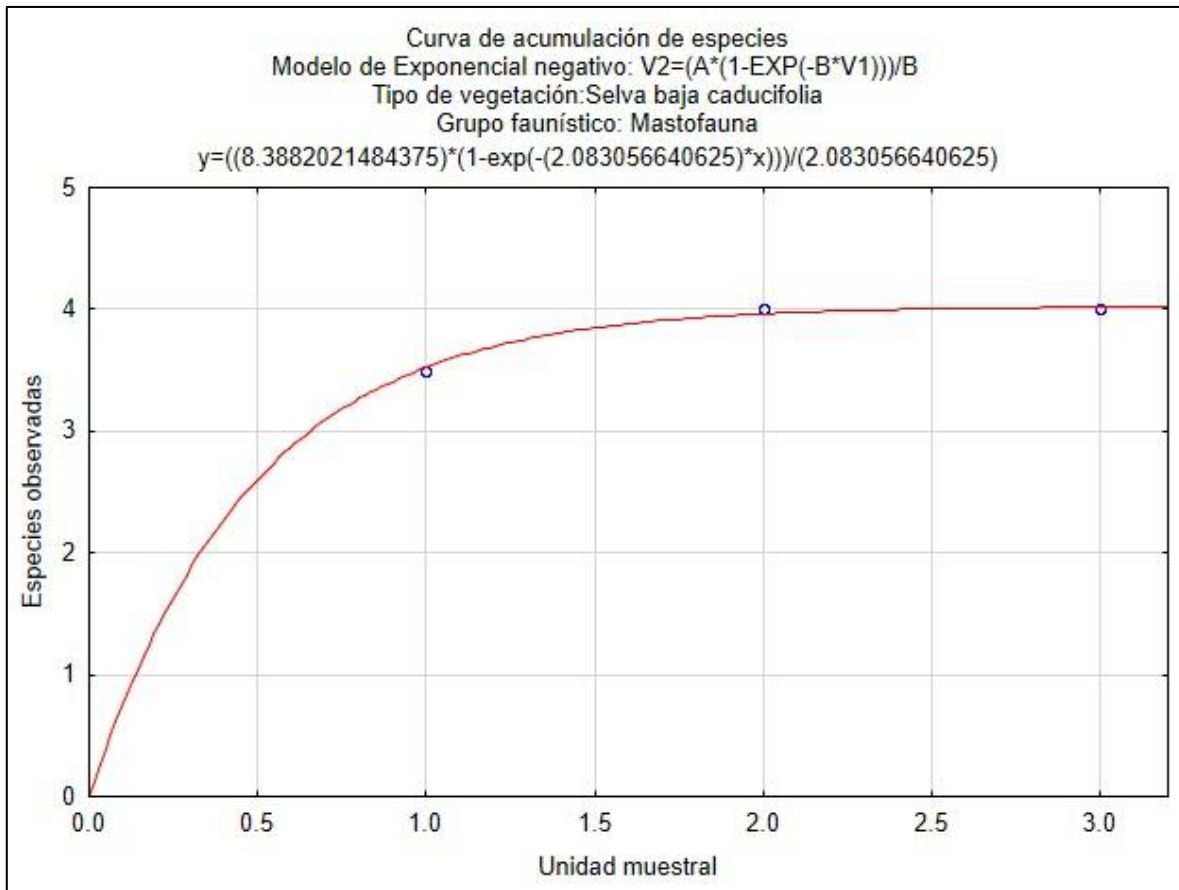
$$\begin{aligned} \text{Sobs}/(a/b) &= 24 / (68.95729 / 2.868560) \\ 24/24.039 &= 1 = 100 \% \end{aligned}$$

La pendiente menor a 0.1 y la proporción de especies registradas del 100 % indica que se ha logrado un inventario completo para el estrato herbáceo.

MASTOFAUNA

Resultados con el modelo Exponencial negativo.

| Parametros de Exponencial negativo | |
|------------------------------------|----------|
| a | b |
| 8.388202 | 2.083057 |



Gráfica 25. Curva de acumulación de especies para el grupo de mastofana presente en la vegetación SBC; círculos azules: resultados de la curva modelo desarrollado con Estimate SWin 9.10, línea continua roja: ajuste a la curva con el modelo de ajuste de Exponencial negativo.

Por lo tanto, el modelo de ajuste de exponencial negativo: $V2=(A*(1-EXP(-B*V1)))/B$ quedo de la siguiente manera:

$$V2=(8.388202*(1-EXP(-2.083057*V1)))/2.083057$$

En donde:

v2= Riqueza de especies

v1=N° de sitios de muestreo

a= 8.388202

b= 2.083057

Al sustituir los parámetros en la fórmula de la pendiente el valor resultante fue el siguiente:

$$Pendiente = a/(1+b \cdot n)^2$$

$$Pendiente = 8.388202 / (1 + 2.083057 * 3)^2 = 0.02$$

Utilizando los parámetros del modelo de ajuste de exponencial negativo (a y b) se determinó el porcentaje de fauna registrada aplicando la fórmula siguiente:

$$\text{Proporción de especies registradas} = Sobs/(a/b)$$

En donde:

Sobs= Número de especies observadas =4

a= 8.388202

b= 2.083057

(a/b) =Número de especies potenciales = (4.027)

Entonces:

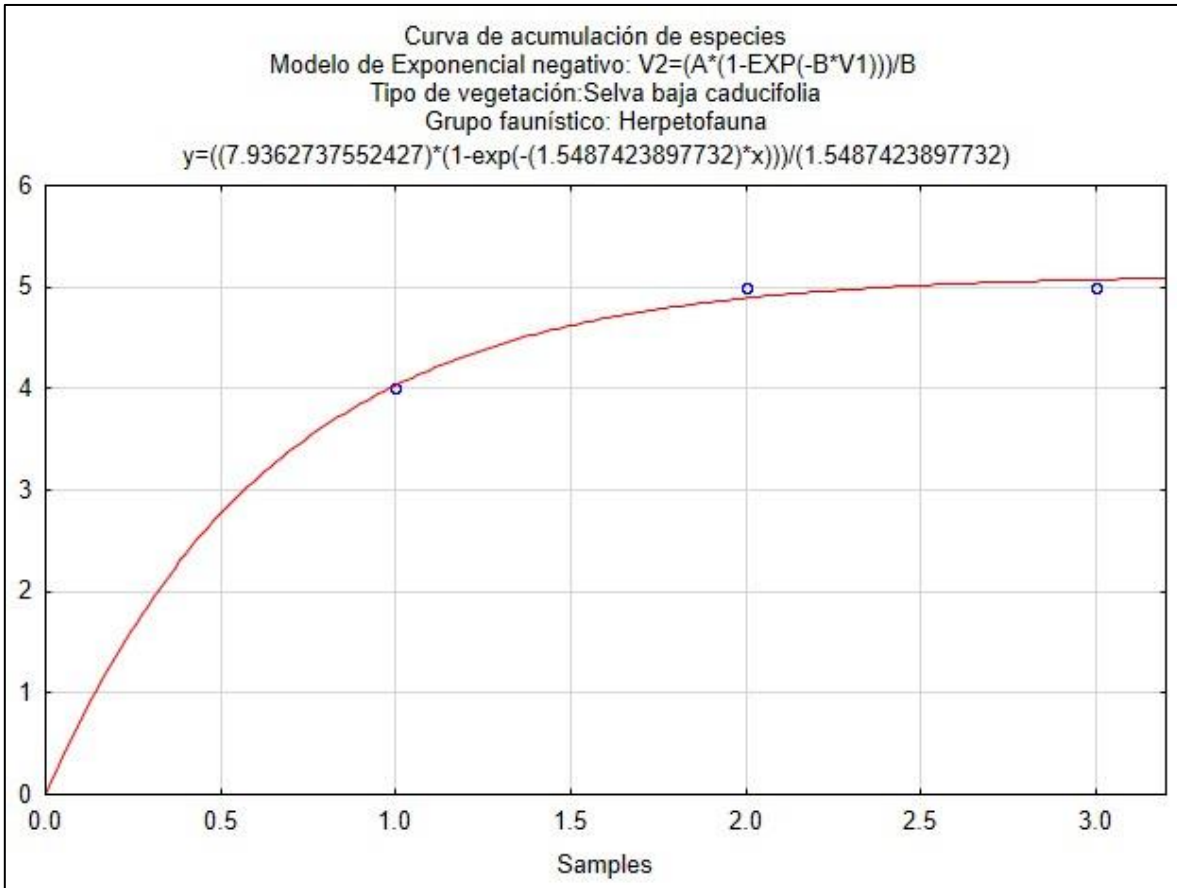
$$Sobs/(a/b) =4/ (8.388202/ 2.083057) \\ 4/4.027 =0.99=99 \%$$

La pendiente menor a 0.1 y la proporción de especies registradas del 100 % indica que se ha logrado un inventario completo para el estrato herbáceo.

HERPETOFAUNA

Resultados con el modelo Exponencial negativo.

| Parametros de Exponencial negativo | |
|------------------------------------|----------|
| a | b |
| 7.936274 | 1.548742 |



Gráfica 26. Curva de acumulación de especies para el grupo de herpetofauna presente en la vegetación SBC; círculos azules: resultados de la curva modelo desarrollado con Estimate SWin 9.10, línea continua roja: ajuste a la curva con el modelo de ajuste de Exponencial negativo.

Por lo tanto, el modelo de ajuste de exponencial negativo: $V2=(A*(1-EXP(-B*V1)))/B$ quedo de la siguiente manera:

$$V2=(7.936274*(1-EXP(-1.548742*V1)))/1.548742$$

En donde:

v2= Riqueza de especies

v1=N° de sitios de muestreo

a= 7.936274

b= 1.548742

Al sustituir los parámetros en la fórmula de la pendiente el valor resultante fue el siguiente:

$$Pendiente = a/(1+b \cdot n)^2$$

$$Pendiente = 7.936274 / (1 + 1.548742 * 3)^2 = 0.08$$

Utilizando los parámetros del modelo de ajuste de exponencial negativo (a y b) se determinó el porcentaje de fauna registrada aplicando la fórmula siguiente:

$$\text{Proporción de especies registradas} = \text{Sobs}/(a/b)$$

En donde:

Sobs= Número de especies observadas = 5

a= 7.936274

b= 1.548742

(a/b) =Número de especies potenciales = (5.124)

Entonces:

$$\begin{aligned} \text{Sobs}/(a/b) &= 5 / (7.936274 / 1.548742) \\ 5 / 5.124 &= 0.98 = 98 \% \end{aligned}$$

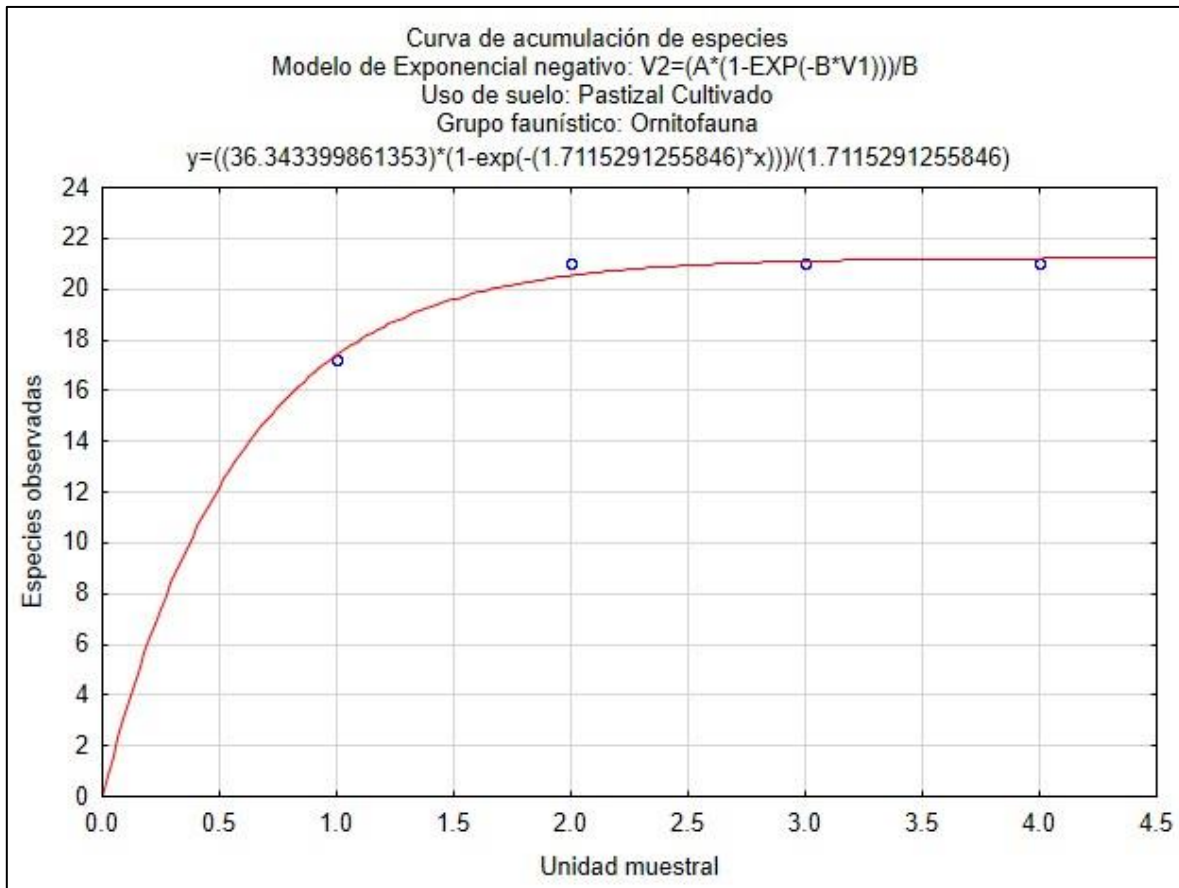
La pendiente menor a 0.1 y la proporción de especies registradas del 100 % indica que se ha logrado un inventario completo para el estrato herbáceo.

* Pastizal Cultivado "PI"

ORNITOFAUNA

Resultados con el modelo Exponencial negativo.

| Parámetros de Exponencial negativo | |
|------------------------------------|----------|
| a | b |
| 24.35855 | 1.858553 |



Gráfica 27. Curva de acumulación de especies para el grupo de ornitofauna presente en el uso de suelo de PC; círculos azules: resultados de la curva modelo desarrollado con Estimate SWin 9.10, línea continua roja: ajuste a la curva con el modelo de ajuste de Exponencial negativo.

Por lo tanto, el modelo de ajuste de exponencial negativo: $V2=(A*(1-EXP(-B*V1)))/B$ quedo de la siguiente manera:

$$V2=(24.35855*(1-EXP(-1.858553*V1)))/1.858553$$

En donde:

v2= Riqueza de especies

v1=N° de sitios de muestreo

a= 24.35855

b= 1.858553

Al sustituir los parámetros en la fórmula de la pendiente el valor resultante fue el siguiente:

$$Pendiente = a/(1+b \cdot n)^2$$

$$Pendiente = 24.35855/(1+ 1.858553*4)^2=0.01$$

Utilizando los parámetros del modelo de ajuste de exponencial negativo (a y b) se determinó el porcentaje de fauna registrada aplicando la fórmula siguiente:

$$\text{Proporción de especies registradas} = \text{Sobs}/(a/b)$$

En donde:

Sobs= Número de especies observadas =13

a= 24.35855

b= 1.858553

(a/b) =Número de especies potenciales = (13.106)

Entonces:

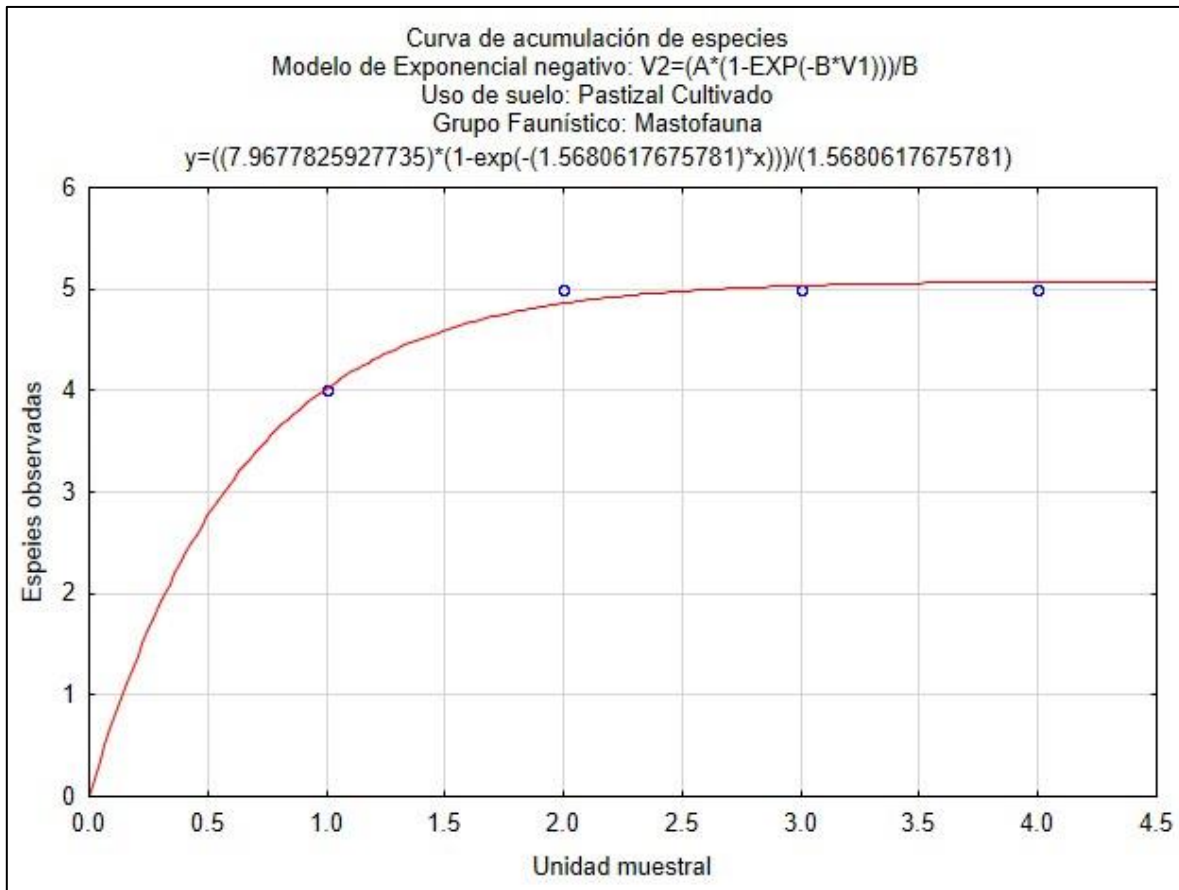
$$\begin{aligned} \text{Sobs}/(a/b) &= 13 / (24.35855 / 1.858553) \\ &= 13 / 13.106 = 0.99 = 99 \% \end{aligned}$$

La pendiente menor a 0.1 y la proporción de especies registradas del 100 % indica que se ha logrado un inventario completo para el estrato herbáceo.

MASTOFAUNA

Resultados con el modelo Exponencial negativo.

| Parametros de Exponencial negativo | |
|------------------------------------|----------|
| a | b |
| 6.031816 | 1.998314 |



Gráfica 28. Curva de acumulación de especies para el grupo de mastofauna presente en el uso de suelo de PC; círculos azules: resultados de la curva modelo desarrollado con Estimate SWin 9.10, línea continua roja: ajuste a la curva con el modelo de ajuste de Exponencial negativo.

Por lo tanto, el modelo de ajuste de exponencial negativo: $V2=(A*(1-EXP(-B*V1)))/B$ quedo de la siguiente manera:

$$V2=(6.031816*(1-EXP(-1.998314*V1)))/1.998314$$

En donde:

v2= Riqueza de especies

v1=N° de sitios de muestreo

a= 6.031816

b= 1.998314

Al sustituir los parámetros en la fórmula de la pendiente el valor resultante fue el siguiente:

$$Pendiente = a/(1+b \cdot n)^2$$

$$Pendiente = 6.031816 / (1 + 1.998314 * 4)^2 = 0.02$$

Utilizando los parámetros del modelo de ajuste de exponencial negativo (a y b) se determinó el porcentaje de fauna registrada aplicando la fórmula siguiente:

$$\text{Proporción de especies registradas} = \text{Sobs}/(a/b)$$

En donde:

Sobs= Número de especies observadas = 3

a= 6.031816

b= 1.998314

(a/b) =Número de especies potenciales = (3.02)

Entonces:

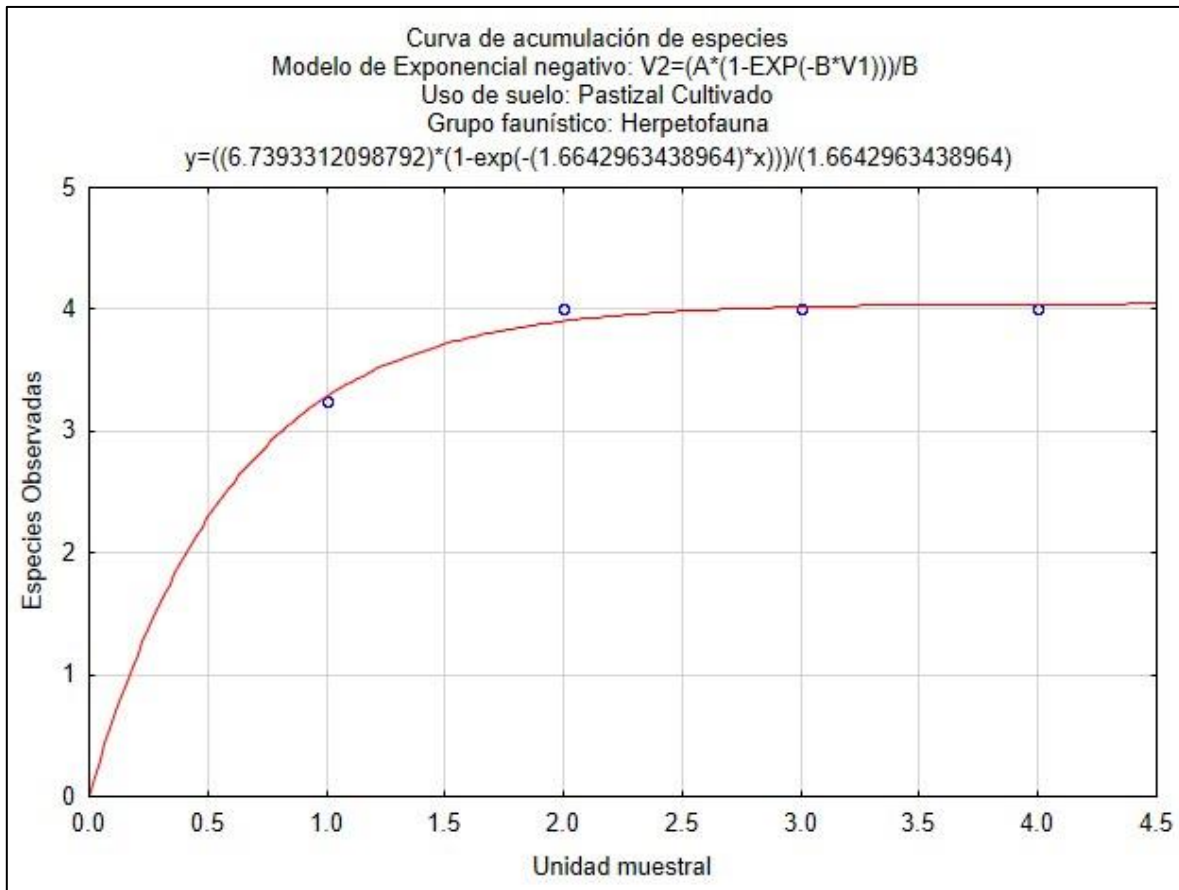
$$\begin{aligned} \text{Sobs}/(a/b) &= 15 / (6.031816 / 1.998314) \\ 15/15 &= 0.99 = 99 \% \end{aligned}$$

La pendiente menor a 0.1 y la proporción de especies registradas del 100 % indica que se ha logrado un inventario completo para el estrato herbáceo.

HERPETOFAUNA

Resultados con el modelo Exponencial negativo.

| Parametros de Exponencial negativo | |
|------------------------------------|----------|
| a | b |
| 4.454599 | 1.460869 |



Gráfica 29. Curva de acumulación de especies para el grupo de herpetofauna presente en el uso de suelo de PC; círculos azules: resultados de la curva modelo desarrollado con Estimate SWin 9.10, línea continua roja: ajuste a la curva con el modelo de ajuste de Exponencial negativo.

Por lo tanto, el modelo de ajuste de exponencial negativo: $V2=(A*(1-EXP(-B*V1)))/B$ quedo de la siguiente manera:

$$V2=(4.454599*(1-EXP(-1.460869*V1)))/1.460869$$

En donde:

v2= Riqueza de especies

v1=N° de sitios de muestreo

a= 4.454599

b= 1.460869

Al sustituir los parámetros en la fórmula de la pendiente el valor resultante fue el siguiente:

$$Pendiente = a/(1+b \cdot n)^2$$

$$Pendiente = 4.454599 / (1 + 1.460869 * 4)^2 = 0.013$$

Utilizando los parámetros del modelo de ajuste de exponencial negativo (a y b) se determinó el porcentaje de fauna registrada aplicando la fórmula siguiente:

$$\text{Proporción de especies registradas} = \text{Sobs}/(a/b)$$

En donde:

Sobs= Número de especies observadas =3

a= 4.454599

b= 1.460869

(a/b) =Número de especies potenciales = (3.05)

Entonces:

$$\begin{aligned} \text{Sobs}/(a/b) &= 3/ (4.454599/ 1.460869) \\ 3/3.05 &= 0.98 = 98 \% \end{aligned}$$

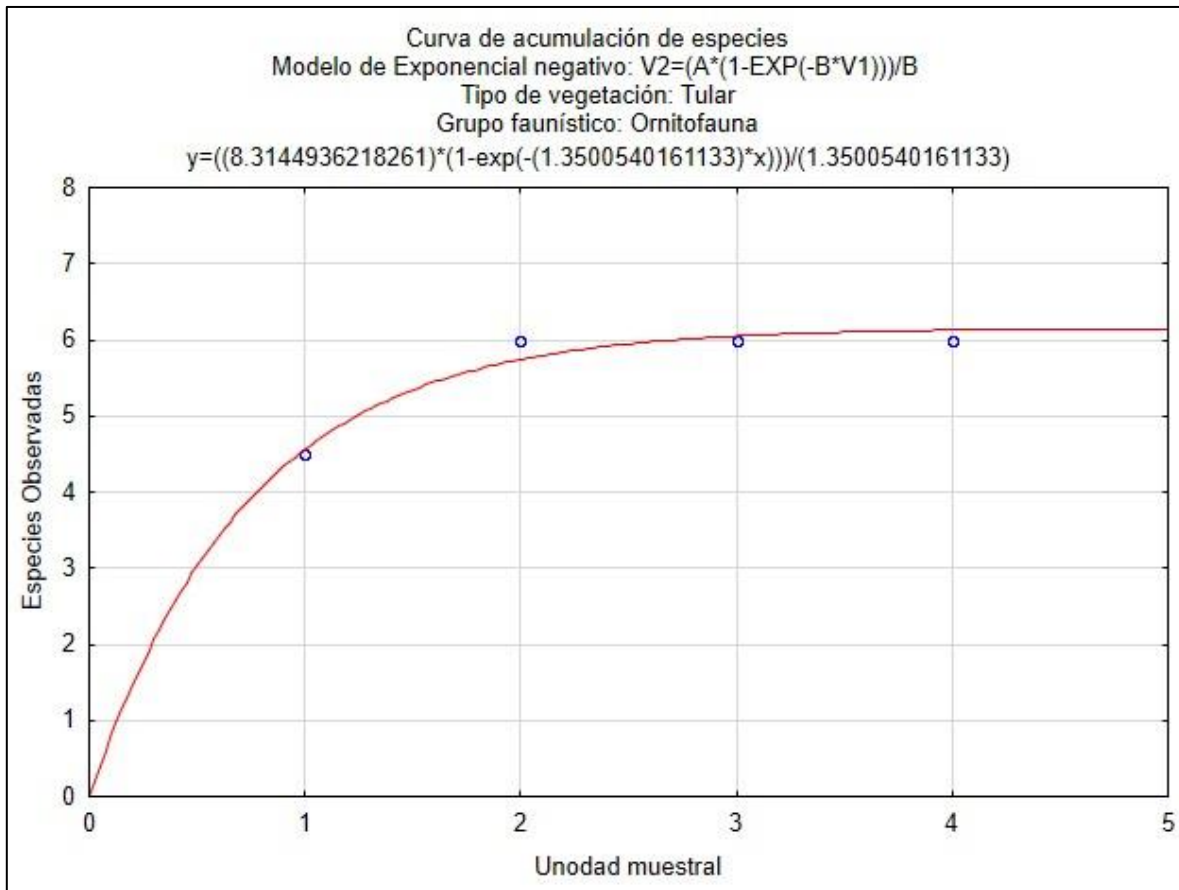
La pendiente menor a 0.1 y la proporción de especies registradas del 100 % indica que se ha logrado un inventario completo para el estrato herbáceo.

*** VEGETACION DE TULAR "VT"**

ORNITOFAUNA

Resultados con el modelo Exponencial negativo.

| Parametros de Exponencial negativo | |
|------------------------------------|----------|
| a | b |
| 8.314494 | 1.350054 |



Gráfica 30. Curva de acumulación de especies para el grupo de Ornitofauna presente en la vegetación VT; círculos azules: resultados de la curva modelo desarrollado con Estimate SWin 9.10, línea continua roja: ajuste a la curva con el modelo de ajuste de Exponencial negativo.

Por lo tanto, el modelo de ajuste de exponencial negativo: $V2=(A*(1-EXP(-B*V1)))/B$ quedo de la siguiente manera:

$$V2=(8.314494*(1-EXP(-1.350054*V1)))/1.350054$$

En donde:

v2= Riqueza de especies

v1=N° de sitios de muestreo

a= 8.314494

b= 1.350054

Al sustituir los parámetros en la fórmula de la pendiente el valor resultante fue el siguiente:

$$Pendiente = a/(1+b \cdot n)^2$$

$$Pendiente = 8.314494/(1+ 1.350054 *4)^2 =0.04$$

Utilizando los parámetros del modelo de ajuste de exponencial negativo (a y b) se determinó el porcentaje de fauna registrada aplicando la fórmula siguiente:

$$\text{Proporción de especies registradas} = \text{Sobs}/(a/b)$$

En donde:

Sobs= Número de especies observadas =6

a= 8.314494

b= 1.350054

(a/b) =Número de especies potenciales = (6.159)

Entonces:

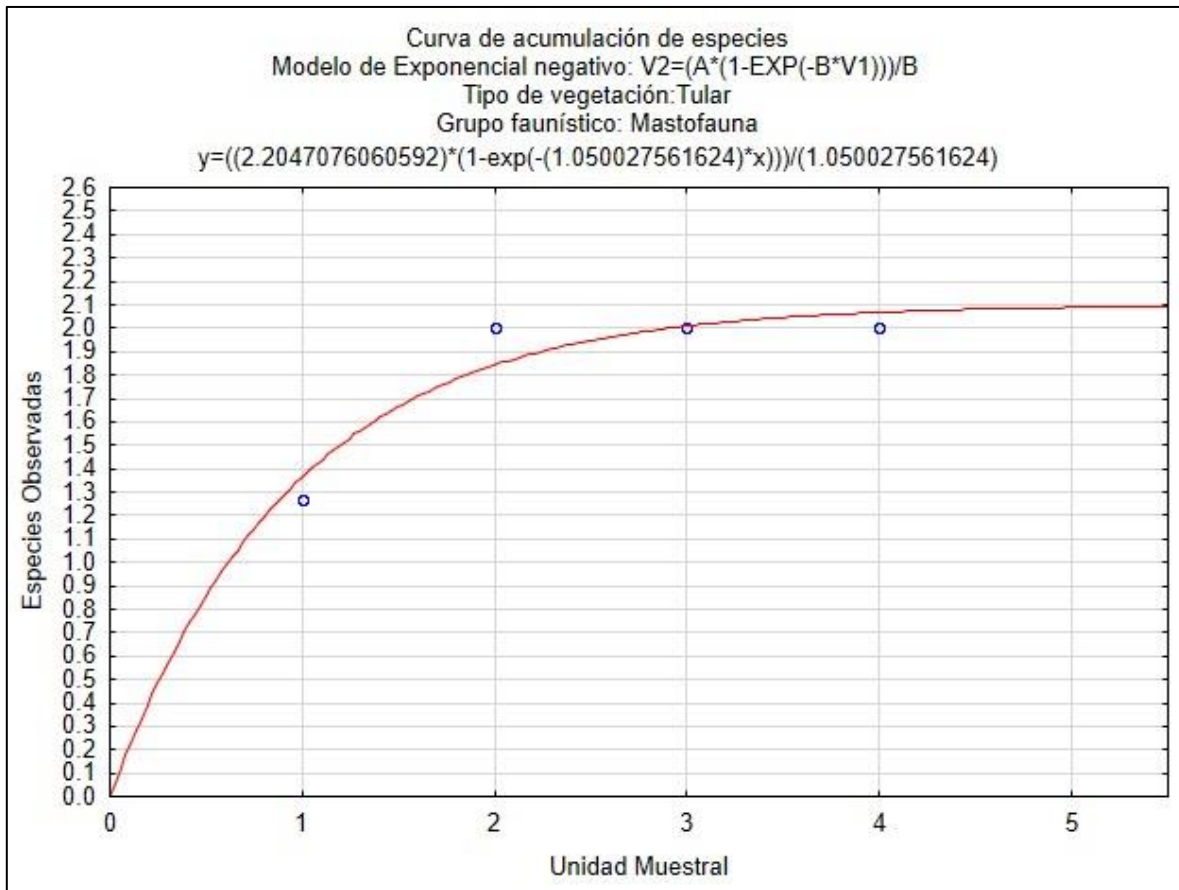
$$\begin{aligned} \text{Sobs}/(a/b) &= 6/ (8.314494/ 1.350054) \\ &= 6/6.159 = 0.97 = 97 \% \end{aligned}$$

La pendiente menor a 0.1 y la proporción de especies registradas del 100 % indica que se ha logrado un inventario completo para el estrato herbáceo.

MASTOFAUNA

Resultados con el modelo Exponencial negativo.

| Parametros de Exponencial negativo | |
|------------------------------------|----------|
| a | b |
| 2.204708 | 1.050028 |



Gráfica 31. Curva de acumulación de especies para el grupo de Mastofauna presente en la vegetación VT; círculos azules: resultados de la curva modelo desarrollado con Estimate SWin 9.10, línea continua roja: ajuste a la curva con el modelo de ajuste de Exponencial negativo.

Por lo tanto, el modelo de ajuste de exponencial negativo: $V2=(A*(1-EXP(-B*V1)))/B$ quedo de la siguiente manera:

$$V2=(2.204708*(1-EXP(-1.050028*V1)))/1.050028$$

En donde:

v2= Riqueza de especies

v1=N° de sitios de muestreo

a= 2.204708

b= 1.050028

Al sustituir los parámetros en la fórmula de la pendiente el valor resultante fue el siguiente:

$$Pendiente = a/(1+b \cdot n)^2$$

$$Pendiente = 2.204708/(1+ 1.050028*4)^2=0.03$$

Utilizando los parámetros del modelo de ajuste de exponencial negativo (a y b) se determinó el porcentaje de fauna registrada aplicando la fórmula siguiente:

$$\text{Proporción de especies registradas} = \text{Sobs}/(a/b)$$

En donde:

Sobs= Número de especies observadas =2

a= 2.204708

b= 1.050028

(a/b) =Número de especies potenciales = (2.1)

Entonces:

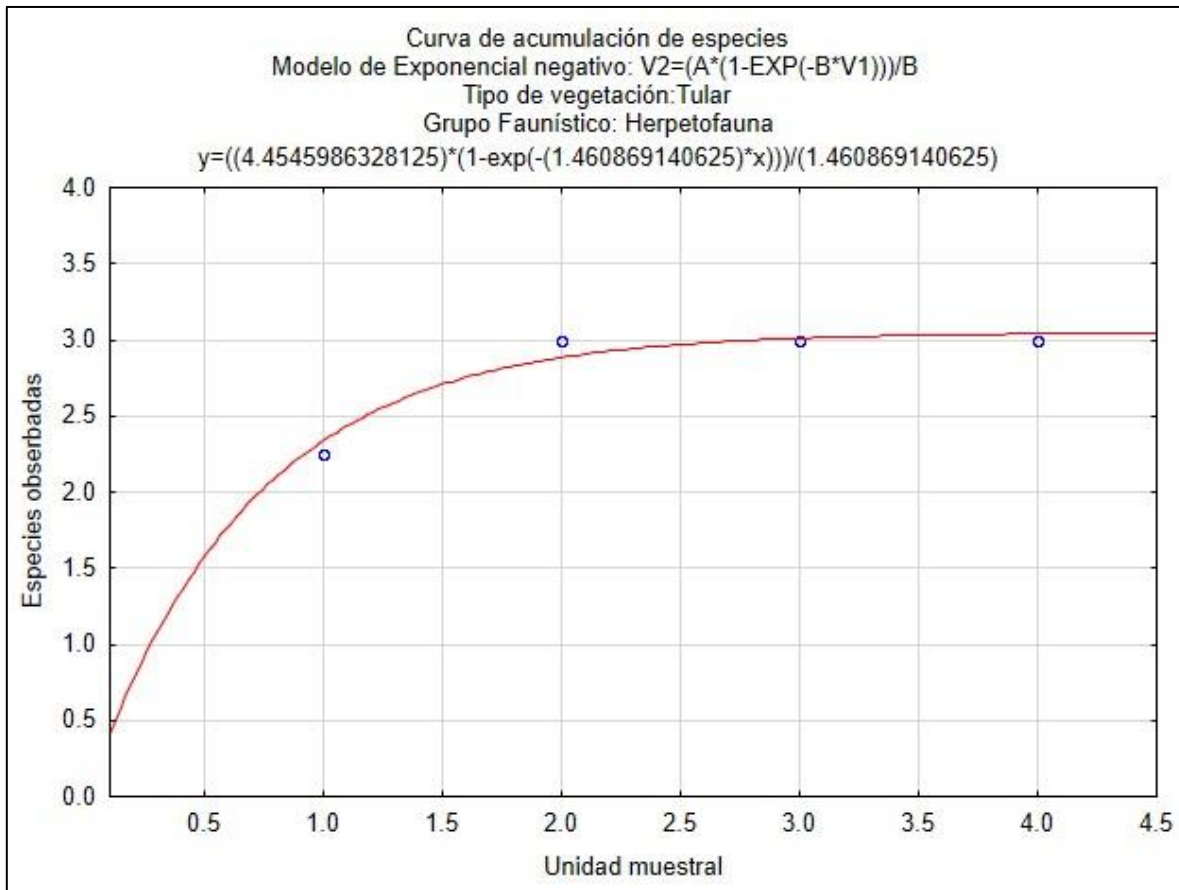
$$\begin{aligned} \text{Sobs}/(a/b) &= 2/ (2.204708/ 1.050028) \\ 2/2.1 &= 0.95 = 95 \% \end{aligned}$$

La pendiente menor a 0.1 y la proporción de especies registradas del 100 % indica que se ha logrado un inventario completo para el estrato herbáceo.

HERPETOFAUNA

Resultados con el modelo Exponencial negativo.

| Parametros de Exponencial negativo | |
|------------------------------------|----------|
| a | b |
| 4.454599 | 1.460869 |



Gráfica 32. Curva de acumulación de especies para el grupo de Herpetofauna presente en la vegetación VT; círculos azules: resultados de la curva modelo desarrollado con Estimate SWin 9.10, línea continua roja: ajuste a la curva con el modelo de ajuste de Exponencial negativo.

Por lo tanto, el modelo de ajuste de exponencial negativo: $V2=(A*(1-EXP(-B*V1)))/B$ quedo de la siguiente manera:

$$V2=(4.454599*(1-EXP(-1.460869*V1)))/1.460869$$

En donde:

v2= Riqueza de especies

v1=N° de sitios de muestreo

a= 4.454599

b= 1.460869

Al sustituir los parámetros en la fórmula de la pendiente el valor resultante fue el siguiente:

$$\begin{aligned} \text{Pendiente} &= a/(1+b \cdot n)^2 \\ \text{Pendiente} &= 4.454599 / (1 + 1.460869 \cdot 4)^2 = 0.01 \end{aligned}$$

Utilizando los parámetros del modelo de ajuste de exponencial negativo (a y b) se determinó el porcentaje de fauna registrada aplicando la fórmula siguiente:

$$\text{Proporción de especies registradas} = S_{obs}/(a/b)$$

En donde:

S_{obs}= Número de especies observadas =3

a= 4.454599

b= 1.460869

(a/b) =Número de especies potenciales = (3.049)

Entonces:

$$\begin{aligned} S_{obs}/(a/b) &= 3 / (4.454599 / 1.460869) \\ &= 3 / 3.049 = 0.98 = 98 \% \end{aligned}$$

La pendiente menor a 0.1 y la proporción de especies registradas del 100 % indica que se ha logrado un inventario completo para el estrato herbáceo.

MODELOS NO PARAMÉTRICOS

INDICADOR NO PARAMÉTRICO CHAO 2

El indicador no paramétrico Chao 2 utiliza los datos obtenidos en el muestreo para estimar el número de especies que no fueron detectadas durante el muestreo, así como el total de las especies mediante el número de individuos capturados en el muestreo o el número de muestras tomadas en la comunidad objeto; la fórmula del indicador es la siguiente:

$$S_{Chao2} = S_{obs} + \frac{Q1^2}{Q2^2}$$

En donde:

S_{obs} = Riqueza de especies capturada mediante el muestreo.

Q1= Número de especies que fueron registradas solamente en una muestra del muestreo (Singletes).

Q2= Número de especies que fueron registradas en dos muestras del muestreo (Dobletes).

* RESULTADOS CON EL ESTIMADOR CHAO 2

Para corroborar el esfuerzo de muestreo, también se elaboraron las curvas de acumulación de especies para los 3 grupos faunísticos (ornitofauna, mastofauna y herpetofauna) utilizando el programa *Estimate SWin 9.10*; los datos obtenidos en campo se exportaron a Excel aplicando los intervalos de confianza para la riqueza calculada y el indicador paramétrico **Chao 2**, por grupo de fauna y por tipo de vegetación.

Así mismo, para evaluar la confiabilidad del inventario se calculó la **representatividad de las especies en porcentaje (%)**.

SELVA BAJA CADUCIFOLIA (SBC)

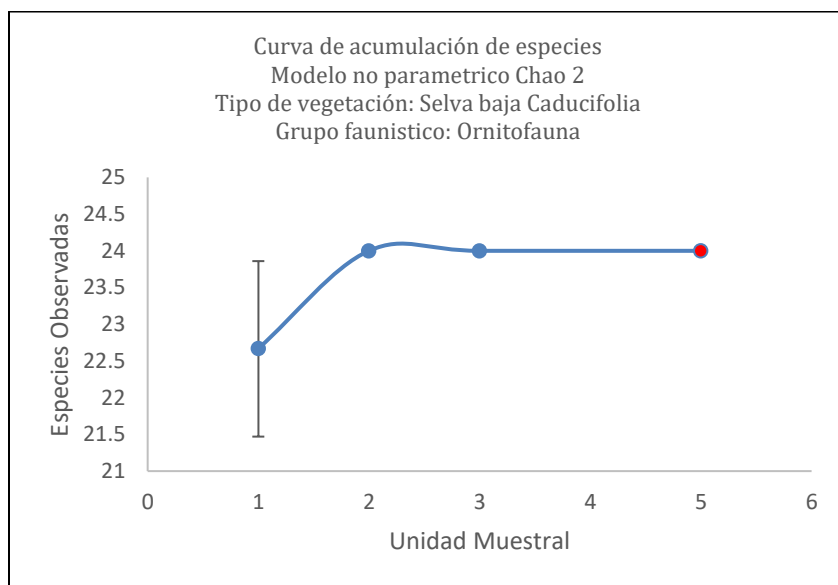
* **Ornitofauna**

Aplicando el indicador no paramétrico de Chao 2, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 143. Datos para la elaboración de la curva de acumulación y el indicador no paramétrico Chao 2.

| Sitios | Riqueza estimada | Intervalo de confianza (95 %) |
|---------------|------------------|-------------------------------|
| 1 | 22.67 | 1.2 |
| 2 | 24 | 0 |
| 3 | 24 | 0 |
| CHAO 2 | 24 | 0 |

A continuación, para una mejor interpretación se presenta la curva de acumulación de especies y el indicador no paramétrico *Chao 2*.



Gráfica 33. Curva de acumulación de especies para el grupo de ornitofauna de la vegetación SBC; círculos azules: resultados de la curva modelo desarrollado con Estimate SWin 9.10, círculo rojo: indicador Chao2, intervalos de confianza al 95 %.

Con base en la gráfica anterior se tiene que los valores de Chao 2 y su intervalo de confianza indican que se registró el total de las especies que potencialmente pueden existir en el área de estudio.

Para el grupo de ornitofauna analizado en la vegetación de selva baja caducifolia, la riqueza observada en **3 sitios** de muestreo resultó ser de **24 especies** y para los valores de Chao 2 las especies potenciales que pudiera haber en el área de estudio son **24 (especies)**, por lo tanto, con un 95 % de confiabilidad respecto a los intervalos de confianza calculados, los cuales se intercalan con los intervalos de confianza de la riqueza observada, se indica que, en el muestreo se registró el 100 % de las especies

potenciales por lo que para el grupo de ornitofauna es estadísticamente suficiente y representativo, con lo que se puede estimar la riqueza, abundancia, índice de diversidad, etcétera.

USO DE SUELO DE PASTIZAL CULTIVADO (PI)

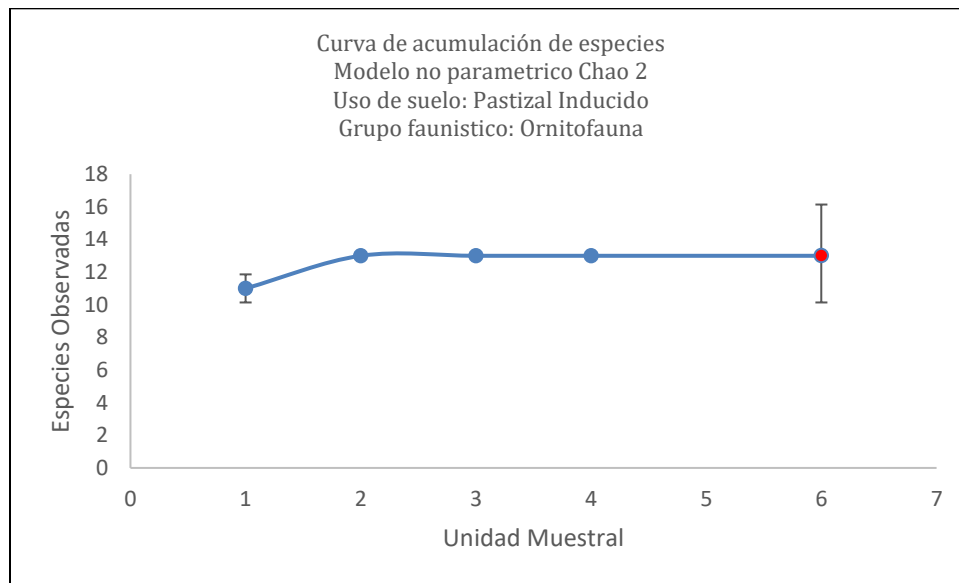
*** Ornitofauna**

Aplicando el indicador no paramétrico de Chao 2, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 144. Datos para la elaboración de la curva de acumulación y el indicador no paramétrico Chao 2.

| Sitios | Riqueza estimada | Intervalo de confianza (95 %) |
|--------|------------------|-------------------------------|
| 1 | 11 | 0.86 |
| 2 | 13 | 0 |
| 3 | 13 | 0 |
| 4 | 13 | 0 |
| 6 | 13 | 3 |

A continuación, para una mejor interpretación se presenta la curva de acumulación de especies y el indicador no paramétrico *Chao 2*.



Gráfica 34. Curva de acumulación de especies para el grupo de ornitofauna de el uso de suelo PI; círculos azules: resultados de la curva modelo desarrollado con Estimate SWin 9.10, círculo rojo: indicador Chao2, intervalos de confianza al 95 %.

Con base en la gráfica anterior se tiene que los valores de Chao 2 y su intervalo de confianza indican que se registró el total de las especies que potencialmente pueden existir en el área de estudio.

Para el grupo de ornitofauna analizado el uso de suelo de pastizal cultivado, la riqueza observada en **4 sitios** de muestreo resultó ser de **13 especies** y para los valores de Chao 2 las especies potenciales

que pudiera haber en el área de estudio son **13 (especies)**, por lo tanto, con un 95 % de confiabilidad respecto a los intervalos de confianza calculados, los cuales se intercalan con los intervalos de confianza de la riqueza observada, se indica que, en el muestreo se registró el 100 % de las especies potenciales por lo que para el grupo de ornitofauna es estadísticamente suficiente y representativo, con lo que se puede estimar la riqueza, abundancia, índice de diversidad, etcétera.

VEGETACIÓN DE TULAR (VT)

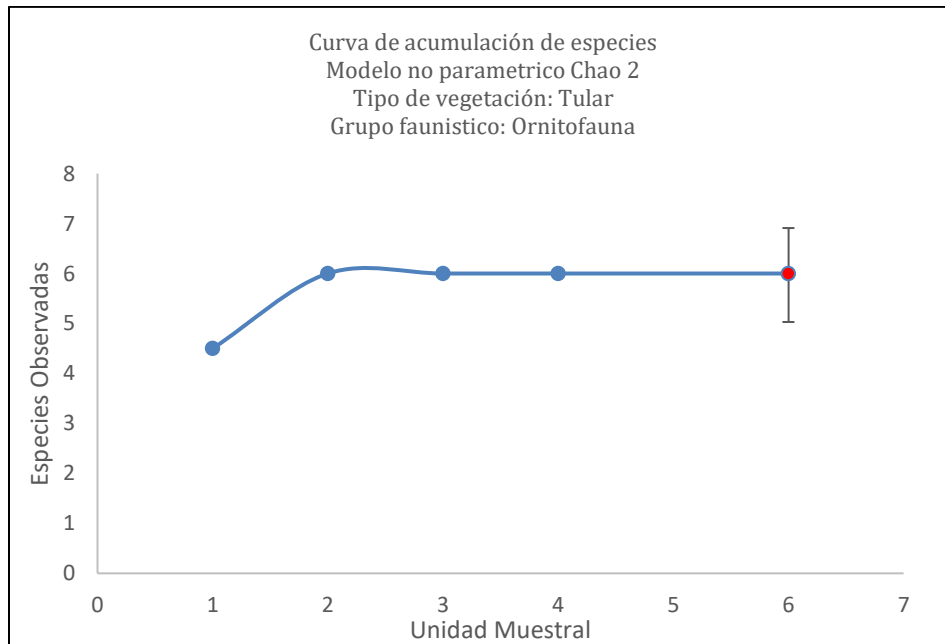
* **Ornitofauna**

Aplicando el indicador no paramétrico de Chao 2, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 145. Datos para la elaboración de la curva de acumulación y el indicador no paramétrico Chao 2.

| Sitios | Riqueza estimada | Intervalo de confianza (95 %) |
|---------------|------------------|-------------------------------|
| 1 | 4.5 | 0 |
| 2 | 6 | 0 |
| 3 | 6 | 0 |
| 4 | 6 | 0 |
| CHAO 2 | 6 | 0.94 |

A continuación, para una mejor interpretación se presenta la curva de acumulación de especies y el indicador no paramétrico *Chao 2*.



Gráfica 35. Curva de acumulación de especies para el grupo de ornitofauna de la vegetación VT; círculos azules: resultados de la curva modelo desarrollado con Estimate SWin 9.10, círculo rojo: indicador Chao2, intervalos de confianza al 95 %. Con base en la gráfica anterior se tiene que los valores de Chao 2 y su intervalo de confianza indican que se registró el total de las especies que potencialmente pueden existir en el área de estudio.

Para el grupo de ornitofauna analizado en la vegetación de tular, la riqueza observada en **4 sitios** de muestreo resultó ser de **6 especies** y para los valores de Chao 2 las especies potenciales que pudiera haber en el área de estudio son **6 (especies)**, por lo tanto, con un 95 % de confiabilidad respecto a los intervalos de confianza calculados, los cuales se intercalan con los intervalos de confianza de la riqueza observada, se indica que, en el muestreo se registró el 100 % de las especies potenciales por lo que para el grupo de ornitofauna es estadísticamente suficiente y representativo, con lo que se puede estimar la riqueza, abundancia, índice de diversidad, etcétera.

SELVA BAJA CADUCIFOLIA (SBC)

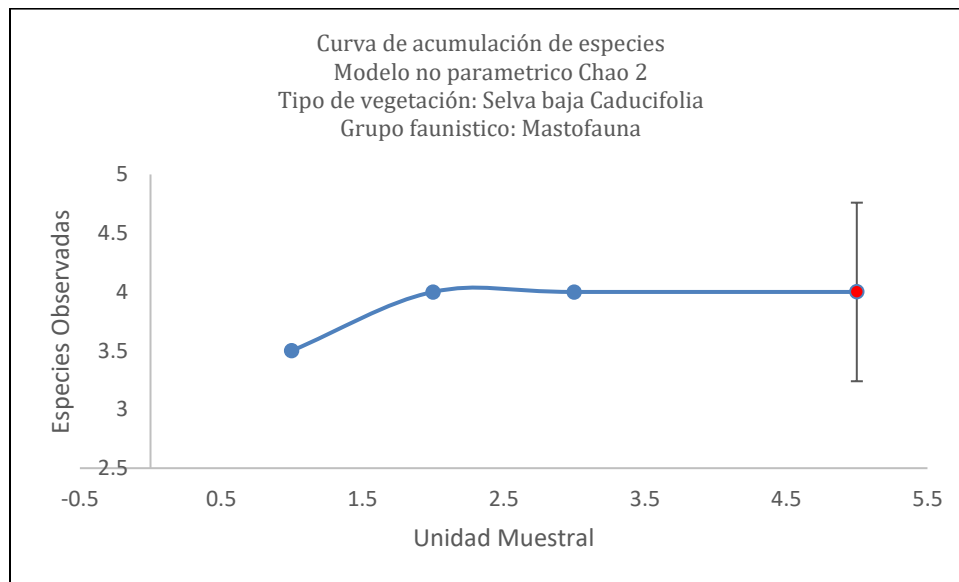
* **Mastofauna**

Aplicando el indicador no paramétrico de Chao 2, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 146. Datos para la elaboración de la curva de acumulación y el indicador no paramétrico Chao 2.

| Sitios | Riqueza estimada | Intervalo de confianza (95 %) |
|---------------|------------------|-------------------------------|
| 1 | 3.5 | 0 |
| 2 | 4 | 0 |
| 3 | 4 | 0 |
| CHAO 2 | 4 | 0.38 |

A continuación, para una mejor interpretación se presenta la curva de acumulación de especies y el indicador no paramétrico *Chao 2*.



Gráfica 36. Curva de acumulación de especies para el grupo de Mastofauna de la vegetación SBC; círculos azules: resultados de la curva modelo desarrollado con Estimate SWin 9.10, círculo rojo: indicador Chao2, intervalos de confianza al 95 %. Con base en la gráfica anterior se tiene que los valores de Chao 2 y su intervalo de confianza indican que se registró el total de las especies que potencialmente pueden existir en el área de estudio.

Para el grupo de ornitofauna analizado en la vegetación de selva baja caducifolia, la riqueza observada en **3 sitios** de muestreo resultó ser de **4 especies** y para los valores de Chao 2 las especies potenciales que pudiera haber en el área de estudio son **4 (especies)**, por lo tanto, con un 95 % de confiabilidad respecto a los intervalos de confianza calculados, los cuales se intercalan con los intervalos de confianza de la riqueza observada, se indica que, en el muestreo se registró el 100 % de las especies potenciales por lo que para el grupo de ornitofauna es estadísticamente suficiente y representativo, con lo que se puede estimar la riqueza, abundancia, índice de diversidad, etc.

USO DE SUELO DE PASTIZAL CULTIVADO (PI)

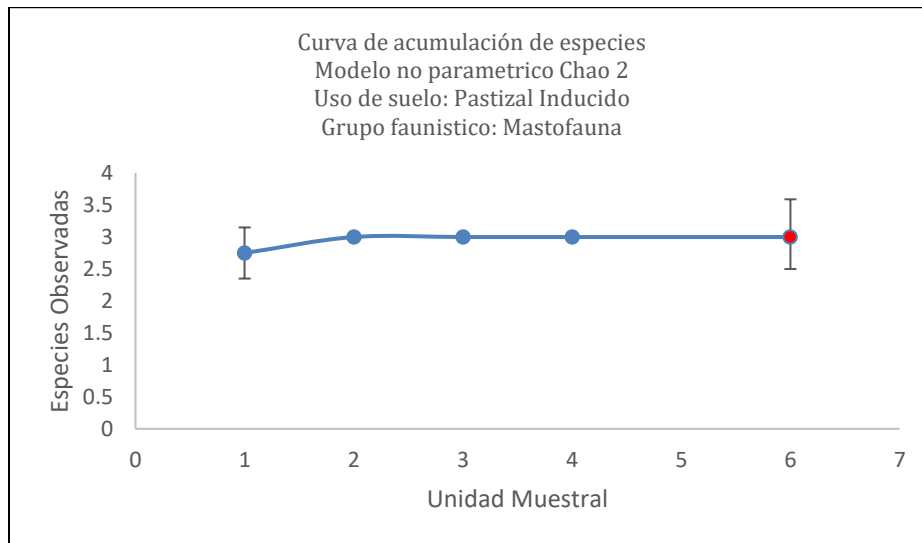
*** Mastofauna**

Aplicando el indicador no paramétrico de Chao 2, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 147. Datos para la elaboración de la curva de acumulación y el indicador no paramétrico Chao 2.

| Sitios | Riqueza estimada | Intervalo de confianza (95 %) |
|---------------|------------------|-------------------------------|
| 1 | 2.75 | 0.4 |
| 2 | 3 | 0 |
| 3 | 3 | 0 |
| 4 | 3 | 0 |
| CHAO 2 | 3 | 0.55 |

A continuación, para una mejor interpretación se presenta la curva de acumulación de especies y el indicador no paramétrico *Chao 2*.



Gráfica 37. Curva de acumulación de especies para el grupo de Mastofauna en el uso de suelo de PI; círculos azules: resultados de la curva modelo desarrollado con Estimate SWin 9.10, círculo rojo: indicador Chao2, intervalos de confianza al 95 %.

Con base en la gráfica anterior se tiene que los valores de Chao 2 y su intervalo de confianza indican que se registró el total de las especies que potencialmente pueden existir en el área de estudio.

Para el grupo de ornitofauna analizado en el uso de suelo de pastizal cultivado, la riqueza observada en **4 sitios** de muestreo resultó ser de **3 especies** y para los valores de Chao 2 las especies potenciales que pudiera haber en el área de estudio son **3 (especies)**, por lo tanto, con un 95 % de confiabilidad respecto a los intervalos de confianza calculados, los cuales se intercalan con los intervalos de confianza de la riqueza observada, se indica que, en el muestreo se registró el 100 % de las especies potenciales por lo que para el grupo de ornitofauna es estadísticamente suficiente y representativo, con lo que se puede estimar la riqueza, abundancia, índice de diversidad, etcétera.

VEGETACIÓN DE TULAR (VT)

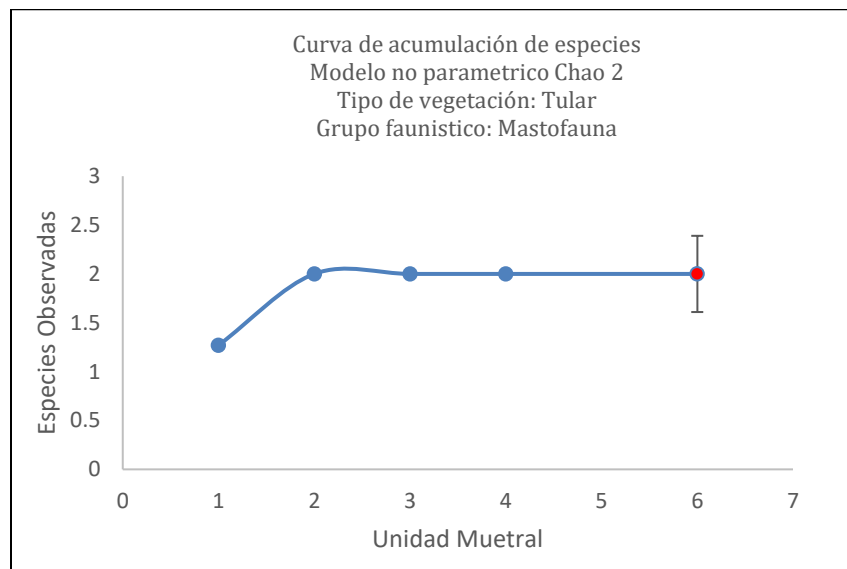
* **Mastofauna**

Aplicando el indicador no paramétrico de Chao 2, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 148. Datos para la elaboración de la curva de acumulación y el indicador no paramétrico Chao 2.

| Sitios | Riqueza estimada | Intervalo de confianza (95 %) |
|---------------|------------------|-------------------------------|
| 1 | 1.27 | 0 |
| 2 | 2 | 0 |
| 3 | 2 | 0 |
| 4 | 2 | 0 |
| CHAO 2 | 2 | 0.39 |

A continuación, para una mejor interpretación se presenta la curva de acumulación de especies y el indicador no paramétrico *Chao 2*.



Gráfica 38. Curva de acumulación de especies para el grupo de Mastofauna de la vegetación VT; círculos azules: resultados de la curva modelo desarrollado con Estimate SWin 9.10, círculo rojo: indicador Chao2, intervalos de confianza al 95 %.

Con base en la gráfica anterior se tiene que los valores de Chao 2 y su intervalo de confianza indican que se registró el total de las especies que potencialmente pueden existir en el área de estudio. Para el grupo de ornitofauna analizado en la vegetación de tular, la riqueza observada en **4 sitios** de muestreo resultó ser de **2 especies** y para los valores de Chao 2 las especies potenciales que pudiera

haber en el área de estudio son **2 (especies)**, por lo tanto, con un 95 % de confiabilidad respecto a los intervalos de confianza calculados, los cuales se intercalan con los intervalos de confianza de la riqueza observada, se indica que, en el muestreo se registró el 100 % de las especies potenciales por lo que para el grupo de ornitofauna es estadísticamente suficiente y representativo, con lo que se puede estimar la riqueza, abundancia, índice de diversidad, etcétera.

SELVA BAJA CADUCIFOLIA (SBC)

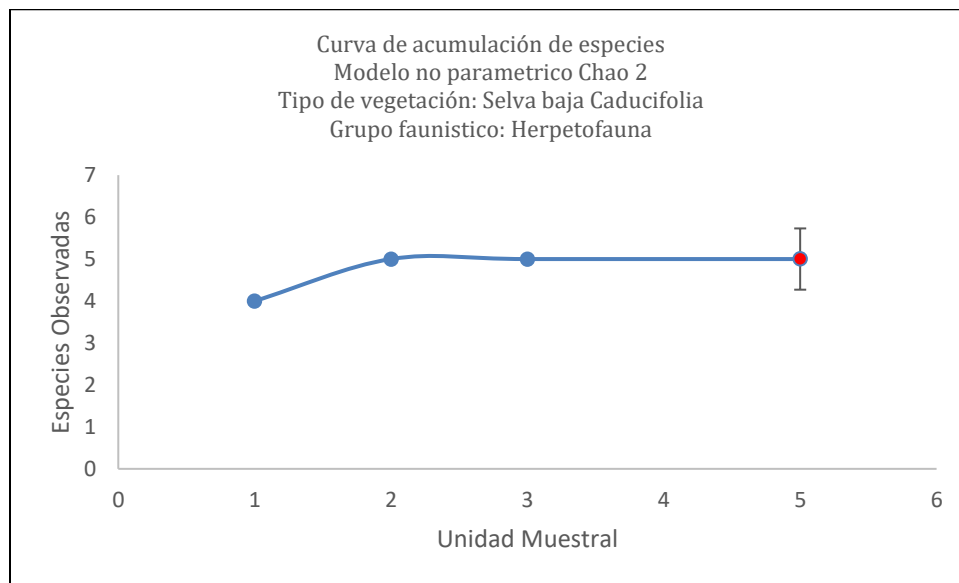
*** Herpetofauna**

Aplicando el indicador no paramétrico de Chao 2, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 149. Datos para la elaboración de la curva de acumulación y el indicador no paramétrico Chao 2.

| Sitios | Riqueza estimada | Intervalo de confianza (95 %) |
|---------------|------------------|-------------------------------|
| 1 | 4 | 0 |
| 2 | 5 | 0 |
| 3 | 5 | 0 |
| CHAO 2 | 5 | 0.73 |

A continuación, para una mejor interpretación se presenta la curva de acumulación de especies y el indicador no paramétrico *Chao 2*.



Gráfica 39. Curva de acumulación de especies para el grupo de Herpetofauna de la vegetación SBC; círculos azules: resultados de la curva modelo desarrollado con Estimate SWin 9.10, círculo rojo: indicador Chao2, intervalos de confianza al 95 %.

Con base en la gráfica anterior se tiene que los valores de Chao 2 y su intervalo de confianza indican que se registró el total de las especies que potencialmente pueden existir en el área de estudio. Para el grupo de ornitofauna analizado en la vegetación de selva baja caducifolia, la riqueza observada en **3 sitios** de muestreo resultó ser de **5 especies** y para los valores de Chao 2 las especies potenciales que pudiera haber en el área de estudio son **5 (especies)**, por lo tanto, con un 95 % de confiabilidad

respecto a los intervalos de confianza calculados, los cuales se intercalan con los intervalos de confianza de la riqueza observada, se indica que, en el muestreo se registró el 100 % de las especies potenciales por lo que para el grupo de ornitofauna es estadísticamente suficiente y representativo, con lo que se puede estimar la riqueza, abundancia, índice de diversidad, etcétera.

USO DE SUELO DE PASTIZAL CULTIVADO (PC)

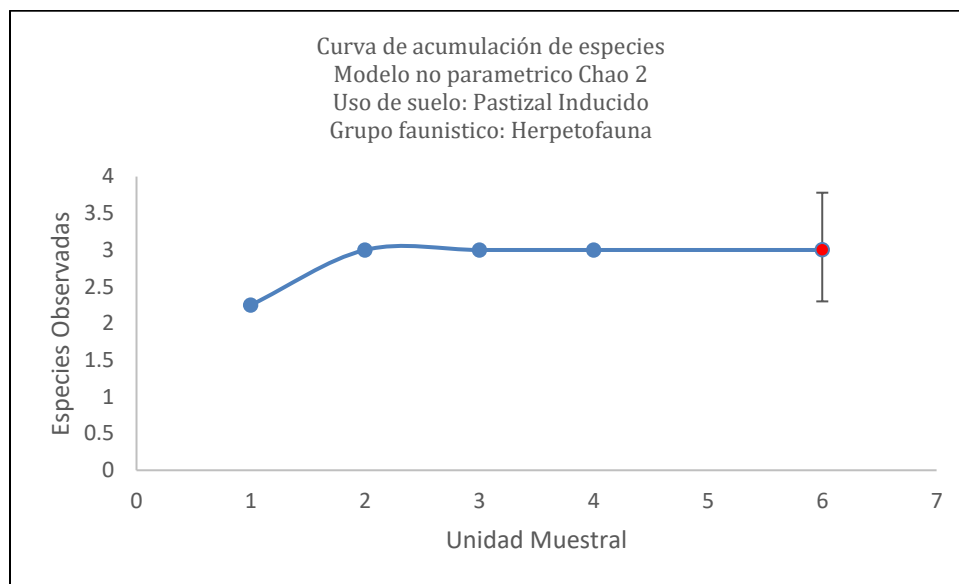
* Herpetofauna

Aplicando el indicador no paramétrico de Chao 2, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 150. Datos para la elaboración de la curva de acumulación y el indicador no paramétrico Chao 2.

| Sitios | Riqueza estimada | Intervalo de confianza (95 %) |
|---------------|------------------|-------------------------------|
| 1 | 2.25 | 0 |
| 2 | 3 | 0 |
| 3 | 3 | 0 |
| 4 | 3 | 0 |
| CHAO 2 | 3 | 0.74 |

A continuación, para una mejor interpretación se presenta la curva de acumulación de especies y el indicador no paramétrico *Chao 2*.



Gráfica 40. Curva de acumulación de especies para el grupo de Herpetofauna del uso de suelo de PC; círculos azules: resultados de la curva modelo desarrollado con Estimate SWin 9.10, círculo rojo: indicador Chao2, intervalos de confianza al 95 %.

Con base en la gráfica anterior se tiene que los valores de Chao 2 y su intervalo de confianza indican que se registró el total de las especies que potencialmente pueden existir en el área de estudio. Para el grupo de ornitofauna analizado el uso de suelo de pastizal cultivado, la riqueza observada en **4 sitios** de muestreo resultó ser de **3 especies** y para los valores de Chao 2 las especies potenciales que pudiera haber en el área de estudio son **3 (especies)**, por lo tanto, con un 95 % de confiabilidad

respecto a los intervalos de confianza calculados, los cuales se intercalan con los intervalos de confianza de la riqueza observada, se indica que, en el muestreo se registró el 100 % de las especies potenciales por lo que para el grupo de ornitofauna es estadísticamente suficiente y representativo, con lo que se puede estimar la riqueza, abundancia, índice de diversidad, etcétera.

VEGETACIÓN DE TULAR (VT)

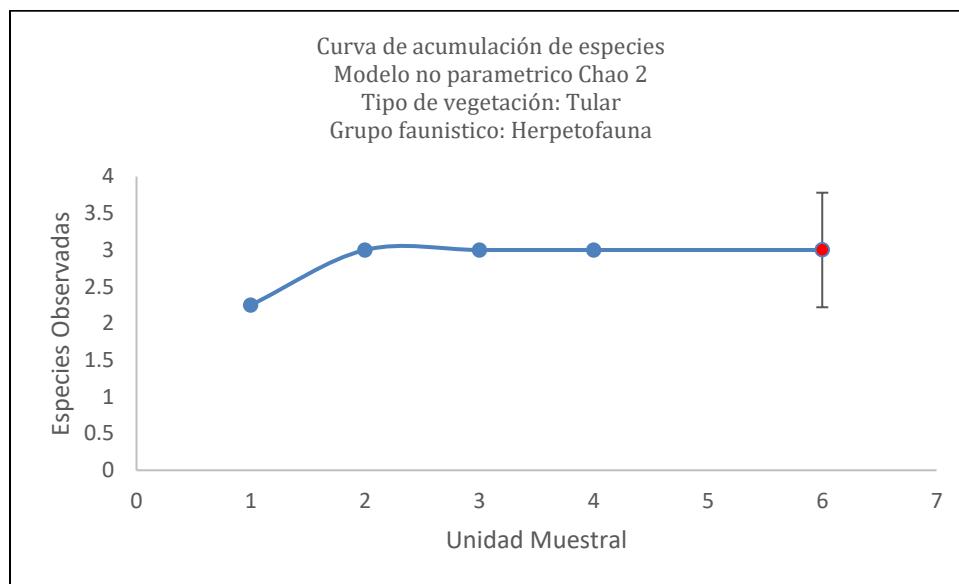
* Herpetofauna

Aplicando el indicador no paramétrico de Chao 2, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 151. Datos para la elaboración de la curva de acumulación y el indicador no paramétrico Chao 2.

| Sitios | Riqueza estimada | Intervalo de confianza (95 %) |
|---------------|------------------|-------------------------------|
| 1 | 2.25 | 0 |
| 2 | 3 | 0 |
| 3 | 3 | 0 |
| 4 | 3 | 0 |
| CHAO 2 | 3 | 0.78 |

A continuación, para una mejor interpretación se presenta la curva de acumulación de especies y el indicador no paramétrico *Chao 2*.



Gráfica 41. Curva de acumulación de especies para el grupo de Herpetofauna de la vegetación VT; círculos azules: resultados de la curva modelo desarrollado con Estimate SWin 9.10, círculo rojo: indicador Chao2, intervalos de confianza al 95 %.

Con base en la gráfica anterior se tiene que los valores de Chao 2 y su intervalo de confianza indican que se registró el total de las especies que potencialmente pueden existir en el área de estudio.

Para el grupo de ornitofauna analizado en la vegetación de tular, la riqueza observada en 4 sitios de muestreo resultó ser de 3 especies y para los valores de Chao 2 las especies potenciales que pudiera haber en el área de estudio son 3 (especies), por lo tanto, con un 95 % de confiabilidad respecto a

los intervalos de confianza calculados, los cuales se intercalan con los intervalos de confianza de la riqueza observada, se indica que, en el muestreo se registró el 100 % de las especies potenciales por lo que para el grupo de ornitofauna es estadísticamente suficiente y representativo, con lo que se puede estimar la riqueza, abundancia, índice de diversidad, etcétera.

RESULTADO DE OTROS ESTIMADORES NO PARAMÉTRICOS

Así mismo, se agregan más indicadores no paramétricos (**Chao 1** y **ICE**) que sustentan que el esfuerzo de muestreo aplicado es suficientemente fiable, esto con base en los resultados arrojados por Estimate SWin 9.10.

A continuación, se presentan los resultados por tipo de vegetación:

SELVA BAJA CADUCIFOLIA (SBC)

Tabla 152. Indicadores no paramétricos del grupo de ornitofauna.

| ESTIMADORES NO PARAMÉTRICOS | Nº DE ESPECIES INFERIDAS | Nº DE ESPECIES ENCONTRADAS | REPRESENTATIVIDAD DE LAS ESPECIES EN % |
|-----------------------------|--------------------------|----------------------------|--|
| CHAO 1 | 24 | 24 | 100 |
| ICE | 24 | 24 | 100 |

Tabla 153. Indicadores no paramétricos del grupo mastofauna.

| ESTIMADORES NO PARAMÉTRICOS | Nº DE ESPECIES INFERIDAS | Nº DE ESPECIES ENCONTRADAS | REPRESENTATIVIDAD DE LAS ESPECIES EN % |
|-----------------------------|--------------------------|----------------------------|--|
| CHAO 1 | 4 | 4 | 100 |
| ICE | 4 | 4 | 100 |

Tabla 154. Indicadores no paramétricos del grupo de herpetofauna.

| ESTIMADORES NO PARAMÉTRICOS | Nº DE ESPECIES INFERIDAS | Nº DE ESPECIES ENCONTRADAS | REPRESENTATIVIDAD DE LAS ESPECIES EN % |
|-----------------------------|--------------------------|----------------------------|--|
| CHAO 1 | 5 | 5 | 100 |
| ICE | 5 | 5 | 100 |

Con base en las tablas anteriores, se tiene que los valores de la representatividad de las especies encontradas muestran que se registró el total de las especies que potencialmente pueden existir en el área de estudio, es decir, todos los indicadores no paramétricos muestran valores por arriba del 95 % de la fauna que se puede presentar en el área de estudio, es decir, se logró un inventario completo.

USO DE SUELO DE PASTIZAL CULTIVADO (PC)

Tabla 155. Indicadores no paramétricos del grupo de ornitofauna.

| ESTIMADORES NO PARAMÉTRICOS | Nº DE ESPECIES INFERIDAS | Nº DE ESPECIES ENCONTRADAS | REPRESENTATIVIDAD DE LAS ESPECIES EN % |
|-----------------------------|--------------------------|----------------------------|--|
| CHAO 1 | 13 | 13 | 100 |

| | | | |
|-----|----|----|-----|
| ICE | 13 | 13 | 100 |
|-----|----|----|-----|

Tabla 156. Indicadores no paramétricos del grupo mastofauna.

| ESTIMADORES NO PARAMÉTRICOS | N° DE ESPECIES INFERIDAS | N° DE ESPECIES ENCONTRADAS | REPRESENTATIVIDAD DE LAS ESPECIES EN % |
|-----------------------------|--------------------------|----------------------------|--|
| CHAO 1 | 3 | 3 | 100 |
| ICE | 3 | 3 | 100 |

Tabla 157. Indicadores no paramétricos del grupo de herpetofauna.

| ESTIMADORES NO PARAMÉTRICOS | N° DE ESPECIES INFERIDAS | N° DE ESPECIES ENCONTRADAS | REPRESENTATIVIDAD DE LAS ESPECIES EN % |
|-----------------------------|--------------------------|----------------------------|--|
| CHAO 1 | 3 | 3 | 100 |
| ICE | 3 | 3 | 100 |

Con base en las tablas anteriores, se tiene que los valores de la representatividad de las especies encontradas muestran que se registró el total de las especies que potencialmente pueden existir en el área de estudio, es decir, todos los indicadores no paramétricos muestran valores por arriba del 95 % de la fauna que se puede presentar en el área de estudio, es decir, se logró un inventario completo.

VEGETACION DE TULAR (VT)

Tabla 158. Indicadores no paramétricos del grupo de ornitofauna.

| ESTIMADORES NO PARAMÉTRICOS | N° DE ESPECIES INFERIDAS | N° DE ESPECIES ENCONTRADAS | REPRESENTATIVIDAD DE LAS ESPECIES EN % |
|-----------------------------|--------------------------|----------------------------|--|
| CHAO 1 | 6 | 6 | 100 |
| ICE | 6 | 6 | 100 |

Tabla 159. Indicadores no paramétricos del grupo mastofauna.

| ESTIMADORES NO PARAMÉTRICOS | N° DE ESPECIES INFERIDAS | N° DE ESPECIES ENCONTRADAS | REPRESENTATIVIDAD DE LAS ESPECIES EN % |
|-----------------------------|--------------------------|----------------------------|--|
| CHAO 1 | 2 | 2 | 100 |
| ICE | 2 | 2 | 100 |

Tabla 160. Indicadores no paramétricos del grupo de herpetofauna.

| ESTIMADORES NO PARAMÉTRICOS | N° DE ESPECIES INFERIDAS | N° DE ESPECIES ENCONTRADAS | REPRESENTATIVIDAD DE LAS ESPECIES EN % |
|-----------------------------|--------------------------|----------------------------|--|
| CHAO 1 | 3 | 3 | 100 |
| ICE | 3 | 3 | 100 |

Con base en las tablas anteriores, se tiene que los valores de la representatividad de las especies encontradas muestran que se registró el total de las especies que potencialmente pueden existir en el área de estudio, es decir, todos los indicadores no paramétricos muestran valores por arriba del 95 % de la fauna que se puede presentar en el área de estudio, es decir, se logró un inventario completo.

Tamaño y forma de los transectos de fauna

Los transectos pueden ser ubicados de manera sistemática o de manera aleatoria, para el caso de este muestreo se eligió hacerlo de manera aleatoria por el motivo de la facilidad de armar un muestreo donde las oportunidades de igualdad de búsqueda son iguales. Se realizaron un total de 22 transectos con una longitud de 100 metros (L) por 20 metros de ancho (2w) los cuales tienen una superficie de **0.011 km²**.

En la siguiente tabla se muestran las coordenadas de dichos transectos por tipo de vegetación.

Para poder hacer un análisis de la diversidad faunística encontrada en el SAR y en el AP, se usó el mismo tamaño de muestra para ambos casos, es decir, se realizaron un total de 22 transectos (100m x 10m) distribuidos dentro de SBC y VT.

Tabla 161. Número de transectos y coordenadas del punto de comienzo y final de donde se realizó el muestreo de fauna silvestre dentro del AP (ANEXO "11.26"). UTM WGS84 Zona 14 N

| No | INICIO | | CENTRO | | FINAL | |
|----|--------|---------|--------|---------|--------|---------|
| | X | Y | C | Y | X | Y |
| 1 | 794447 | 2121588 | 794428 | 2121541 | 794410 | 2121495 |
| 2 | 794215 | 2121669 | 794194 | 2121624 | 794173 | 2121578 |
| 3 | 789399 | 2124834 | 789431 | 2124872 | 789463 | 2124910 |
| 4 | 789014 | 2124958 | 789049 | 2124995 | 789083 | 2125031 |
| 5 | 791538 | 2124794 | 791513 | 2124837 | 791487 | 2124880 |
| 6 | 791326 | 2124622 | 791301 | 2124664 | 791275 | 2124707 |
| 7 | 791319 | 2124996 | 791276 | 2124970 | 791233 | 2124945 |
| 8 | 793997 | 2122516 | 793951 | 2122536 | 793905 | 2122557 |
| 9 | 789183 | 2130316 | 789196 | 2130364 | 789209 | 2130413 |
| 10 | 788819 | 2130495 | 788838 | 2130541 | 788857 | 2130587 |
| 11 | 788611 | 2130703 | 788626 | 2130750 | 788641 | 2130798 |

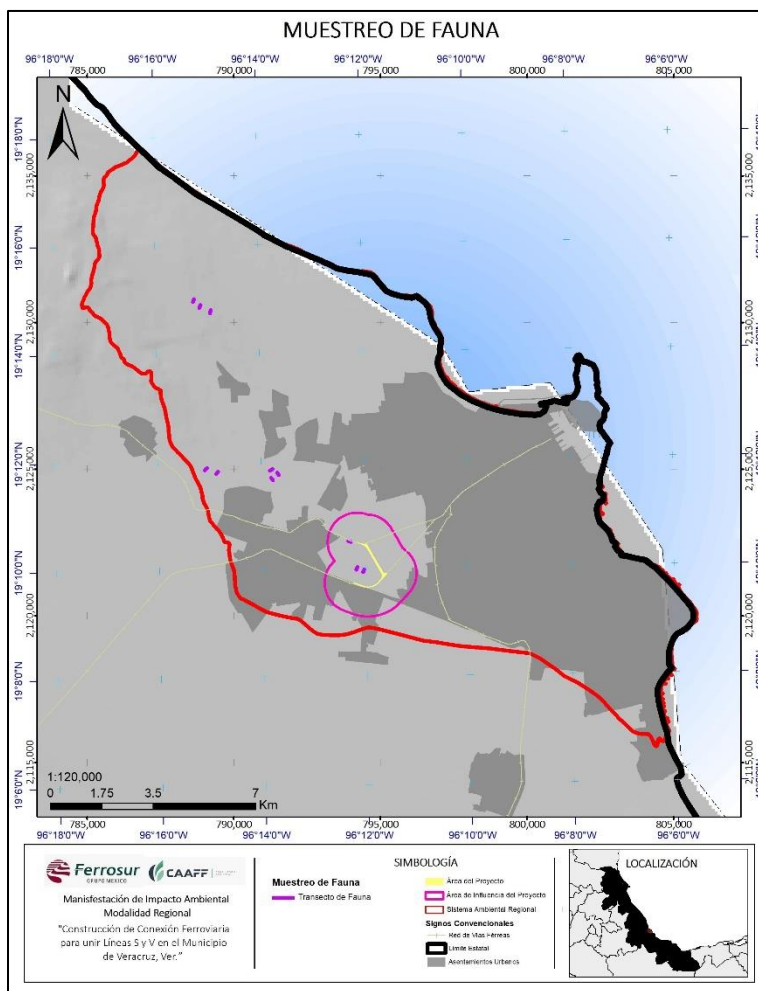


Figura 41. Ubicación de los transectos de muestreo de fauna en el SAR.

IV.2.3.2.2.1.3. Variables evaluadas

La variable por evaluar para todos los grupos faunísticos fue la cantidad de individuos, a continuación, se enlistan los métodos y materiales que fueron utilizados durante el muestreo de fauna para cada grupo.

Tabla 162. Materiales y métodos utilizados durante el muestreo de fauna para cada grupo faunístico.

| GRUPO FAUNÍSTICO | VARIABLE POR EVALUAR | MÉTODO DE CONTEO | MATERIAL |
|---------------------|----------------------|---|--|
| Aves | Número de individuos | Avistamiento, canto, captura, nidos | Redes de niebla y binoculares |
| Mamíferos | | Avistamiento, huellas, captura, madrigueras | Trampas Sherman, Tomahawk y cámaras trampa |
| Anfibios y Reptiles | | Avistamiento, captura | Trampa de embudo, Bastón herpetológico |

IV.2.3.2.2.1.4. Horario de muestreo

En los siguientes apartados se explica a detalle las actividades realizadas durante el muestreo, para la obtención de información por grupo faunístico. En la siguiente tabla se enlistan los horarios óptimos para la observación de fauna silvestre de acuerdo con el grupo faunístico.

Tabla 163. Horarios de mayor actividad de los diferentes grupos faunísticos.

| GRUPO DE FAUNA | HORARIO DE MAYOR ACTIVIDAD |
|----------------|---|
| Aves | 6:00 – 9:00 horas y 16:00 – 18:00 horas (Perovic <i>et al.</i> ; 2008 ⁴⁶) |
| Mamíferos | Diurnos, crepusculares, nocturnos (Painter <i>et al.</i> , 1999 ⁴⁷) |
| Anfibios | 9:00 – 11:00 horas y 21:00 a 23:00 horas (Sanabria <i>et al.</i> , 2007 ⁴⁸) |
| Reptiles | 9:00 – 12:00 y 16:00 y 22:00 horas (Navas, 1999 ⁴⁹) |

IV.2.3.2.2.1.5. Descripción del método para cada grupo faunístico.

A continuación, se hace mención de los Metodos usados para llevar a cabo los muestreos, esto de acuerdo con cada grupo faunístico estudiado.

a) Aves

Existe un gran número de técnicas y métodos para muestrear a las aves, de los cuales se destacan: el recuento en punto o puntos de conteo, transectos, representación en mapa estadístico, representación de mapa de aves marcadas y captura con redes ornitológicas.

Para nuestro caso, la identificación y contabilización de las aves se basó en la metodología de transectos en franja (Seber, 1982⁵⁰), en un ancho de 10 m, que es básicamente la realización de conteos en un rectángulo definido durante el recorrido del mismo transecto, también recorrido para el muestreo de los otros grupos faunísticos, cada transecto presenta una separación promedio entre si de 100 metros de distancia, esto para reducir el sesgo y evitar el recuento de especímenes avistados en otro transecto. El conteo resulta ser eficaz en todo tipo de terrenos y hábitats. El método permite estudiar los cambios anuales en las poblaciones de aves en rectángulos fijos, las diferentes composiciones específicas según el tipo de hábitat, y los patrones de abundancia de cada especie. El

⁴⁶ Perovic, P. *et al.* 2008. Guía técnica para el monitoreo de la biodiversidad. Programa de Monitoreo de Biodiversidad – Parque Nacional Copo, Parque y Reserva Provicional Copo, y Zona de Amortiguamiento. APN/GEF/BIRF, Salta. 74 pp.

⁴⁷ Painter, L. *et al.* 1999. Técnicas de investigación para el manejo de fauna silvestre. Un manual del curso dictado con motivo del III Congreso Internacional sobre Manejo de Fauna Silvestre en la Amazonía, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. 86 pp.

⁴⁸ Sanabria, E.; Quiroga I. & Acosta J. C. 2007. Anormalidades Morfológicas En Poblaciones De Chaunus Arenarum En Hábitats Agrícolas: Primer Registro Para La Provincia De San Juan. Resúmenes VIII Congreso Argentino De Herpetología, Córdoba Argentina: 121.

⁴⁹ Arturo Navas, Carlos. "Biodiversidad de anfibios y reptiles en el paramo: una vision eco-fisiologica." Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Fisicas y Naturales, vol. 23, 1999, p.

⁵⁰ Seber, G. A. F. 1982. The Estimation Of Animal Abundance And Related Parameters. 2nd Ed. Chapman, London And Macmillan, New York

muestreo inicio al amanecer y al anochecer y el evaluador recorrió el transecto en donde se tomaba nota de todas las especies e individuos vistos y oídos.



Figura 42. Observación directa de aves.

A continuación, se muestran algunas especies que fueron observadas en campo.



Figura 43. Ejemplo de aves observadas en campo a y c) Jacana spinosa, b) Crotophaga sulcirostris, d) Coragyps atratus.

b) Mamíferos

La metodología empleada para el muestreo de mamíferos fue a través del método directo mediante conteo de los animales observados y de igual manera a través de un método indirecto, mediante la búsqueda e identificación de rastros (excretas, huellas, etc.) respectivamente, En los puntos seleccionados, se realizaron conteos para mamíferos pequeños (roedores), mamíferos medianos (ardillas, armadillos, tlacuaches, entre otros) y para mamíferos mayores (cánidos, prociónidos, félidos, cérvidos), así mismo se trabajó con mamíferos voladores (murciélagos). Se aplicaron técnicas estándar para la medición y monitoreo de los distintos grupos de mamíferos (Ministro de Medio Ambiente, 2015), con la realización de transectos de 100 m y un ancho visual aproximado de 10 m (5 m de cada lado como distancia mínima de detección), siendo estos recorridos durante el día a diferentes horas para poder observar la mayor cantidad de individuos y con una separación entre transectos de 100 metros como mínimo, además, se utilizaron cámaras trampa con ubicación estratégica del paso de este tipo de fauna.



Figura 44. Colocación de trampas Sherman.



Figura 45. Colocación de trampas Tomahawk.

Es importante mencionar que los métodos tradicionales para estimar las tendencias poblacionales son el uso de los transectos, y más recientemente el uso de cámaras trampa (Wilson y Delahay 2001⁵¹), las cuales se colocan durante varios días seguidos para monitorear la presencia de individuos nocturnos. Los transectos fueron establecidos en el tipo de vegetación similar.

De manera general, los factores que se consideraron al elegir la ubicación de las unidades de muestreo en el área del proyecto y el sistema ambiental regional fueron:

- las dimensiones del proyecto y su área de influencia
- los diferentes ecosistemas presentes en el sistema ambiental
- la accesibilidad a los hábitats más representativos
- ubicación de abrevaderos, sitios de alimentación y senderos



Figura 46. Colocación de cámaras trampa.

c) Anfibios y Reptiles

Para el inventario de anfibios como reptiles terrestres, se utilizan un conjunto de técnicas estándar muy similares entre sí, sin embargo, el análisis deberá ser separado (anfibios y reptiles), como: encuentro visual, transectos de banda fija, parcelas de hojarasca y cerca de desvío y trampas de caída, etc. En nuestro estudio se utilizó la técnica denominada Encuentro visual en conjunto de transectos de banda fija los cuales fueron 11 transectos de 100 m de largo por 10 m de ancho (1,100 m²) con una separación promedio entre transectos de 100 metros, el evaluador realizó su recorrido dentro de toda el área del transecto de manera que se registraba todo individuo con el que se tuviese avistamiento, la búsqueda fue intensiva ya que se movieron de manera minuciosa rocas, ramas muertas, cuerpos de agua, etc. (Ministerio del Ambiente, 2015).

⁵¹ Wilson, G. J., & Delahay, R. J. (2001). A review of methods to estimate the abundance of terrestrial carnivores using field signs and observation. *Wildlife Research*, 28(2), 151-164.



Figura 47. Captura fotográfica de las especies a) *Crotalus simus*, b) *Basiliscus vittatus*, c) *Rhinella horribilis* d) *Aspidoscelis guttatus*.

IV.2.3.2.2.3.6. Procesamiento de la información

Los datos obtenidos durante los transectos realizados en el muestreo dentro del AP y el SAR, fueron capturados en hojas de cálculo de Excel, donde mediante tablas dinámicas se obtuvieron los datos de una forma sintetizada, que nos permitieron hacer cálculos de los índices de diversidad alfa (Shannon y Pielou) que se presentan en este apartado.

IV.2.3.2.3.2. Especies registradas en el sistema ambiental regional y área del proyecto

Al llevar a cabo el análisis de los datos obtenidos de los muestreos realizados en campo para fauna, se procedió a realizar la comparación del sistema ambiental regional con el área del proyecto, arrojando los siguientes resultados, los cuales se presentan de forma general para los tipos de vegetación estudiada.

En la tabla siguiente se muestran los resultados de diversidad que se obtuvieron para los tres grupos faunísticos, tanto para el sistema ambiental regional como para el área del proyecto, lo que facilita poder realizar la comparación entre las unidades de estudio y determinar cuál de ellas cuenta con la mayor riqueza específica y diversidad.

Tabla 164. Tabla comparativa de especies de fauna.

| AVES-ORNITOFAUNA | | | | |
|-----------------------|-----------------------------------|------------------------------|-----|----|
| FAMILIA | NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN | SAR | AP |
| Trochilidae | <i>Amazilia yucatanensis</i> | Colibrí Vientre Canelo | P | P |
| Ardeidae | <i>Ardea alba</i> | Garza blanca | P | P |
| Troglodytidae | <i>Campylorhynchus rufinucha</i> | Matraca Nuca Canela | P | NP |
| Cardinalidae | <i>Cardinalis cardinalis</i> | Cardenal rojo | P | P |
| Cathartidae | <i>Cathartes aura</i> | Buitre americano cabecirrojo | P | NP |
| Columbidae | <i>Columbina inca</i> | Tortolita Cola Larga | P | P |
| Tyrannidae | <i>Contopus virens</i> | Papamoscas del Este | P | P |
| Cathartidae | <i>Coragyps atratus</i> | Zopilote negro | P | P |
| Cuculidae | <i>Crotophaga sulcirostris</i> | Garrapatero pijuy | P | P |
| Anatidae | <i>Dendrocygna autumnalis</i> | Pijije Alas Blancas | P | P |
| Icteridae | <i>Dives dives</i> | Tordo cantor | P | P |
| Picidae | <i>Dryocopus lineatus</i> | Carpintero de líneas | P | P |
| Ardeidae | <i>Egretta caerulea</i> | Garza azul | P | NP |
| Tyrannidae | <i>Empidonax minimus</i> | Papamoscas Chico | P | NP |
| Threskiornithidae | <i>Eudocimus albus</i> | Ibis blanco | P | NP |
| Strigidae | <i>Glaucidium brasilianum</i> | Tecolote bajoño | P | NP |
| Hirundinidae | <i>Hirundo rustica</i> | Golondrina tijereta | P | P |
| Icteridae | <i>Icterus galbula</i> | Calandria de Baltimore | P | P |
| Icteridae | <i>Icterus gularis</i> | Calandria Dorso Negro Mayor | P | P |
| Icteridae | <i>Icterus mesomelas</i> | Calandria Cola Amarilla | P | P |
| Jacaniidae | <i>Jacana spinosa</i> | Jacana norteña | P | P |
| Laridae | <i>Leucophaeus atricilla</i> | Gaviota reidora | P | P |
| Picidae | <i>Melanerpes aurifrons</i> | Carpintero cheje | P | P |
| Tyrannidae | <i>Myiarchus tyrannulus</i> | Papamoscas Gritón | P | NP |
| Tyrannidae | <i>Myiozetetes similis</i> | Luisito Común | P | P |
| Caprimulgidae | <i>Nyctidromus albicollis</i> | Chotacabras pauraque | P | NP |
| Tityridae | <i>Pachyramphus aglaiae</i> | Cabezón Degollado | P | P |
| Pandionidae | <i>Pandion haliaetus</i> | Águila pescadora | P | NP |
| Columbidae | <i>Patagioenas flavirostris</i> | Paloma morada | P | NP |
| Cuculidae | <i>Piaya cayana</i> | Cuclillo Canelo | P | P |
| Tyrannidae | <i>Pitangus sulphuratus</i> | Bienteveo común | P | P |
| Accipitridae | <i>Rupornis magnirostris</i> | Aguililla caminera | P | NP |
| Thraupidae | <i>Saltator coerulescens</i> | Saltador Gris | P | NP |
| Parulidae | <i>Setophaga petechia</i> | Chipe amarillo | P | P |
| Thraupidae | <i>Sporophila torqueola</i> | Semillero de collar | P | NP |
| Hirundinidae | <i>Stelgidopteryx serripennis</i> | Golondrina Alas Aserradas | P | P |
| Columbidae | <i>Streptopelia decaocto</i> | Paloma turca de collar | P | P |
| Thamnophilidae | <i>Thamnophilus doliatus</i> | Batará barrado | P | NP |
| Thraupidae | <i>Thraupis episcopus</i> | Tangara azulgris | P | NP |
| Turdidae | <i>Turdus grayi</i> | Mirlo Café | P | P |
| Tyrannidae | <i>Tyrannus melancholicus</i> | Tirano Pirirí | P | P |
| Tyrannidae | <i>Tyrannus vociferans</i> | Tirano Chibíú | P | P |
| Columbidae | <i>Zenaida asiatica</i> | Paloma Alas Blancas | P | P |
| MAMIFEROS-MASTOFAUNA | | | | |
| FAMILIA | NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN | SAR | AP |
| Phyllostomidae | <i>Artibeus jamaicensis</i> | Murciélago frutero | P | P |
| Phyllostomidae | <i>Desmodus rotundus</i> | Murciélago vampiro | P | P |
| Didelphidae | <i>Didelphis marsupialis</i> | Tlacuache sureño | P | NP |
| Didelphidae | <i>Didelphis virginiana</i> | Tlacuache | P | P |
| Sciuridae | <i>Sciurus aureogaster</i> | Ardilla vientre rojo | P | P |
| Canidae | <i>Urocyon cinereoargenteus</i> | Zorra gris | P | NP |
| REPTILES-HERPETOFAUNA | | | | |
| FAMILIA | NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN | SAR | AP |
| Teiidae | <i>Aspidocheilus deppii</i> | Huíco siete líneas | P | P |

| | | | | |
|-----------------|--------------------------------|---------------------------------------|---|----|
| Teiidae | <i>Aspidoscelis guttatus</i> | Ticuiliche mexicano | P | P |
| Corytophanidae | <i>Basiliscus vittatus</i> | Toloque rayado | P | P |
| Viperidae | <i>Crotalus simus</i> | Cascabel centroamericana | P | P |
| Iguanidae | <i>Ctenosaura acanthura</i> | Iguana de cola espinosa del noreste | P | P |
| Iguanidae | <i>Ctenosaura pectinata</i> | Iguana mexicana de cola espinosa | P | NP |
| Colubridae | <i>Ficimia olivacea</i> | Culebra naricilla huasteca | P | NP |
| Kinosternidae | <i>Kinosternon leucostomum</i> | Tortuga pecho quebrado labios blancos | P | NP |
| Phrynosomatidae | <i>Sceloporus variabilis</i> | Lagartija espinosa vientre rosado | P | NP |
| Emydidae | <i>Trachemys venusta</i> | Tortuga de Guadalupe | P | NP |
| Bufonidae | <i>Incilius marmoreus</i> | Sapo jaspeado | P | P |
| Ranidae | <i>Lithobates berlandieri</i> | Rana leopardo | P | NP |
| Bufonidae | <i>Rhinella horribilis</i> | Sapo gigante | P | P |

P = Presente, NP = No presente.

En las tablas siguientes se muestran los resultados de diversidad que se obtuvieron para los tres grupos faunísticos, tanto para el SAR como para el AP, lo que facilita poder realizar la comparación entre las unidades de estudio y determinar cuál de ellas cuenta con la mayor riqueza específica y diversidad.

Tabla 165. Comparativa de los Índices de diversidad de fauna registrados en la vegetación de SBC.

| GRUPO FAUNÍSTICO | RIQUEZA ESPECÍFICA | | ÍNDICE DE SHANNON | | EQUIDAD DE PIELOU | |
|------------------|--------------------|-----|-------------------|-----|-------------------|------|
| | AP | SAR | AP | SAR | AP | SAR |
| ORNITOFAUNA | 24 | 30 | 2.9 | 3.1 | 0.9 | 0.92 |
| MASTOFAUNA | 4 | 5 | 1.2 | 1.2 | 0.9 | 0.7 |
| HERPETOFAUNA | 5 | 10 | 1.3 | 2.1 | 0.8 | 0.9 |

En relación con la riqueza específica se tiene mayor número de especies en el SAR con respecto al área del proyecto, siendo más representativo el grupo de ornitofauna; el índice de Shannon denota mayor diversidad en el SAR para los tres grupos faunísticos. En cuanto al índice de Pielou en las dos unidades de estudio se tiene un valor mayor de 0.9, lo cual nos indica que la distribución de los individuos en cada una de las especies es homogénea a excepción del grupo de mastofauna que arroja un valor de 0.7 en el SAR indicando que hay alguna especie dominante.

Tabla 166. Comparativa de los Índices de diversidad de fauna registrados en el uso de suelo de PC.

| GRUPO FAUNÍSTICO | RIQUEZA ESPECÍFICA | | ÍNDICE DE SHANNON | | EQUIDAD DE PIELOU | |
|------------------|--------------------|-----|-------------------|-----|-------------------|------|
| | AP | SAR | AP | SAR | AP | SAR |
| ORNITOFAUNA | 13 | 21 | 2.3 | 2.9 | 0.89 | 0.94 |
| MASTOFAUNA | 3 | 5 | 0.9 | 1.2 | 0.9 | 0.8 |
| HERPETOFAUNA | 3 | 4 | 1.0 | 1.1 | 0.9 | 0.8 |

En relación con la riqueza específica se tiene mayor número de especies en el SAR con respecto al área del proyecto, siendo el grupo de ornitofauna el grupo mayormente representativo. El índice de Shannon denota una diversidad baja para el grupo de Mastofauna en el área del proyecto. En cuanto al índice de Pielou en las dos unidades de estudio se tiene un valor mayor de 0.8, lo cual nos indica que la distribución de los individuos en cada una de las especies es homogénea.

Tabla 167. Comparativa de los Índices de diversidad de fauna registrados en la vegetación de VT.

| GRUPO FAUNÍSTICO | RIQUEZA ESPECÍFICA | | ÍNDICE DE SHANNON | | EQUIDAD DE PIELOU | |
|------------------|--------------------|-----|-------------------|-----|-------------------|------|
| | AP | SAR | AP | SAR | AP | SAR |
| ORNITOFAUNA | 6 | 11 | 1.7 | 2.2 | 0.94 | 0.91 |
| MASTOFAUNA | 2 | 2 | 0.6 | 0.7 | 0.9 | 1 |
| HERPETOFAUNA | 3 | 4 | 1.0 | 1.3 | 0.9 | 1 |

En relación con la riqueza específica se tiene mayor número de especies en el SAR con respecto al área del proyecto, siendo el grupo de ornitofauna el grupo mayormente representativo. El índice de Shannon denota una diversidad baja para el área del proyecto principalmente para el grupo de mastofauna. En cuanto al índice de Pielou en las dos unidades de estudio se tiene un valor mayor de 0.9, y para los grupos de mastofauna y herpetofauna del SAR el valor es de 1 lo cual nos indica que la distribución de los individuos en cada una de las especies es homogénea.

La utilización de estos índices aporta una visión parcial, pues no dan información acerca de la distribución espacial de las especies, aunque sí intentan incluir la riqueza y la equitatividad. Con ello se demuestra que la composición de la fauna que se encontró en comparación con las áreas muestreadas en los mismos ecosistemas fuera del área del proyecto y dentro del sistema ambiental fue superada, por lo tanto, las condiciones de la fauna no se verán disminuidas o afectada.

También, es importante señalar que en el área del proyecto no se encuentran especies únicas y en general son áreas con presencia de actividades antropogénicas, como la ganadería extensiva y por las actividades de comunicación y transporte, por lo que las especies de fauna han disminuido gradualmente en la zona, y en consecuencia con la ejecución del proyecto no se pone en riesgo la permanencia de las especies de fauna en la región.

De acuerdo al listado de fauna en el área del proyecto, sólo se tiene una especie incluida en los listados de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

IV.2.3.2.4. Índices de diversidad y equidad de fauna

Utilizando los registros del muestreo de las especies encontradas se calculó la **riqueza de especies**, **densidad**, **Índice de Shannon-Wiener** e **Índice de Equidad de Pielou**; a continuación, se hace una breve descripción de la metodología.

IV.2.3.2.4.1. Metodología

1) Riqueza específica

Es la forma más sencilla de medir la diversidad ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas.

2) Densidad

Para el cálculo de la densidad de fauna silvestre se utilizó la siguiente formula, propuesta por Gallina y López, 2011:

$$D = \frac{n}{2wL}$$

Donde:

D = Densidad

W = Ancho medio del transecto

L = Longitud total del transecto

3) Índice de Shannon-Wiener

El Índice de **Shannon-Wiener** expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado de incertidumbre en predecir a qué especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección, mediante la siguiente formula se realizan los cálculos, (Magurran, 1988).

$$H' = -\sum p_i \ln p_i$$

Donde:

pi= Densidad proporcional de la especie i, es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

ln = Logaritmo natural de **pi**.

El Índice de Shannon-Wiener nos describe un parámetro de 0-5 donde 0 (Cero o nulo) refiere que dos individuos en el sitio pertenecen todos a la misma especie, mientras que 5 (máximo) nos indica que hay mayor diversidad de especies.

El máximo valor de este índice para un número determinado de especies se calcula de la siguiente manera:

$$H_{min} = 0, H'_{max} = \ln S$$

Como **pi** es la proporción que hay de cada especie, su valor máximo es 1 y su mínimo se aproxima a 0. Para cualquier base al logaritmo de 1 es 0 y el Log de cualquier valor entre 0 y uno es negativo (House P., *et. al.* 2006).

4) Equidad de Pielou

Es posible calcular las medidas de uniformidad (también llamada en algunos libros Equidad) de una comunidad mediante una ecuación sencilla usando el índice de Pielou.

$$\text{Pielou}' J = H/\ln(S)$$

Donde:

H = Índice de diversidad de Shannon – Wiener

S = Número de especies (o riqueza)

ln = Logaritmo natural

Al igual que con la diversidad el índice de uniformidad considera que todas las especies de la comunidad están representadas en la muestra. Pielou adopta valores entre 0 y 1, el número 1 indica que todas las especies son igualmente abundantes y el 0 señala la ausencia de uniformidad (Martella M.B., *et al.*, 2012).

IV.2.3.2.4.2. Estructura de la comunidad de fauna silvestre en el Sistema ambiental regional

Fauna registrada en la vegetación de Selva baja caducifolia (SBC)

Durante el muestreo de fauna silvestre, realizado en la vegetación de SBC dentro del área del área del SAR, se registraron: 253 individuos divididos en 45 especies de las cuales 2 se encuentran listadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, bajo alguna categoría de riesgo.

De los tres grupos faunísticos; el grupo mejor representado es el de ornitofauna con 30 especies, seguido del grupo de Herpetofauna con 10 especies y el grupo de mastofauna con 5 especies.

A continuación, se presentan los resultados de los índices de diversidad para cada uno de los grupos faunísticos.

a) Grupo de ORNITOFAUNA

Índice de diversidad

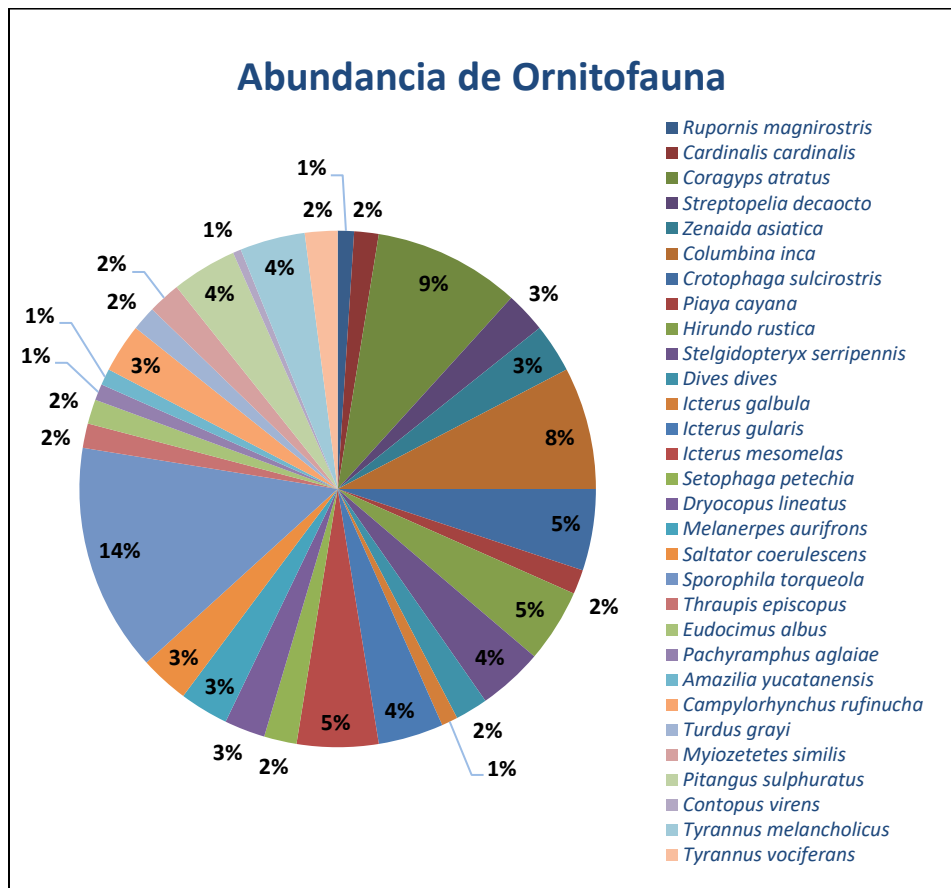
En la siguiente tabla, se muestra la riqueza de especies de aves, registradas en los transectos de fauna realizados en el SAR, obteniéndose un total de 196 individuos avistados, correspondientes a 30 especies.

Tabla 168. Registros de Ornitofauna para SBC.

| N° | NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN | IND. AVISTADOS MUESTREO | DENSIDAD (km ²) | *2WL | ABUNDANCIA |
|----|-----------------------------------|------------------------------------|-------------------------|-----------------------------|-------|------------|
| 1 | <i>Rupornis magnirostris</i> | <i>Aguililla caminera</i> | 2 | 667 | 0.003 | 1.0 |
| 2 | <i>Cardinalis cardinalis</i> | <i>Cardenal rojo</i> | 3 | 1000 | 0.003 | 1.5 |
| 3 | <i>Coragyps atratus</i> | <i>Zopilote negro</i> | 18 | 6000 | 0.003 | 9.2 |
| 4 | <i>Streptopelia decaocto</i> | <i>Paloma turca de collar</i> | 5 | 1667 | 0.003 | 2.6 |
| 5 | <i>Zenaida asiatica</i> | <i>Paloma Alas Blancas</i> | 6 | 2000 | 0.003 | 3.1 |
| 6 | <i>Columbina inca</i> | <i>Tortolita Cola Larga</i> | 15 | 5000 | 0.003 | 7.7 |
| 7 | <i>Crotophaga sulcirostris</i> | <i>Garrapatero pijuy</i> | 10 | 3333 | 0.003 | 5.1 |
| 8 | <i>Piaya cayana</i> | <i>Cuclillo Canelo</i> | 3 | 1000 | 0.003 | 1.5 |
| 9 | <i>Hirundo rustica</i> | <i>Golondrina tijereta</i> | 9 | 3000 | 0.003 | 4.6 |
| 10 | <i>Stelgidopteryx serripennis</i> | <i>Golondrina Alas Aserradas</i> | 8 | 2667 | 0.003 | 4.1 |
| 11 | <i>Dives dives</i> | <i>Tordo cantor</i> | 4 | 1333 | 0.003 | 2.0 |
| 12 | <i>Icterus galbula</i> | <i>Calandria de Baltimore</i> | 2 | 667 | 0.003 | 1.0 |
| 13 | <i>Icterus gularis</i> | <i>Calandria Dorso Negro Mayor</i> | 8 | 2667 | 0.003 | 4.1 |

| N° | NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN | IND. AVISTADOS MUESTREO | DENSIDAD (km ²) | *2WL | ABUNDANCIA |
|--------------|----------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------------|-------|------------|
| 14 | <i>Icterus mesomelas</i> | Calandria Cola Amarilla | 10 | 3333 | 0.003 | 5.1 |
| 15 | <i>Setophaga petechia</i> | Chipe amarillo | 4 | 1333 | 0.003 | 2.0 |
| 16 | <i>Dryocopus lineatus</i> | Carpintero de líneas | 5 | 1667 | 0.003 | 2.6 |
| 17 | <i>Melanerpes aurifrons</i> | Carpintero cheje | 6 | 2000 | 0.003 | 3.1 |
| 18 | <i>Saltator coerulescens</i> | Saltador Gris | 6 | 2000 | 0.003 | 3.1 |
| 19 | <i>Sporophila torqueola</i> | Semillero de collar | 28 | 9333 | 0.003 | 14.3 |
| 20 | <i>Thraupis episcopus</i> | Tangara azulgris | 3 | 1000 | 0.003 | 1.5 |
| 21 | <i>Eudocimus albus</i> | Ibis blanco | 3 | 1000 | 0.003 | 1.5 |
| 22 | <i>Pachyramphus aglaiae</i> | Cabezón Degollado | 2 | 667 | 0.003 | 1.0 |
| 23 | <i>Amazilia yucatanensis</i> | Colibrí Vientre Canelo | 2 | 667 | 0.003 | 1.0 |
| 24 | <i>Campylorhynchus rufinucha</i> | Matraca Nuca Canela | 6 | 2000 | 0.003 | 3.1 |
| 25 | <i>Turdus grayi</i> | Mirlo Café | 3 | 1000 | 0.003 | 1.5 |
| 26 | <i>Myiozetetes similis</i> | Luisito Común | 4 | 1333 | 0.003 | 2.0 |
| 27 | <i>Pitangus sulphuratus</i> | Bienteveo común | 8 | 2667 | 0.003 | 4.1 |
| 28 | <i>Contopus virens</i> | Papamoscas del Este | 1 | 333 | 0.003 | 0.5 |
| 29 | <i>Tyrannus melancholicus</i> | Tirano Pirirí | 8 | 2667 | 0.003 | 4.1 |
| 30 | <i>Tyrannus vociferans</i> | Tirano Chibiú | 4 | 1333 | 0.003 | 2.0 |
| TOTAL | | | 196 | 65333 | | 100 |

Para una representación más clara de la abundancia de dichas especies, a continuación, se muestra una gráfica de los individuos observados durante el recorrido.



Gráfica 42. Abundancia registrada de Ornitofauna para SBC.

En la gráfica anterior, se puede notar que, de las especies registradas durante el muestreo, la que presenta mayor abundancia es *Sporophila torqueola* con 14.3 %, y *Coragyps atratus* con el 9.2 %. el resto de las especies cuenta con una abundancia menor.

Para la determinación del índice de diversidad para este grupo faunístico se tomó en cuenta la densidad por km², obteniendo así los siguientes resultados.

Tabla 169. Datos del cálculo para el índice de diversidad de Ornitofauna para la SBC.

| N° | ESPECIE | DENSIDAD (km ²) | PI | LN DE PI | -PI*LN(PI) |
|----|-----------------------------------|-----------------------------|-------|----------|------------|
| 1 | <i>Rupornis magnirostris</i> | 667 | 0.010 | -4.585 | 0.0 |
| 2 | <i>Cardinalis cardinalis</i> | 1000 | 0.015 | -4.180 | 0.1 |
| 3 | <i>Coragyps atratus</i> | 6000 | 0.092 | -2.388 | 0.2 |
| 4 | <i>Streptopelia decaocto</i> | 1667 | 0.026 | -3.669 | 0.1 |
| 5 | <i>Zenaida asiatica</i> | 2000 | 0.031 | -3.486 | 0.1 |
| 6 | <i>Columbina inca</i> | 5000 | 0.077 | -2.570 | 0.2 |
| 7 | <i>Crotophaga sulcirostris</i> | 3333 | 0.051 | -2.976 | 0.2 |
| 8 | <i>Piaya cayana</i> | 1000 | 0.015 | -4.180 | 0.1 |
| 9 | <i>Hirundo rustica</i> | 3000 | 0.046 | -3.081 | 0.1 |
| 10 | <i>Stelgidopteryx serripennis</i> | 2667 | 0.041 | -3.199 | 0.1 |
| 11 | <i>Dives dives</i> | 1333 | 0.020 | -3.892 | 0.1 |
| 12 | <i>Icterus galbula</i> | 667 | 0.010 | -4.585 | 0.0 |
| 13 | <i>Icterus gularis</i> | 2667 | 0.041 | -3.199 | 0.1 |
| 14 | <i>Icterus mesomelas</i> | 3333 | 0.051 | -2.976 | 0.2 |
| 15 | <i>Setophaga petechia</i> | 1333 | 0.020 | -3.892 | 0.1 |
| 16 | <i>Dryocopus lineatus</i> | 1667 | 0.026 | -3.669 | 0.1 |
| 17 | <i>Melanerpes aurifrons</i> | 2000 | 0.031 | -3.486 | 0.1 |
| 18 | <i>Saltator coerulescens</i> | 2000 | 0.031 | -3.486 | 0.1 |
| 19 | <i>Sporophila torqueola</i> | 9333 | 0.143 | -1.946 | 0.3 |
| 20 | <i>Thraupis episcopus</i> | 1000 | 0.015 | -4.180 | 0.1 |
| 21 | <i>Eudocimus albus</i> | 1000 | 0.015 | -4.180 | 0.1 |
| 22 | <i>Pachyramphus aglaiae</i> | 667 | 0.010 | -4.585 | 0.0 |
| 23 | <i>Amazilia yucatanensis</i> | 667 | 0.010 | -4.585 | 0.0 |
| 24 | <i>Campylorhynchus rufinucha</i> | 2000 | 0.031 | -3.486 | 0.1 |
| 25 | <i>Turdus grayi</i> | 1000 | 0.015 | -4.180 | 0.1 |
| 26 | <i>Myiozetetes similis</i> | 1333 | 0.020 | -3.892 | 0.1 |
| 27 | <i>Pitangus sulphuratus</i> | 2667 | 0.041 | -3.199 | 0.1 |
| 28 | <i>Contopus virens</i> | 333 | 0.005 | -5.278 | 0.0 |
| 29 | <i>Tyrannus melancholicus</i> | 2667 | 0.041 | -3.199 | 0.1 |
| 30 | <i>Tyrannus vociferans</i> | 1333 | 0.020 | -3.892 | 0.1 |
| | Índice de shannon - Wiener | 65333 | | | 3.1 |

De acuerdo con este índice se procedió a calcular la equidad de especies, obteniendo así los siguientes resultados.

Tabla 170. Índices de diversidad de Ornitofauna para la SBC.

| | |
|------------------------------|------------|
| Riqueza específica (S) | 30 |
| Índice de Shannon-Wiener (H) | 3.1 |
| Diversidad máxima (H max) | 3.4 |
| Equidad de Pielou (J) | 0.92 |
| Diferencia diversidad | 1.1 |

Para este grupo se encontró una riqueza específica de 30 especies, de acuerdo con el índice de equidad (J), la distribución de los individuos es equitativa, aunado a esto, el índice de Shannon da como resultado un valor de 3.1, de acuerdo con el índice de equidad (J), la distribución de los individuos tiende a ser uniforme, por lo que el índice de Shannon por ende muestra valores de diversidad media.

b) Grupo de MASTOFAUNA

Índice de diversidad

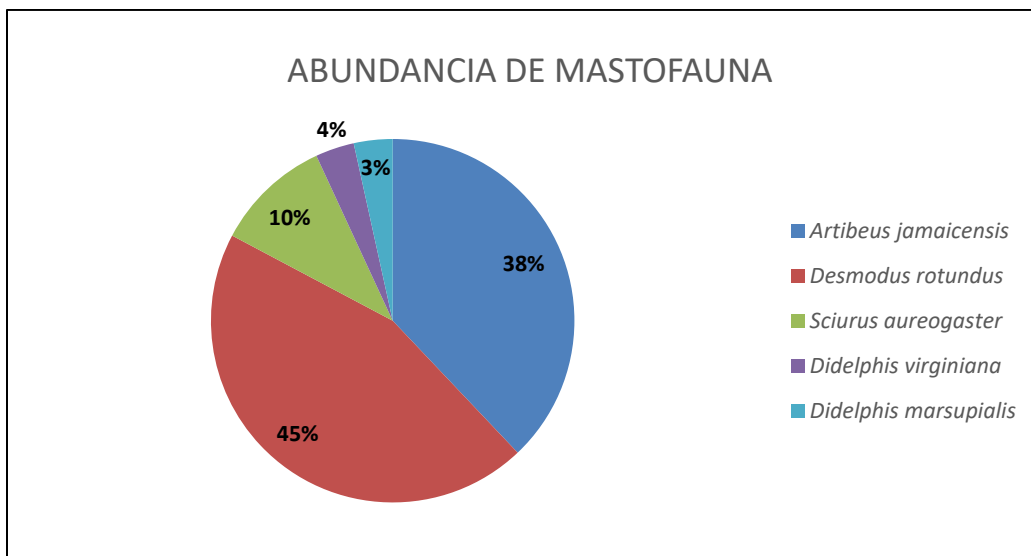
En la tabla siguiente, se muestra la riqueza de especies obtenidas para el grupo de mamíferos presentes en la vegetación SBC del SAR, registrando un total de 29 individuos, representados por 5 especies, de las cuales ninguna se encuentra en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**.

Con base en el análisis de la información recabada en campo, a continuación, se presentan los resultados respectivos de biodiversidad para el grupo de mastofauna.

Tabla 171. Registros de mastofauna para la SBC.

| N° | NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN | IND. AVISTADOS MUESTREO | DENSIDAD (km ²) | *2WL | ABUNDANCIA |
|--------------|------------------------------|----------------------|-------------------------|-----------------------------|-------|------------|
| 1 | <i>Artibeus jamaicensis</i> | Murciélago frutero | 11 | 3667 | 0.003 | 37.9 |
| 2 | <i>Desmodus rotundus</i> | Murciélago vampiro | 13 | 4333 | 0.003 | 44.8 |
| 3 | <i>Sciurus aureogaster</i> | Ardilla vientre rojo | 3 | 1000 | 0.003 | 10.3 |
| 4 | <i>Didelphis virginiana</i> | Tlacuache | 1 | 333 | 0.003 | 3.4 |
| 5 | <i>Didelphis marsupialis</i> | Tlacuache sureño | 1 | 333 | 0.003 | 3.4 |
| Total | | | 29 | 9667 | | 100 |

A continuación, se presenta una gráfica con la abundancia de los individuos muestreados, para una mejor interpretación de los resultados obtenidos.



Gráfica 43. Abundancia de Mastofauna registrada en la SBC.

De acuerdo con la gráfica anterior, la especie que presentan la mayor abundancia es *Desmodus rotundus* con el 44.8 %, seguida *Artibeus jamaicensis* con el 37.9 %.

Con base en los datos presentados anteriormente, se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla 172. Datos para el cálculo de índice de diversidad de mastofauna para la SBC.

| N° | ESPECIE | DENSIDAD (km ²) | PI | LN DE PI | -PI*LN(PI) |
|-----------------------------------|------------------------------|-----------------------------|-------|----------|------------|
| 1 | <i>Artibeus jamaicensis</i> | 3667 | 0.379 | -0.969 | 0.4 |
| 2 | <i>Desmodus rotundus</i> | 4333 | 0.448 | -0.802 | 0.4 |
| 3 | <i>Sciurus aureogaster</i> | 1000 | 0.103 | -2.269 | 0.2 |
| 4 | <i>Didelphis virginiana</i> | 333 | 0.034 | -3.367 | 0.1 |
| 5 | <i>Didelphis marsupialis</i> | 333 | 0.034 | -3.367 | 0.1 |
| Índice de shannon - Wiener | | 9667 | | | 1.2 |

Así mismo, de acuerdo con este índice se obtiene la equidad de Pielou el cual se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 173. Índices de diversidad de mastofauna en la SBC.

| | |
|------------------------------|-----|
| Riqueza específica (S) | 5 |
| Índice de Shannon-Wiener (H) | 1.2 |
| Diversidad máxima (H max) | 1.6 |
| Equidad de Pielou (J) | 0.7 |
| Diferencia diversidad | 1.3 |

Para este grupo se encontró una riqueza específica de 5 especies, de acuerdo con el índice de equidad (J), la distribución de los individuos no es equitativa, aunado a esto, el índice de Shannon da como resultado un valor de 1.2, el cual nos indica que la comunidad de mastofauna no es diversa en cuanto a número de especies y ni homogénea en cuanto a la distribución del número de individuos ya que los resultados denotan que hay una especie dominante que es *Desmodus rotundus* por lo cual la incertidumbre del Índice de Shannon-Wiener (H) disminuye.

c) Grupo de HERPETOFAUNA

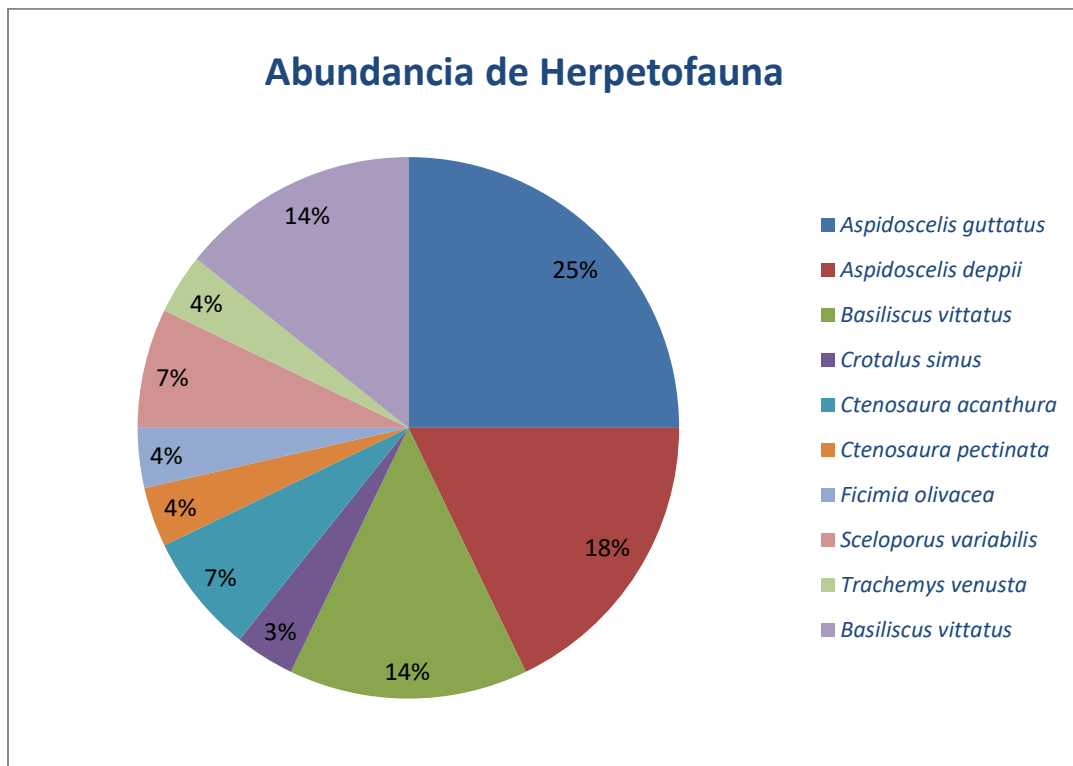
Índice de diversidad

Para este grupo faunístico el número de individuos avistados fue de 28, representados en 10 especies de las cuales 2 se encuentran listadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**. *Ctenosaura acanthura* bajo la categoría de protección especial (**Pr**), y *Ctenosaura pectinata* bajo la categoría amenazada (**A**)

Tabla 174. Registros de Herpetofauna para la SBC.

| N° | NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN | IND. AVISTADOS MUESTREO | DENSIDAD (km ²) | *2WL | ABUNDANCIA |
|--------------|------------------------------|--|-------------------------|-----------------------------|-------|------------|
| 1 | <i>Aspidoscelis guttatus</i> | <i>Ticuiliche mexicano</i> | 7 | 2333 | 0.003 | 25 |
| 2 | <i>Aspidoscelis deppii</i> | <i>Huico siete líneas</i> | 5 | 1667 | 0.003 | 18 |
| 3 | <i>Basiliscus vittatus</i> | <i>Toloque rayado</i> | 4 | 1333 | 0.003 | 14 |
| 4 | <i>Crotalus simus</i> | <i>Cascabel centroamericana</i> | 1 | 333 | 0.003 | 4 |
| 5 | <i>Ctenosaura acanthura</i> | <i>Iguana de cola espinosa del noreste</i> | 2 | 667 | 0.003 | 7 |
| 6 | <i>Ctenosaura pectinata</i> | <i>Iguana mexicana de cola espinosa</i> | 1 | 333 | 0.003 | 4 |
| 7 | <i>Ficimia olivacea</i> | <i>Culebra naricilla huasteca</i> | 1 | 333 | 0.003 | 4 |
| 8 | <i>Sceloporus variabilis</i> | <i>Lagartija espinosa vientre rosado</i> | 2 | 667 | 0.003 | 7 |
| 9 | <i>Trachemys venusta</i> | <i>Tortuga de Guadalupe</i> | 1 | 333 | 0.003 | 4 |
| 10 | <i>Basiliscus vittatus</i> | <i>Toloque rayado</i> | 4 | 1333 | 0.003 | 14 |
| Total | | | 28 | 9333 | | 100 |

Para una representación más clara de la abundancia de dichas especies, a continuación, se muestra una gráfica de los individuos observados durante el recorrido.



Gráfica 44. Abundancia de Herpetofauna registrada en SBC

Como se muestra en la gráfica anterior la especie que presenta la mayor abundancia dentro de este grupo faunístico es *Aspidoscelis guttatus* representada con el 25 %, seguida por las especies de *Aspidoscelis deppii* con el 18 %, el resto de los reptiles presentan menor abundancia.

Con respecto a la información obtenida en la tabla y gráfica anterior, se procedió a realizar el cálculo de los índices de diversidad para este grupo faunístico, los cuales se presentan a continuación.

Tabla 175. Índice de diversidad de Herpetofauna para SBC.

| N° | ESPECIE | DENSIDAD (km ²) | PI | LN DE PI | -PI*LN(PI) |
|-----------------------------------|------------------------------|-----------------------------|-------|----------|------------|
| 1 | <i>Aspidoscelis guttatus</i> | 2333.333 | 0.250 | -1.386 | 0.347 |
| 2 | <i>Aspidoscelis deppii</i> | 1666.667 | 0.179 | -1.723 | 0.308 |
| 3 | <i>Basiliscus vittatus</i> | 1333.333 | 0.143 | -1.946 | 0.278 |
| 4 | <i>Crotalus simus</i> | 333.333 | 0.036 | -3.332 | 0.119 |
| 5 | <i>Ctenosaura acanthura</i> | 666.667 | 0.071 | -2.639 | 0.189 |
| 6 | <i>Ctenosaura pectinata</i> | 333.333 | 0.036 | -3.332 | 0.119 |
| 7 | <i>Ficimia olivacea</i> | 333.333 | 0.036 | -3.332 | 0.119 |
| 8 | <i>Sceloporus variabilis</i> | 666.667 | 0.071 | -2.639 | 0.189 |
| 9 | <i>Trachemys venusta</i> | 333.333 | 0.036 | -3.332 | 0.119 |
| 10 | <i>Basiliscus vittatus</i> | 1333.333 | 0.143 | -1.946 | 0.278 |
| Índice de shannon - Wiener | | 9333.333 | | | 2.1 |

Con la obtención de este índice se procedió a calcular la equidad de especies, obteniendo los siguientes resultados.

Tabla 176. Índices de diversidad de Herpetofauna en la SBC.

| | |
|------------------------------|-----|
| Riqueza específica (S) | 10 |
| Índice de Shannon-Wiener (H) | 2.1 |
| Diversidad máxima (H max) | 2.3 |
| Equidad de Pielou (J) | 0.9 |
| Diferencia diversidad | 1.1 |

Este estrato presenta una riqueza específica de 10 especies, con un índice de Shannon de 2.1, este valor indica que la comunidad es medianamente diversa y en relación con el valor de equitatividad de especies, la distribución de individuos tiende a ser equitativa.

*** Fauna registrada en el uso de suelo de Pastizal cultivado (PC)**

Durante el muestreo de fauna silvestre, realizado en el uso de suelo de PC dentro del SAR, se registró un total de 116 individuos divididos en 30 especies de las cuales solo 1 se encuentra listada en la **NOM-059-SEMARNAT-2010** bajo una categoría de riesgo. El grupo mejor representado es el de ornitofauna con 21 especies, seguido por los grupos de mastofauna con 5 especies y herpetofauna con 4.

A continuación, se presentan los resultados de los índices de diversidad para cada uno de los grupos faunísticos.

a) Grupo de ORNITOFAUNA

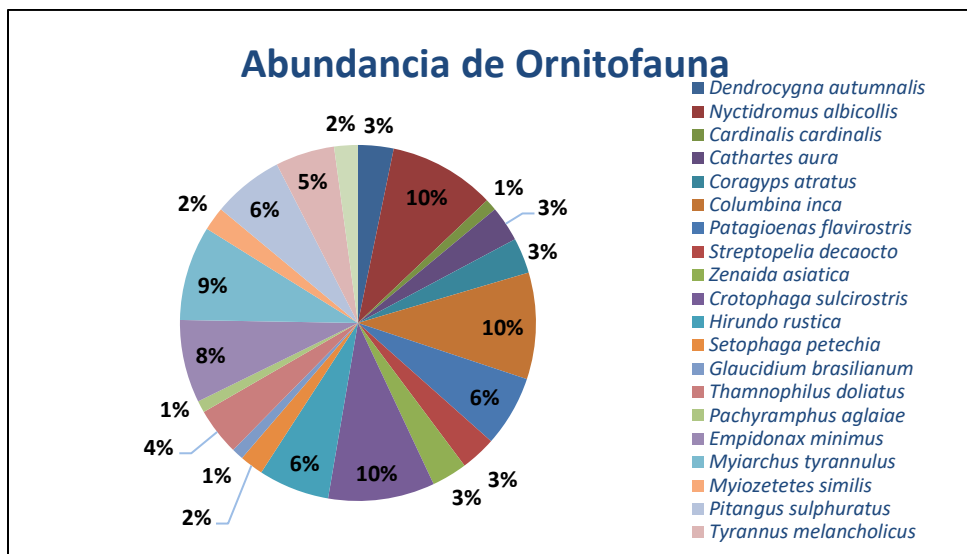
Índice de diversidad

Para el grupo de ornitofauna se obtuvo una riqueza de 21 especies con un registro de 93 individuos, a continuación, se presentan los valores obtenidos de densidad y abundancia, para posteriormente usarlos en el cálculo de diversidad de cada grupo faunístico.

Tabla 177. Registros de Ornitofauna para PI.

| N° | NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN | IND. AVISTADOS MUESTREO | DENSIDAD (km ²) | *2WL | ABUNDANCIA |
|--------------|---------------------------------|------------------------------|-------------------------|-----------------------------|-------|------------|
| 1 | <i>Dendrocygna autumnalis</i> | Pijije Alas Blancas | 3 | 750 | 0.004 | 3.2 |
| 2 | <i>Nyctidromus albicollis</i> | Chotacabras pauraque | 9 | 2250 | 0.004 | 9.7 |
| 3 | <i>Cardinalis cardinalis</i> | Cardenal rojo | 1 | 250 | 0.004 | 1.1 |
| 4 | <i>Cathartes aura</i> | Buitre americano cabecirrojo | 3 | 750 | 0.004 | 3.2 |
| 5 | <i>Coragyps atratus</i> | Zopilote negro | 3 | 750 | 0.004 | 3.2 |
| 6 | <i>Columbina inca</i> | Tortolita Cola Larga | 9 | 2250 | 0.004 | 9.7 |
| 7 | <i>Patagioenas flavirostris</i> | Paloma morada | 6 | 1500 | 0.004 | 6.5 |
| 8 | <i>Streptopelia decaocto</i> | Paloma turca de collar | 3 | 750 | 0.004 | 3.2 |
| 9 | <i>Zenaida asiatica</i> | Paloma Alas Blancas | 3 | 750 | 0.004 | 3.2 |
| 10 | <i>Crotophaga sulcirostris</i> | Garrapatero pijuy | 9 | 2250 | 0.004 | 9.7 |
| 11 | <i>Hirundo rustica</i> | Golondrina tijereta | 6 | 1500 | 0.004 | 6.5 |
| 12 | <i>Setophaga petechia</i> | Chipe amarillo | 2 | 500 | 0.004 | 2.2 |
| 13 | <i>Glaucidium brasilianum</i> | Tecolote bajeño | 1 | 250 | 0.004 | 1.1 |
| 14 | <i>Thamnophilus doliatus</i> | Batará barrado | 4 | 1000 | 0.004 | 4.3 |
| 15 | <i>Pachyramphus aglaiae</i> | Cabezón Degollado | 1 | 250 | 0.004 | 1.1 |
| 16 | <i>Empidonax minimus</i> | Papamoscas Chico | 7 | 1750 | 0.004 | 7.5 |
| 17 | <i>Myiarchus tyrannulus</i> | Papamoscas Gritón | 8 | 2000 | 0.004 | 8.6 |
| 18 | <i>Myiozetetes similis</i> | Luisito Común | 2 | 500 | 0.004 | 2.2 |
| 19 | <i>Pitangus sulphuratus</i> | Bienteveo común | 6 | 1500 | 0.004 | 6.5 |
| 20 | <i>Tyrannus melancholicus</i> | Tirano Pirirí | 5 | 1250 | 0.004 | 5.4 |
| 21 | <i>Tyrannus vociferans</i> | Tirano Chibiú | 2 | 500 | 0.004 | 2.2 |
| TOTAL | | | 93 | 23250 | | 100 |

Para una representación más clara de la abundancia de dichas especies, a continuación, se muestra una gráfica de los individuos observados durante los transectos realizados.



Gráfica 45. Abundancia registrada de Ornitofauna para PI

En la gráfica anterior, se puede notar que, de las especies registradas durante el muestreo, la que presenta mayor abundancia es *Crotophaga sulcirostris* y *Columbina inca* con 9.7 %, el resto de las especies cuenta con una abundancia menor al 9 %.

Para la determinación del índice de diversidad para este grupo faunístico se tomó en cuenta la densidad por km², obteniendo así los siguientes resultados.

Tabla 178. Datos para el cálculo de índice de diversidad de ornitofauna para PI.

| N° | ESPECIE | DENSIDAD (km ²) | PI | LN DE PI | -PI*LN(PI) |
|-----------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|-------|----------|------------|
| 1 | <i>Dendrocygna autumnalis</i> | 750 | 0.032 | -3.434 | 0.1 |
| 2 | <i>Nyctidromus albicollis</i> | 2250 | 0.097 | -2.335 | 0.2 |
| 3 | <i>Cardinalis cardinalis</i> | 250 | 0.011 | -4.533 | 0.0 |
| 4 | <i>Cathartes aura</i> | 750 | 0.032 | -3.434 | 0.1 |
| 5 | <i>Coragyps atratus</i> | 750 | 0.032 | -3.434 | 0.1 |
| 6 | <i>Columbina inca</i> | 2250 | 0.097 | -2.335 | 0.2 |
| 7 | <i>Patagioenas flavirostris</i> | 1500 | 0.065 | -2.741 | 0.2 |
| 8 | <i>Streptopelia decaocto</i> | 750 | 0.032 | -3.434 | 0.1 |
| 9 | <i>Zenaida asiatica</i> | 750 | 0.032 | -3.434 | 0.1 |
| 10 | <i>Crotophaga sulcirostris</i> | 2250 | 0.097 | -2.335 | 0.2 |
| 11 | <i>Hirundo rustica</i> | 1500 | 0.065 | -2.741 | 0.2 |
| 12 | <i>Setophaga petechia</i> | 500 | 0.022 | -3.839 | 0.1 |
| 13 | <i>Glaucidium brasilianum</i> | 250 | 0.011 | -4.533 | 0.0 |
| 14 | <i>Thamnophilus doliatus</i> | 1000 | 0.043 | -3.146 | 0.1 |
| 15 | <i>Pachyramphus aglaiae</i> | 250 | 0.011 | -4.533 | 0.0 |
| 16 | <i>Empidonax minimus</i> | 1750 | 0.075 | -2.587 | 0.2 |
| 17 | <i>Myiarchus tyrannulus</i> | 2000 | 0.086 | -2.453 | 0.2 |
| 18 | <i>Myiozetetes similis</i> | 500 | 0.022 | -3.839 | 0.1 |
| 19 | <i>Pitangus sulphuratus</i> | 1500 | 0.065 | -2.741 | 0.2 |
| 20 | <i>Tyrannus melancholicus</i> | 1250 | 0.054 | -2.923 | 0.2 |
| 21 | <i>Tyrannus vociferans</i> | 500 | 0.022 | -3.839 | 0.1 |
| Índice de shannon - Wiener | | 23250 | | | 2.9 |

De acuerdo con este índice se procedió a calcular la equidad de especies, obteniendo así los siguientes resultados.

Tabla 179. Índices de diversidad de Ornitofauna en el uso de suelo de PI.

| | |
|------------------------------|------|
| Riqueza específica (S) | 21 |
| Índice de Shannon-Wiener (H) | 2.9 |
| Diversidad máxima (H max) | 3.0 |
| Equidad de Pielou (J) | 0.94 |
| Diferencia diversidad | 1.1 |

Con base en los resultados de diversidad presentados en la tabla anterior, este tipo de vegetación presenta una riqueza específica de 21 especies, de acuerdo con el índice de equidad (J), la distribución de los individuos tiende a ser uniforme, aunado a esto, el índice de Shannon da como resultado un valor de 2.9 indicando que la comunidad es medianamente diversa.

b) Grupo de MASTOFAUNA

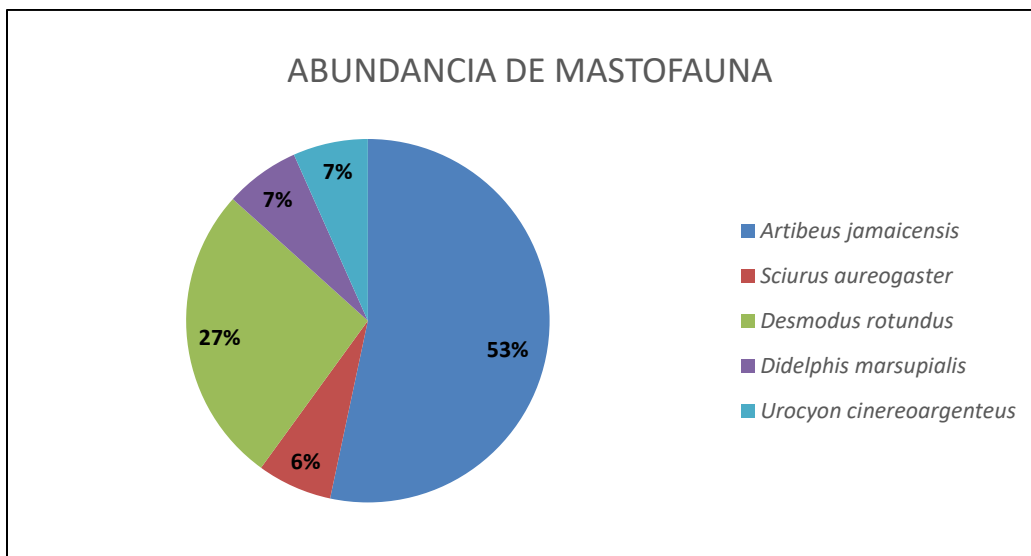
Índice de diversidad

Para el grupo de mastofauna se obtuvo una riqueza de 5 especies con 15 individuos registrados, se presenta el valor de la densidad y la abundancia de las especies

Tabla 180. Registros de mastofauna para el uso de suelo de PC en el área del SAR.

| N° | NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN | IND. AVISTADOS MUESTREO | DENSIDAD (km ²) | *2WL | ABUNDANCIA |
|--------------|---------------------------------|----------------------|-------------------------|-----------------------------|-------|------------|
| 1 | <i>Artibeus jamaicensis</i> | Murciélago frutero | 8 | 2000 | 0.004 | 53.3 |
| 2 | <i>Sciurus aureogaster</i> | Ardilla vientre rojo | 1 | 250 | 0.004 | 6.7 |
| 3 | <i>Desmodus rotundus</i> | Murciélago vampiro | 4 | 1000 | 0.004 | 26.7 |
| 4 | <i>Didelphis marsupialis</i> | Tlacuache sureño | 1 | 250 | 0.004 | 6.7 |
| 5 | <i>Urocyon cinereoargenteus</i> | Zorra gris | 1 | 250 | 0.004 | 6.7 |
| Total | | | 15 | 3750 | | 100 |

A continuación, se presenta una gráfica con la abundancia relativa de las especies muestreadas durante el recorrido realizado en el SAR, dentro de la vegetación PI para una mejor interpretación de los resultados obtenidos.



Gráfica 46. Abundancia de Mastofauna registrada para PI.

De acuerdo con la gráfica anterior, las especies que presentan la mayor abundancia son *Artibeus jamaicensis* con el 53.3 % y teniendo a *Desmodus rotundus* con el 26.7 %, el resto de las especies presenta un menor porcentaje de abundancia.

Con base a los datos presentados anteriormente se obtuvieron los siguientes resultados de diversidad para este grupo faunístico.

Tabla 181. Cálculo de índice de diversidad de mastofauna para PI.

| N° | ESPECIE | DENSIDAD (km ²) | PI | LN DE PI | -PI*LN(PI) |
|-----------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|-------|----------|------------|
| 1 | <i>Artibeus jamaicensis</i> | 2000 | 0.533 | -0.629 | 0.3 |
| 2 | <i>Sciurus aureogaster</i> | 250 | 0.067 | -2.708 | 0.2 |
| 3 | <i>Desmodus rotundus</i> | 1000 | 0.267 | -1.322 | 0.4 |
| 4 | <i>Didelphis marsupialis</i> | 250 | 0.067 | -2.708 | 0.2 |
| 5 | <i>Urocyon cinereoargenteus</i> | 250 | 0.067 | -2.708 | 0.2 |
| Índice de shannon - Wiener | | 3750 | | | 1.2 |

De acuerdo con este índice se procedió a calcular la equidad de especies, obteniendo así los siguientes resultados

Tabla 182. Índices de diversidad de mastofauna en PC.

| | |
|------------------------------|-----|
| Riqueza específica (S) | 5 |
| Índice de Shannon-Wiener (H) | 1.2 |
| Diversidad máxima (H max) | 1.6 |
| Equidad de Pielou (J) | 0.8 |
| Diferencia diversidad | 1.3 |

Con base en los resultados de diversidad presentados en la tabla anterior, este tipo de vegetación presenta una riqueza específica de 5 especies, de acuerdo con el índice de equidad (J), la distribución de los individuos tiende a ser equitativa, aunado a esto, el índice de Shannon da como resultado un valor de 1.2 lo que quiere decir que la comunidad no es diversa ya que claramente podemos observar que hay una especie dominante que es *Artibeus jamaicensis*.

c) Grupo de HERPETOFAUNA

Índice de diversidad

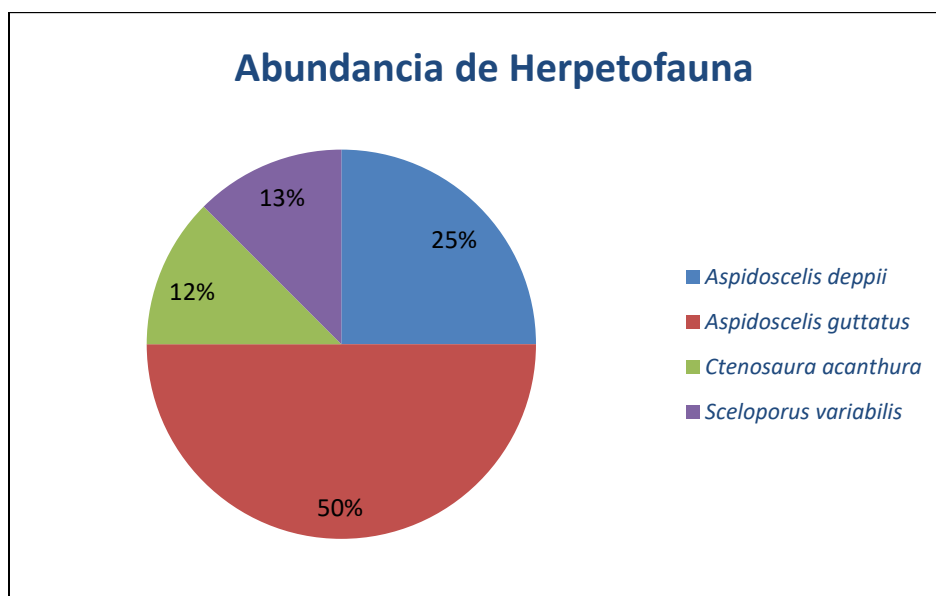
Para el grupo de herpetofauna se obtuvo una riqueza de 4 especies de las cuales solo *Ctenosaura acanthura* se encuentra listada en **NOM-059-SEMARNAT-2010** bajo la categoría de protección especial (PR)

A continuación se presenta el valor de la densidad y la abundancia de las especies.

Tabla 183. Registros de Herpetofauna para el uso de suelo de PC.

| N° | NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN | IND. AVISTADOS MUESTREO | DENSIDAD (km ²) | *2WL | ABUNDANCIA |
|--------------|------------------------------|-------------------------------------|-------------------------|-----------------------------|-------|------------|
| 1 | <i>Aspidoscelis deppii</i> | Huico siete líneas | 2 | 500 | 0.004 | 25 |
| 2 | <i>Aspidoscelis guttatus</i> | Ticuiliche mexicano | 4 | 1000 | 0.004 | 50 |
| 3 | <i>Ctenosaura acanthura</i> | Iguana de cola espinosa del noreste | 1 | 250 | 0.004 | 13 |
| 4 | <i>Sceloporus variabilis</i> | Lagartija espinosa vientre rosado | 1 | 250 | 0.004 | 13 |
| Total | | | 8 | 2000 | | 100 |

Con base a la información recabada, a continuación, se presenta una gráfica de la abundancia de las especies muestreadas durante los transectos realizados en el SAR que corresponde a la vegetación PI.



Gráfica 47. Abundancia de Herpetofauna registrada para PI.

En la gráfica anterior, se puede notar que, de las especies registradas durante el muestreo, la que presenta mayor abundancia es *Aspidoscelis guttatus* con 50 %, y *Aspidoscelis deppii* con el 25 % además se registra a *Ctenosaura acanthura* con una abundancia únicamente de 13 %

Con respecto a la información obtenida en la tabla y gráfica anterior, se procedió a realizar el cálculo de los índices de diversidad para este grupo faunístico, los cuales se presentan a continuación.

Tabla 184. Datos para el cálculo de índice de diversidad de Herpetofauna para el uso de suelo de PC.

| N° | ESPECIE | DENSIDAD (km ²) | PI | LN DE PI | -PI*LN(PI) |
|-----------------------------------|------------------------------|-----------------------------|-------|----------|------------|
| 1 | <i>Aspidoscelis deppii</i> | 500.000 | 0.250 | -1.386 | 0.347 |
| 2 | <i>Aspidoscelis guttatus</i> | 1000.000 | 0.500 | -0.693 | 0.347 |
| 3 | <i>Ctenosaura acanthura</i> | 250.000 | 0.125 | -2.079 | 0.260 |
| 4 | <i>Sceloporus variabilis</i> | 250.000 | 0.125 | -2.079 | 0.260 |
| Índice de shannon - Wiener | | 2000.000 | | | 1.2 |

Con la obtención de este índice se procedió a calcular la equitatividad de especies, obteniendo así los siguientes resultados.

Tabla 185. Índices de diversidad de Herpetofauna en PC.

| | |
|------------------------------|-----|
| Riqueza específica (S) | 4 |
| Índice de Shannon-Wiener (H) | 1.2 |
| Diversidad máxima (H max) | 1.4 |
| Equidad de Pielou (J) | 0.9 |
| Diferencia diversidad | 1.1 |

Este grupo presenta una riqueza específica de 4 especies, con un índice de Shannon de 1.2, este valor indica que la comunidad no es diversa y en relación con el valor de equitatividad de especies, la distribución de individuos tiende a ser equitativa.

*** Fauna registrada en la vegetación de Tular (VT)**

Durante el muestreo de fauna silvestre, realizado en la vegetación de VT dentro del SAR, se registró un total de 39 individuos divididos en 17 especies, de las cuales; 2 se encuentran registradas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010** bajo alguna categoría de riesgo avistadas en el grupo de herpetofauna. El grupo mejor representado es el de ornitofauna con 11 especies, seguido por los grupos de herpetofauna con 4 especies y mastofauna con 2.

A continuación, se presentan los resultados de los índices de diversidad para cada uno de los grupos faunísticos.

a) Grupo de ORNITOFAUNA

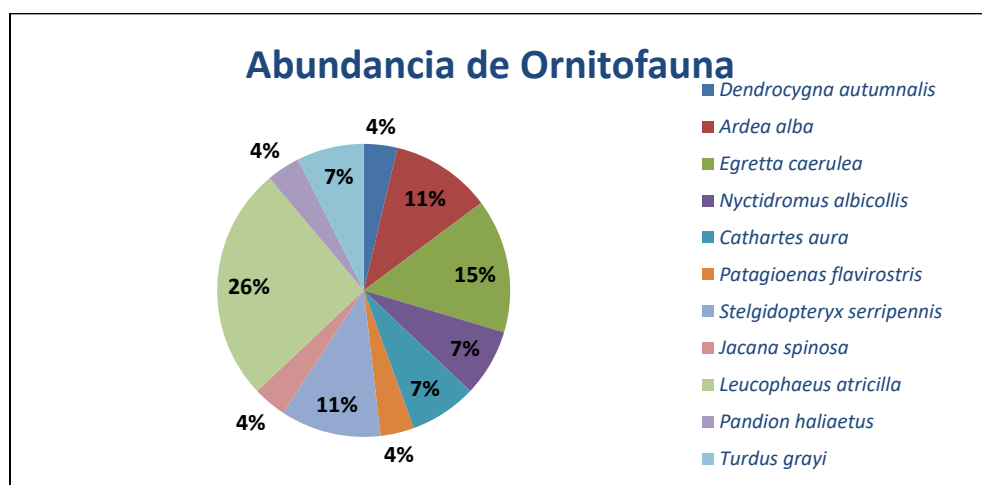
Índice de diversidad

Para el grupo de ornitofauna se obtuvo una riqueza de 11 especies con un registro de 27 individuos, a continuación, se presentan los valores obtenidos de densidad y abundancia, para posteriormente usarlos en el cálculo de diversidad de cada grupo faunístico.

Tabla 186. Registros de Ornitofauna para la VT

| N° | NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN | IND. AVISTADOS MUESTREO | DENSIDAD (km ²) | *2WL | ABUNDANCIA |
|--------------|-----------------------------------|------------------------------|-------------------------|-----------------------------|-------|------------|
| 1 | <i>Dendrocygna autumnalis</i> | Pijije Alas Blancas | 1 | 250 | 0.004 | 3.7 |
| 2 | <i>Ardea alba</i> | Garza blanca | 3 | 750 | 0.004 | 11.1 |
| 3 | <i>Egretta caerulea</i> | Garza azul | 4 | 1000 | 0.004 | 14.8 |
| 4 | <i>Nyctidromus albicollis</i> | Chotacabras pauraque | 2 | 500 | 0.004 | 7.4 |
| 5 | <i>Cathartes aura</i> | Buitre americano cabecirrojo | 2 | 500 | 0.004 | 7.4 |
| 6 | <i>Patagioenas flavirostris</i> | Paloma morada | 1 | 250 | 0.004 | 3.7 |
| 7 | <i>Stelgidopteryx serripennis</i> | Golondrina Alas Aserradas | 3 | 750 | 0.004 | 11.1 |
| 8 | <i>Jacana spinosa</i> | Jacana norteña | 1 | 250 | 0.004 | 3.7 |
| 9 | <i>Leucophaeus atricilla</i> | Gaviota reidora | 7 | 1750 | 0.004 | 25.9 |
| 10 | <i>Pandion haliaetus</i> | Águila pescadora | 1 | 250 | 0.004 | 3.7 |
| 11 | <i>Turdus grayi</i> | Mirlo Café | 2 | 500 | 0.004 | 7.4 |
| TOTAL | | | 27 | 6750 | | 100 |

Para una representación más clara de la abundancia de dichas especies, a continuación, se muestra una gráfica de los individuos observados durante los transectos realizados.



Gráfica 48. Abundancia registrada de Ornitofauna para VT.

En la gráfica anterior, se puede notar que, de las especies registradas durante el muestreo, la que presenta mayor abundancia es *Leucophaeus atricilla* con 25.9 %, seguido por *Egretta caerulea* con el 14.8 %. el resto de las especies cuenta con una abundancia menor.

Para la determinación del índice de diversidad para este grupo faunístico se tomó en cuenta la densidad por km², obteniendo así los siguientes resultados.

Tabla 187. Datos para el cálculo de índice de diversidad de ornitofauna para VT.

| N° | ESPECIE | DENSIDAD (km ²) | PI | LN DE PI | -PI*LN(PI) |
|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|-------|----------|------------|
| 1 | <i>Dendrocygna autumnalis</i> | 250 | 0.037 | -3.296 | 0.1 |
| 2 | <i>Ardea alba</i> | 750 | 0.111 | -2.197 | 0.2 |
| 3 | <i>Egretta caerulea</i> | 1000 | 0.148 | -1.910 | 0.3 |
| 4 | <i>Nyctidromus albicollis</i> | 500 | 0.074 | -2.603 | 0.2 |
| 5 | <i>Cathartes aura</i> | 500 | 0.074 | -2.603 | 0.2 |
| 6 | <i>Patagioenas flavirostris</i> | 250 | 0.037 | -3.296 | 0.1 |
| 7 | <i>Stelgidopteryx serripennis</i> | 750 | 0.111 | -2.197 | 0.2 |
| 8 | <i>Jacana spinosa</i> | 250 | 0.037 | -3.296 | 0.1 |
| 9 | <i>Leucophaeus atricilla</i> | 1750 | 0.259 | -1.350 | 0.3 |
| 10 | <i>Pandion haliaetus</i> | 250 | 0.037 | -3.296 | 0.1 |
| 11 | <i>Turdus grayi</i> | 500 | 0.074 | -2.603 | 0.2 |
| Índice de shannon - Wiener | | 6750 | | | 2.2 |

De acuerdo con este índice se procedió a calcular la equidad de especies, obteniendo así los siguientes resultados.

Tabla 188. Índices de diversidad de Ornitofauna en la vegetación de VT.

| | |
|------------------------------|------|
| Riqueza específica (S) | 11 |
| Índice de Shannon-Wiener (H) | 2.2 |
| Diversidad máxima (H max) | 2.4 |
| Equidad de Pielou (J) | 0.91 |
| Diferencia diversidad | 1.1 |

Con base en los resultados de diversidad presentados en la tabla anterior, este tipo de vegetación presenta una riqueza específica de 11 especies, de acuerdo con el índice de equidad (J), la distribución de los individuos es uniforme, aunado a esto, el índice de Shannon da como resultado un valor de 2.2 indicando que la comunidad es medianamente diversa.

b) Grupo de MASTOFAUNA

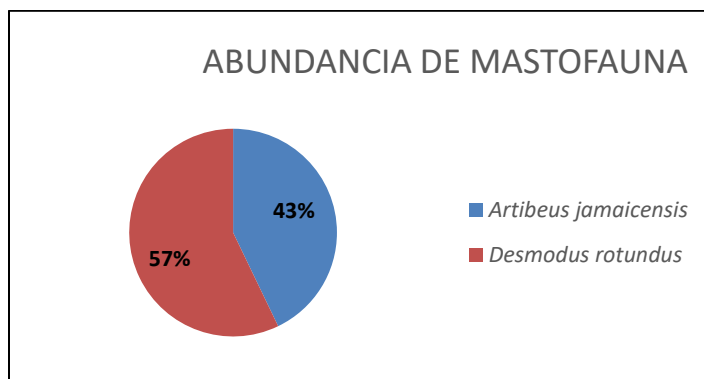
Índice de diversidad

Para el grupo de mastofauna se obtuvo una riqueza de 2 especies con 7 individuos registrados, se presenta el valor de la densidad y la abundancia de las especies

Tabla 189. Registros de mastofauna para la VT en el SAR.

| N° | NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN | IND. AVISTADOS MUESTREO | DENSIDAD (km ²) | *2WL | ABUNDANCIA |
|--------------|-----------------------------|--------------------|-------------------------|-----------------------------|-------|------------|
| 1 | <i>Artibeus jamaicensis</i> | Murciélago frutero | 3 | 750 | 0.004 | 42.9 |
| 2 | <i>Desmodus rotundus</i> | Murciélago vampiro | 4 | 1000 | 0.004 | 57.1 |
| Total | | | 7 | 1750 | | 100 |

A continuación, se presenta una gráfica con la abundancia relativa de las especies muestreadas durante el recorrido realizado en el SAR, dentro de la vegetación VT para una mejor interpretación de los resultados obtenidos.



Gráfica 49. Abundancia de Mastofauna registrada para VT.

De acuerdo con la gráfica anterior, la abundancia de las especies está distribuida de la siguiente manera: *Desmodus rotundus* con el 57.1 % y *Artibeus jamaicensis* con el 42.9 %.

Con base a los datos presentados anteriormente se obtuvieron los siguientes resultados de diversidad para este grupo faunístico.

Tabla 190. Cálculo de índice de diversidad de mastofauna para VT.

| N° | ESPECIE | DENSIDAD (km ²) | PI | LN DE PI | -PI*LN(PI) |
|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------|----------|------------|
| 1 | <i>Artibeus jamaicensis</i> | 750 | 0.429 | -0.847 | 0.4 |
| 2 | <i>Desmodus rotundus</i> | 1000 | 0.571 | -0.560 | 0.3 |
| Índice de shannon - Wiener | | 1750 | | | 0.7 |

De acuerdo con este índice se procedió a calcular la equidad de especies, obteniendo así los siguientes resultados.

Tabla 191. Índices de diversidad de mastofauna en la VT.

| | |
|------------------------------|-----|
| Riqueza específica (S) | 2 |
| Índice de Shannon-Wiener (H) | 0.7 |
| Diversidad máxima (H max) | 0.7 |
| Equidad de Pielou (J) | 1.0 |
| Diferencia diversidad | 1.0 |

Con base en los resultados de diversidad presentados en la tabla anterior, este tipo de vegetación presenta una riqueza específica de 2 especies, de acuerdo con el índice de equidad (J), la distribución de los individuos tiende a ser equitativa, aunado a esto, el índice de Shannon da como resultado un valor de 0.7 lo que quiere decir que la comunidad no es diversa.

a) Grupo de HERPETOFAUNA

Índice de diversidad

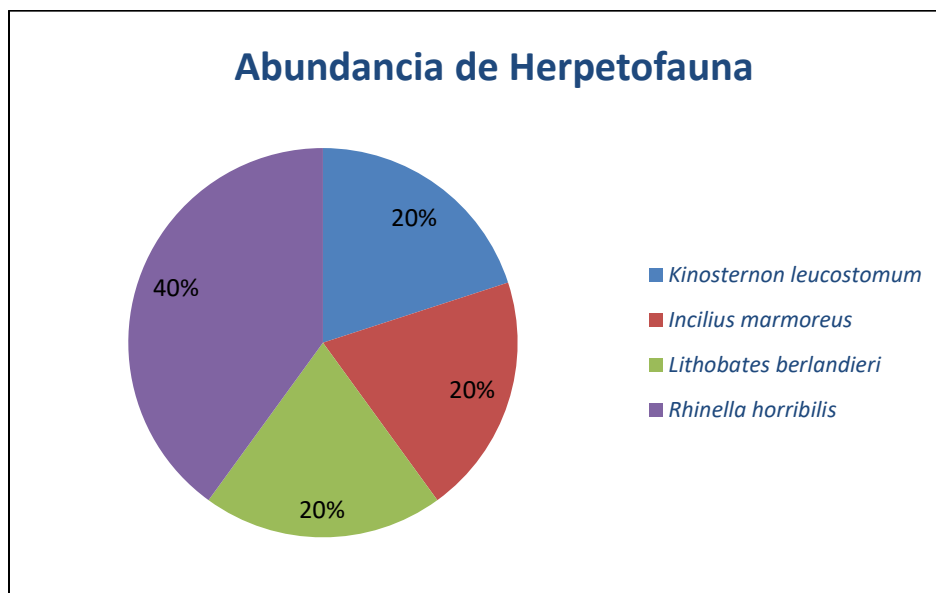
Para el grupo de herpetofauna se obtuvo una riqueza de 4 especies de las cuales 2 especies se encuentran listadas en **NOM-059-SEMARNAT-2010**; se registro a *Kinosternon leucostomum* bajo la categoría de protección especial (**Pr**) y tambien se registro a *Lithobates berlandieri* con la categoría (**Pr**).

A continuación, se presenta el valor de la densidad y la abundancia de las especies.

Tabla 192. Registros de Herpetofauna para la vegetación PI.

| N° | NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN | IND. AVISTADOS MUESTREO | DENSIDAD (km ²) | *2WL | ABUNDANCIA |
|--------------|--------------------------------|--|-------------------------|-----------------------------|-------|------------|
| 1 | <i>Kinosternon leucostomum</i> | <i>Tortuga pecho quebrado labios blancos</i> | 1 | 250 | 0.004 | 20 |
| 2 | <i>Incilius marmoreus</i> | <i>Sapo jaspeado</i> | 1 | 250 | 0.004 | 20 |
| 3 | <i>Lithobates berlandieri</i> | <i>Rana leopardo</i> | 1 | 250 | 0.004 | 20 |
| 4 | <i>Rhinella horribilis</i> | <i>Sapo gigante</i> | 2 | 500 | 0.004 | 40 |
| Total | | | 5 | 1250 | | 100 |

Con base a la información recabada, a continuación, se presenta una gráfica de la abundancia de las especies muestreadas durante los transectos realizados en el SAR que corresponde a la vegetación VT.



Gráfica 50. Abundancia de Herpetofauna registrada para VT.

En la gráfica anterior, se puede notar que, de las especies registradas durante el muestreo, la que presenta mayor abundancia es *Rhinella horribilis* con 40 %, el resto de las especies presentan solo un 20 % del porcentaje de abundancia para este tipo de vegetación.

Con respecto a la información obtenida en la tabla y gráfica anterior, se procedió a realizar el cálculo de los índices de diversidad para este grupo faunístico, los cuales se presentan a continuación.

Tabla 193. Datos para el cálculo de índice de diversidad de Herpetofauna para la VT.

| Nº | ESPECIE | DENSIDAD (km ²) | PI | LN DE PI | -PI*LN(PI) |
|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|-------|----------|------------|
| 1 | <i>Kinosternon leucostomum</i> | 250.000 | 0.200 | -1.609 | 0.322 |
| 2 | <i>Incilius marmoreus</i> | 250.000 | 0.200 | -1.609 | 0.322 |
| 3 | <i>Lithobates berlandieri</i> | 250.000 | 0.200 | -1.609 | 0.322 |
| 4 | <i>Rhinella horribilis</i> | 500.000 | 0.400 | -0.916 | 0.367 |
| Índice de shannon - Wiener | | 1250.000 | | | 1.3 |

Con la obtención de este índice se procedió a calcular la equitatividad de especies, obteniendo así los siguientes resultados.

Tabla 194. Índices de diversidad de Herpetofauna en VT.

| | |
|------------------------------|-----|
| Riqueza específica (S) | 4 |
| Índice de Shannon-Wiener (H) | 1.3 |
| Diversidad máxima (H max) | 1.4 |
| Equidad de Pielou (J) | 1.0 |
| Diferencia diversidad | 1.0 |

Este grupo presenta una riqueza específica de 4 especies, con un índice de Shannon de 1.3, este valor indica que la comunidad no es diversa y en relación con el valor de equitatividad de especies, la distribución de individuos tiende a ser equitativa teniendo especies dominantes como *Rhinella horribilis*.

IV.2.3.2.4.3. Estructura de la comunidad de fauna silvestre en el Área del Proyecto

*** Fauna registrada en la vegetación de selva baja caducifolia (SBC)**

Durante el muestreo de fauna silvestre, realizado en la vegetación de SBC dentro del área del proyecto, se registró un total de 145 individuos divididos en 33 especies de las cuales solo 1 especie se encuentra listada en la **NOM-059-SEMARNAT-2010** bajo alguna categoría de riesgo. El grupo mejor representado es el de ornitofauna con 24 especies, seguido por herpetofauna con 5 especies y por último mastofauna con 4 especies.

A continuación, se presentan los resultados de los índices de diversidad para cada uno de los grupos faunísticos.

a) Grupo de ORNITOFAUNA

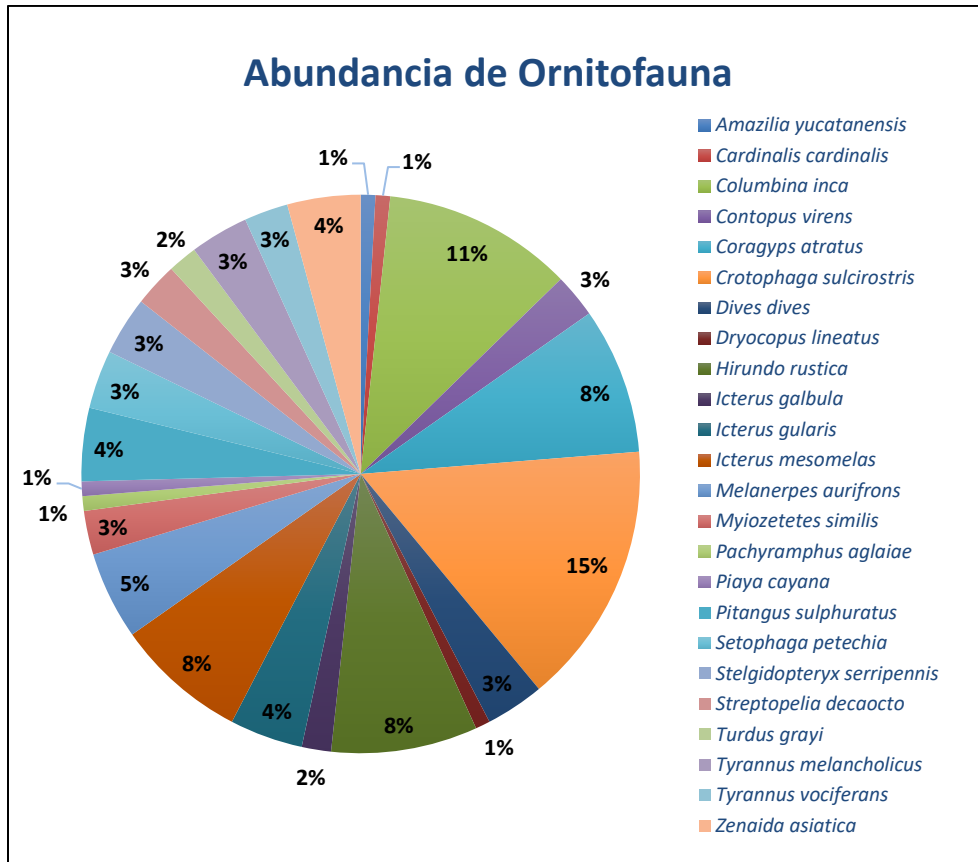
Índice de diversidad

Para el grupo de ornitofauna se obtuvo una riqueza de 24 especies con un registro de 118 individuos, a continuación, se presentan los valores obtenidos de densidad y abundancia, para posteriormente usarlos en el cálculo de diversidad de cada grupo faunístico.

Tabla 195. Registros de Ornitofauna para SBC.

| N° | NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN | IND. AVISTADOS MUESTREO | DENSIDAD (km ²) | *2WL | ABUNDANCIA |
|--------------|-----------------------------------|-----------------------------|-------------------------|-----------------------------|-------|------------|
| 1 | <i>Amazilia yucatanensis</i> | Colibrí Vientre Canelo | 1 | 333 | 0.003 | 0.8 |
| 2 | <i>Cardinalis cardinalis</i> | Cardenal rojo | 1 | 333 | 0.003 | 0.8 |
| 3 | <i>Columbina inca</i> | Tortolita Cola Larga | 13 | 4333 | 0.003 | 11.0 |
| 4 | <i>Contopus virens</i> | Papamoscas del Este | 3 | 1000 | 0.003 | 2.5 |
| 5 | <i>Coragyps atratus</i> | Zopilote negro | 10 | 3333 | 0.003 | 8.5 |
| 6 | <i>Crotophaga sulcirostris</i> | Garrapatero pijuy | 18 | 6000 | 0.003 | 15.3 |
| 7 | <i>Dives dives</i> | Tordo cantor | 4 | 1333 | 0.003 | 3.4 |
| 8 | <i>Dryocopus lineatus</i> | Carpintero de líneas | 1 | 333 | 0.003 | 0.8 |
| 9 | <i>Hirundo rustica</i> | Golondrina tijereta | 10 | 3333 | 0.003 | 8.5 |
| 10 | <i>Icterus galbula</i> | Calandria de Baltimore | 2 | 667 | 0.003 | 1.7 |
| 11 | <i>Icterus gularis</i> | Calandria Dorso Negro Mayor | 5 | 1667 | 0.003 | 4.2 |
| 12 | <i>Icterus mesomelas</i> | Calandria Cola Amarilla | 9 | 3000 | 0.003 | 7.6 |
| 13 | <i>Melanerpes aurifrons</i> | Carpintero cheje | 6 | 2000 | 0.003 | 5.1 |
| 14 | <i>Myiozetetes similis</i> | Luisito Común | 3 | 1000 | 0.003 | 2.5 |
| 15 | <i>Pachyrhamphus aglaiae</i> | Cabezón Degollado | 1 | 333 | 0.003 | 0.8 |
| 16 | <i>Piaya cayana</i> | Cuclillo Canelo | 1 | 333 | 0.003 | 0.8 |
| 17 | <i>Pitangus sulphuratus</i> | Bienteveo común | 5 | 1667 | 0.003 | 4.2 |
| 18 | <i>Setophaga petechia</i> | Chipe amarillo | 4 | 1333 | 0.003 | 3.4 |
| 19 | <i>Stelgidopteryx serripennis</i> | Golondrina Alas Aserradas | 4 | 1333 | 0.003 | 3.4 |
| 20 | <i>Streptopelia decaocto</i> | Paloma turca de collar | 3 | 1000 | 0.003 | 2.5 |
| 21 | <i>Turdus grayi</i> | Mirlo Café | 2 | 667 | 0.003 | 1.7 |
| 22 | <i>Tyrannus melancholicus</i> | Tirano Pirirí | 4 | 1333 | 0.003 | 3.4 |
| 23 | <i>Tyrannus vociferans</i> | Tirano Chibiú | 3 | 1000 | 0.003 | 2.5 |
| 24 | <i>Zenaida asiatica</i> | Paloma Alas Blancas | 5 | 1667 | 0.003 | 4.2 |
| TOTAL | | | 118 | 39333 | | 100 |

Para una representación más clara de la abundancia de dichas especies, a continuación, se muestra una gráfica de los individuos observados durante los transectos realizados.



Gráfica 51. Abundancia registrada de Ornitofauna para SBC.

En la gráfica anterior, se puede notar que, de las especies registradas durante el muestreo, la que presenta mayor abundancia es *Crotophaga sulcirostris* con 15.3 %, y *Columbina inca* con el 11 %. el resto de las especies cuenta con una abundancia menor al 10.0 %

Para la determinación del índice de diversidad para este grupo faunístico se tomó en cuenta la densidad por km², obteniendo así los siguientes resultados.

Tabla 196. Datos para el cálculo de índice de diversidad de ornitofauna para SBC.

| N° | ESPECIE | DENSIDAD (km ²) | PI | LN DE PI | -PI*LN(PI) |
|----|--------------------------------|-----------------------------|-------|----------|------------|
| 1 | <i>Amazilia yucatanensis</i> | 333 | 0.008 | -4.771 | 0.0 |
| 2 | <i>Cardinalis cardinalis</i> | 333 | 0.008 | -4.771 | 0.0 |
| 3 | <i>Columbina inca</i> | 4333 | 0.110 | -2.206 | 0.2 |
| 4 | <i>Contopus virens</i> | 1000 | 0.025 | -3.672 | 0.1 |
| 5 | <i>Coragyps atratus</i> | 3333 | 0.085 | -2.468 | 0.2 |
| 6 | <i>Crotophaga sulcirostris</i> | 6000 | 0.153 | -1.880 | 0.3 |
| 7 | <i>Dives dives</i> | 1333 | 0.034 | -3.384 | 0.1 |
| 8 | <i>Dryocopus lineatus</i> | 333 | 0.008 | -4.771 | 0.0 |
| 9 | <i>Hirundo rustica</i> | 3333 | 0.085 | -2.468 | 0.2 |
| 10 | <i>Icterus galbula</i> | 667 | 0.017 | -4.078 | 0.1 |
| 11 | <i>Icterus gularis</i> | 1667 | 0.042 | -3.161 | 0.1 |
| 12 | <i>Icterus mesomelas</i> | 3000 | 0.076 | -2.573 | 0.2 |
| 13 | <i>Melanerpes aurifrons</i> | 2000 | 0.051 | -2.979 | 0.2 |
| 14 | <i>Myiozetetes similis</i> | 1000 | 0.025 | -3.672 | 0.1 |
| 15 | <i>Pachyrhamphus aglaiae</i> | 333 | 0.008 | -4.771 | 0.0 |
| 16 | <i>Piaya cayana</i> | 333 | 0.008 | -4.771 | 0.0 |

| N° | ESPECIE | DENSIDAD (km ²) | PI | LN DE PI | -PI*LN(PI) |
|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|-------|----------|------------|
| 17 | <i>Pitangus sulphuratus</i> | 1667 | 0.042 | -3.161 | 0.1 |
| 18 | <i>Setophaga petechia</i> | 1333 | 0.034 | -3.384 | 0.1 |
| 19 | <i>Stelgidopteryx serripennis</i> | 1333 | 0.034 | -3.384 | 0.1 |
| 20 | <i>Streptopelia decaocto</i> | 1000 | 0.025 | -3.672 | 0.1 |
| 21 | <i>Turdus grayi</i> | 667 | 0.017 | -4.078 | 0.1 |
| 22 | <i>Tyrannus melancholicus</i> | 1333 | 0.034 | -3.384 | 0.1 |
| 23 | <i>Tyrannus vociferans</i> | 1000 | 0.025 | -3.672 | 0.1 |
| 24 | <i>Zenaida asiatica</i> | 1667 | 0.042 | -3.161 | 0.1 |
| Índice de shannon - Wiener | | 39333 | | | 2.9 |

De acuerdo con este índice se procedió a calcular la equidad de especies, obteniendo así los siguientes resultados.

Tabla 197. Índices de diversidad de Ornitofauna en la vegetación de SBC.

| | |
|------------------------------|------------|
| Riqueza específica (S) | 24 |
| Índice de Shannon-Wiener (H) | 2.9 |
| Diversidad máxima (H max) | 3.2 |
| Equidad de Pielou (J) | 0.90 |
| Diferencia diversidad | 1.1 |

Con base en los resultados de diversidad presentados en la tabla anterior, este tipo de vegetación presenta una riqueza específica de 24 especies, de acuerdo con el índice de equidad (J), la distribución de los individuos tiende a ser uniforme, indicando sólo a como especies dominantes a *Crotophaga sulcirostris*, aunado a esto, el índice de Shannon da como resultado un valor de 2.9 indicando que la comunidad es medianamente diversa.

b) Grupo de MASTOFAUNA

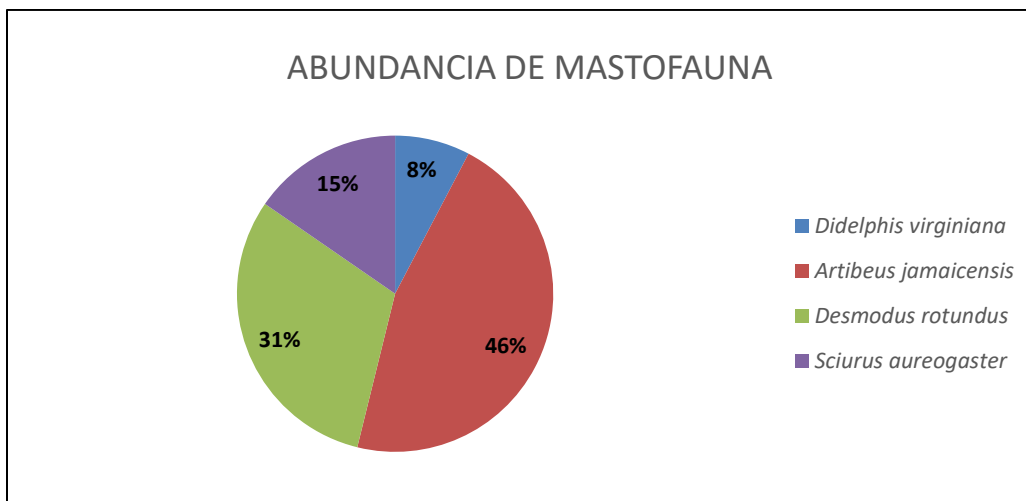
Índice de diversidad

Para el grupo de mastofauna se obtuvo una riqueza de 4 especies con 13 individuos registrados, se presenta el valor de la densidad y la abundancia de las especies.

Tabla 198. Registros de mastofauna para la vegetación SBC en el área del proyecto.

| N° | NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN | IND. AVISTADOS MUESTREO | DENSIDAD (km ²) | *2WL | ABUNDANCIA |
|--------------|-----------------------------|----------------------|-------------------------|-----------------------------|-------|------------|
| 1 | <i>Didelphis virginiana</i> | Tlacuache | 1 | 333 | 0.003 | 7.7 |
| 2 | <i>Artibeus jamaicensis</i> | Murciélago frutero | 6 | 2000 | 0.003 | 46.2 |
| 3 | <i>Desmodus rotundus</i> | Murciélago vampiro | 4 | 1333 | 0.003 | 30.8 |
| 4 | <i>Sciurus aureogaster</i> | Ardilla vientre rojo | 2 | 667 | 0.003 | 15.4 |
| Total | | | 13 | 4333 | | 100 |

A continuación, se presenta una gráfica con la abundancia relativa de las especies muestreadas durante el recorrido realizado en el área del proyecto, dentro de la vegetación SBC para una mejor interpretación de los resultados obtenidos.



Gráfica 52. Abundancia de Mastofauna registrada para SBC.

De acuerdo con la gráfica anterior, las especies que presentan la mayor abundancia son *Artibeus jamaicensis* con el 46.2 % y teniendo a *Desmodus rotundus* con el 30.8 % el resto de las especies cuenta con una abundancia menor al 15 %

Con base a los datos presentados anteriormente se obtuvieron los siguientes resultados de diversidad para este grupo faunístico.

Tabla 199. Cálculo de índice de diversidad de mastofauna para SBC.

| N° | ESPECIE | DENSIDAD (km ²) | PI | LN DE PI | -PI*LN(PI) |
|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------|----------|------------|
| 1 | <i>Didelphis virginiana</i> | 333 | 0.077 | -2.565 | 0.2 |
| 2 | <i>Artibeus jamaicensis</i> | 2000 | 0.462 | -0.773 | 0.4 |
| 3 | <i>Desmodus rotundus</i> | 1333 | 0.308 | -1.179 | 0.4 |
| 4 | <i>Sciurus aureogaster</i> | 667 | 0.154 | -1.872 | 0.3 |
| Índice de shannon - Wiener | | 4333 | | | 1.2 |

De acuerdo con este índice se procedió a calcular la equidad de especies, obteniendo así los siguientes resultados

Tabla 200. Índices de diversidad de mastofauna en la SBC.

| | |
|------------------------------|-----|
| Riqueza específica (S) | 4 |
| Índice de Shannon-Wiener (H) | 1.2 |
| Diversidad máxima (H max) | 1.4 |
| Equidad de Pielou (J) | 0.9 |
| Diferencia diversidad | 1.2 |

Con base en los resultados de diversidad presentados en la tabla anterior, este tipo de vegetación presenta una riqueza específica de 4 especies, de acuerdo con el índice de equidad (J), la distribución de los individuos tiende a ser equitativa, aunado a esto, el índice de Shannon da como resultado un valor de 1.2 lo que quiere decir que la comunidad es poco diversa.

c) Grupo de HERPETOFAUNA

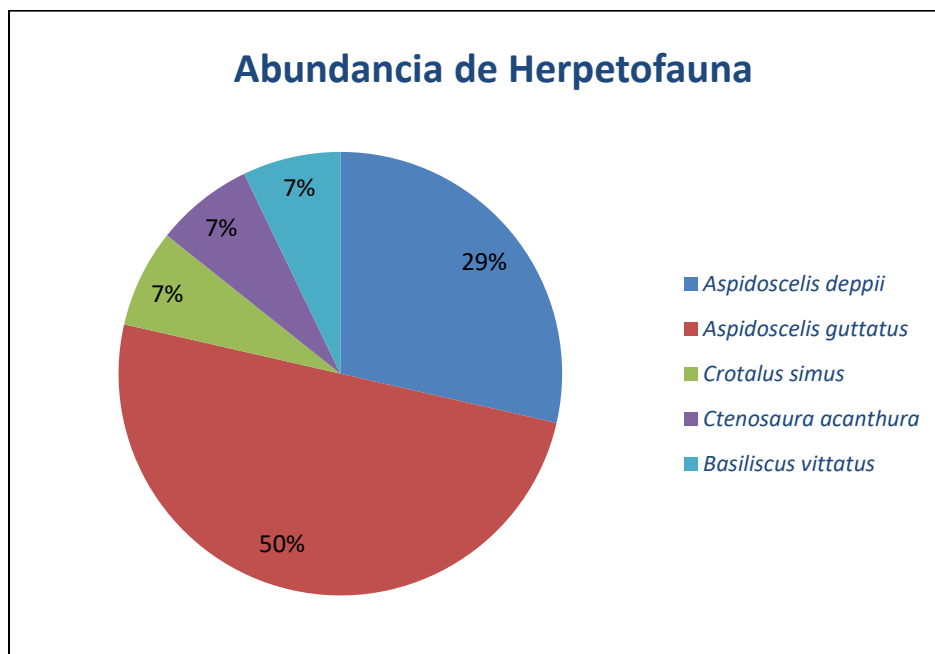
Índice de diversidad

Para el grupo de herpetofauna se obtuvo una riqueza de 5 especies de las cuales solo *Ctenosaura acanthura* se encuentra listada en **NOM-059-SEMARNAT-2010** bajo la categoría de protección especial (**PR**). A continuación se presenta el valor de la densidad y la abundancia de las especies.

Tabla 201. Registros de Herpetofauna para la SBC.

| N° | NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN | IND. AVISTADOS MUESTREO | DENSIDAD (km ²) | *2WL | ABUNDANCIA |
|--------------|------------------------------|-------------------------------------|-------------------------|-----------------------------|-------|------------|
| 1 | <i>Aspidoscelis deppii</i> | Huico siete líneas | 4 | 1333 | 0.003 | 29 |
| 2 | <i>Aspidoscelis guttatus</i> | Ticuilihe mexicano | 7 | 2333 | 0.003 | 50 |
| 3 | <i>Crotalus simus</i> | Cascabel centroamericana | 1 | 333 | 0.003 | 7 |
| 4 | <i>Ctenosaura acanthura</i> | Iguana de cola espinosa del noreste | 1 | 333 | 0.003 | 7 |
| 5 | <i>Basiliscus vittatus</i> | Toloque rayado | 1 | 333 | 0.003 | 7 |
| Total | | | 14 | 4667 | | 100 |

Con base a la información recabada, a continuación, se presenta una gráfica de la abundancia de las especies muestreadas durante los transectos realizados en el área del proyecto que corresponde a la vegetación SBC.



Gráfica 53. Abundancia de Herpetofauna registrada para SBC.

En la gráfica anterior, se puede notar que, de las especies registradas durante el muestreo, la que presenta mayor abundancia es *Aspidoscelis guttatus* con 50 %, y *Aspidoscelis deppii* con el 29 %. el resto de las especies cuenta con una abundancia menor al 10 %

Con respecto a la información obtenida en la tabla y gráfica anterior, se procedió a realizar el cálculo de los índices de diversidad para este grupo faunístico, los cuales se presentan a continuación.

Tabla 202. Datos para el cálculo de índice de diversidad de Herpetofauna para la SBC.

| N° | ESPECIE | DENSIDAD (km ²) | PI | LN DE PI | -PI*LN(PI) |
|-----------------------------------|------------------------------|-----------------------------|-------|----------|------------|
| 1 | <i>Aspidoscelis deppii</i> | 1333.33 | 0.286 | -1.253 | 0.358 |
| 2 | <i>Aspidoscelis guttatus</i> | 2333.33 | 0.500 | -0.693 | 0.347 |
| 3 | <i>Crotalus simus</i> | 333.33 | 0.071 | -2.639 | 0.189 |
| 4 | <i>Ctenosaura acanthura</i> | 333.33 | 0.071 | -2.639 | 0.189 |
| 5 | <i>Basiliscus vittatus</i> | 333.33 | 0.071 | -2.639 | 0.189 |
| Índice de shannon - Wiener | | 4666.67 | | | 1.3 |

Con la obtención de este índice se procedió a calcular la equitatividad de especies, obteniendo así los siguientes resultados.

Tabla 203. Índices de diversidad de Herpetofauna en la SBC.

| | |
|------------------------------|-----|
| Riqueza específica (S) | 5 |
| Índice de Shannon-Wiener (H) | 1.3 |
| Diversidad máxima (H max) | 1.6 |
| Equidad de Pielou (J) | 0.8 |
| Diferencia diversidad | 1.3 |

Este grupo presenta una riqueza específica de 5 especies, con un índice de Shannon de 1.3, este valor indica que la comunidad no es diversa y en relación con el valor de equitatividad de especies, la distribución de individuos tiende a ser equitativa teniendo especies dominantes como *Aspidoscelis guttatus*.

*** Fauna registrada en el uso de suelo de Pastizal Cultivado (PC)**

Durante el muestreo de fauna silvestre, realizado en el uso de suelo de PI dentro del área del proyecto, se registró un total de 61 individuos divididos en 19 especies de las cuales solo 1 se encuentra listada en la **NOM-059-SEMARNAT-2010** bajo una categoría de riesgo. El grupo mejor representado es el de ornitofauna con 13 especies, seguido por los grupos de herpetofauna y mastofauna con 3 especies en cada grupo.

A continuación, se presentan los resultados de los índices de diversidad para cada uno de los grupos faunísticos.

d) Grupo de ORNITOFAUNA

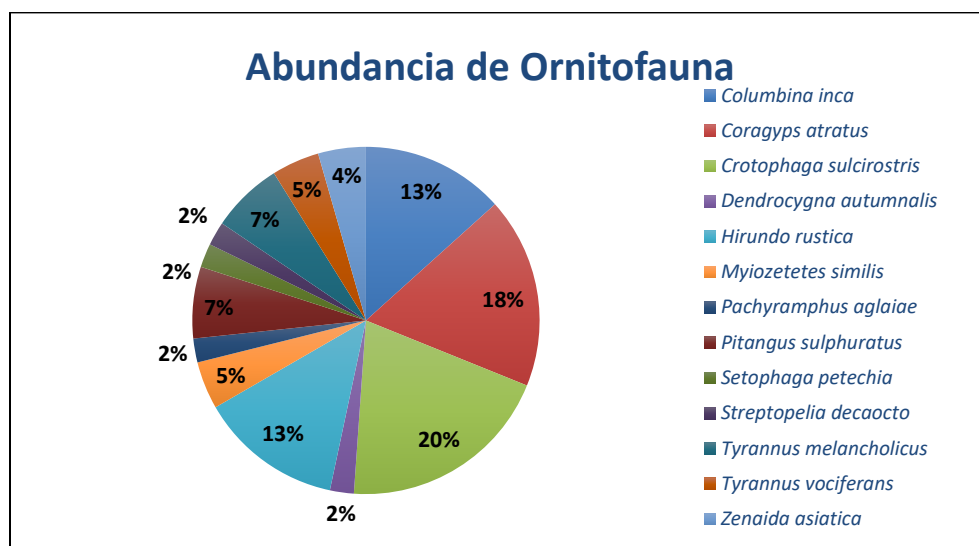
Índice de diversidad

Para el grupo de ornitofauna se obtuvo una riqueza de 13 especies con un registro de 45 individuos, a continuación, se presentan los valores obtenidos de densidad y abundancia, para posteriormente usarlos en el cálculo de diversidad de cada grupo faunístico.

Tabla 204. Registros de Ornitofauna para PI

| N° | NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN | IND. AVISTADOS MUESTREO | DENSIDAD (km ²) | *2WL | ABUNDANCIA |
|--------------|--------------------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------------|-------|------------|
| 1 | <i>Columbina inca</i> | Tortolita Cola Larga | 6 | 1500 | 0.004 | 13.3 |
| 2 | <i>Coragyps atratus</i> | Zopilote negro | 8 | 2000 | 0.004 | 17.8 |
| 3 | <i>Crotophaga sulcirostris</i> | Garrapatero pijuy | 9 | 2250 | 0.004 | 20.0 |
| 4 | <i>Dendrocygna autumnalis</i> | Pijije Alas Blancas | 1 | 250 | 0.004 | 2.2 |
| 5 | <i>Hirundo rustica</i> | Golondrina tijereta | 6 | 1500 | 0.004 | 13.3 |
| 6 | <i>Myiozetetes similis</i> | Luisito Común | 2 | 500 | 0.004 | 4.4 |
| 7 | <i>Pachyrampus aglaiae</i> | Cabezón Degollado | 1 | 250 | 0.004 | 2.2 |
| 8 | <i>Pitangus sulphuratus</i> | Bienteveo común | 3 | 750 | 0.004 | 6.7 |
| 9 | <i>Setophaga petechia</i> | Chipe amarillo | 1 | 250 | 0.004 | 2.2 |
| 10 | <i>Streptopelia decaocto</i> | Paloma turca de collar | 1 | 250 | 0.004 | 2.2 |
| 11 | <i>Tyrannus melancholicus</i> | Tirano Pirirí | 3 | 750 | 0.004 | 6.7 |
| 12 | <i>Tyrannus vociferans</i> | Tirano Chibiú | 2 | 500 | 0.004 | 4.4 |
| 13 | <i>Zenaida asiatica</i> | Paloma Alas Blancas | 2 | 500 | 0.004 | 4.4 |
| TOTAL | | | 45 | 11250 | | 100 |

Para una representación más clara de la abundancia de dichas especies, a continuación, se muestra una gráfica de los individuos observados durante los transectos realizados.



Gráfica 54. Abundancia registrada de Ornitofauna para PI.

En la gráfica anterior, se puede notar que, de las especies registradas durante el muestreo, la que presenta mayor abundancia es *Crotophaga sulcirostris* con 20 %, y *Coragyps atratus* con el 17.8 %. el resto de las especies cuenta con una abundancia menor al 15 %

Para la determinación del índice de diversidad para este grupo faunístico se tomó en cuenta la densidad por km², obteniendo así los siguientes resultados.

Tabla 205. Datos para el cálculo de índice de diversidad de ornitofauna para PI.

| N° | ESPECIE | DENSIDAD (km ²) | PI | LN DE PI | -PI*LN(PI) |
|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|-------|----------|------------|
| 1 | <i>Columbina inca</i> | 1500 | 0.133 | -2.015 | 0.3 |
| 2 | <i>Coragyps atratus</i> | 2000 | 0.178 | -1.727 | 0.3 |
| 3 | <i>Crotophaga sulcirostris</i> | 2250 | 0.200 | -1.609 | 0.3 |
| 4 | <i>Dendrocygna autumnalis</i> | 250 | 0.022 | -3.807 | 0.1 |
| 5 | <i>Hirundo rustica</i> | 1500 | 0.133 | -2.015 | 0.3 |
| 6 | <i>Myiozetetes similis</i> | 500 | 0.044 | -3.114 | 0.1 |
| 7 | <i>Pachyrhamphus aglaiae</i> | 250 | 0.022 | -3.807 | 0.1 |
| 8 | <i>Pitangus sulphuratus</i> | 750 | 0.067 | -2.708 | 0.2 |
| 9 | <i>Setophaga petechia</i> | 250 | 0.022 | -3.807 | 0.1 |
| 10 | <i>Streptopelia decaocto</i> | 250 | 0.022 | -3.807 | 0.1 |
| 11 | <i>Tyrannus melancholicus</i> | 750 | 0.067 | -2.708 | 0.2 |
| 12 | <i>Tyrannus vociferans</i> | 500 | 0.044 | -3.114 | 0.1 |
| 13 | <i>Zenaida asiatica</i> | 500 | 0.044 | -3.114 | 0.1 |
| Índice de shannon - Wiener | | 11250 | | | 2.3 |

De acuerdo con este índice se procedió a calcular la equidad de especies, obteniendo así los siguientes resultados.

Tabla 206. Índices de diversidad de Ornitofauna el uso de suelo de PC.

| | |
|------------------------------|------|
| Riqueza específica (S) | 13 |
| Índice de Shannon-Wiener (H) | 2.3 |
| Diversidad máxima (H max) | 2.6 |
| Equidad de Pielou (J) | 0.89 |
| Diferencia diversidad | 1.1 |

Con base en los resultados de diversidad presentados en la tabla anterior, este uso de suelo presenta una riqueza específica de 13 especies, de acuerdo con el índice de equidad (J), la distribución de los individuos tiende a ser uniforme, indicando sólo a como especies dominantes a *Crotophaga sulcirostris*, aunado a esto, el índice de Shannon da como resultado un valor de 2.3 indicando que la comunidad es medianamente diversa.

e) Grupo de MASTOFAUNA

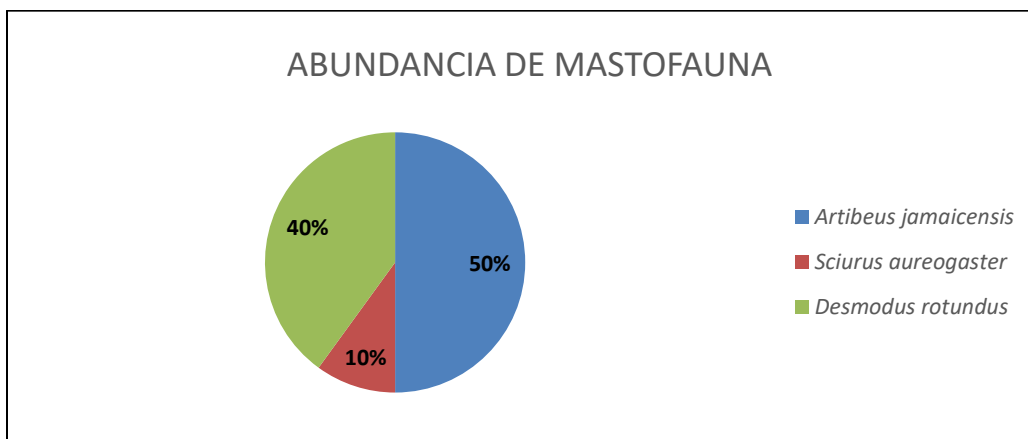
Índice de diversidad

Para el grupo de mastofauna se obtuvo una riqueza de 3 especies con 10 individuos registrados, se presenta el valor de la densidad y la abundancia de las especies

Tabla 207. Registros de mastofauna para la vegetación PI en el área del proyecto.

| N° | NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN | IND. AVISTADOS MUESTREO | DENSIDAD (km ²) | *2WL | ABUNDANCIA |
|--------------|-----------------------------|----------------------|-------------------------|-----------------------------|-------|------------|
| 1 | <i>Artibeus jamaicensis</i> | Murciélago frutero | 5 | 1250 | 0.004 | 50.0 |
| 2 | <i>Sciurus aureogaster</i> | Ardilla vientre rojo | 1 | 250 | 0.004 | 10.0 |
| 3 | <i>Desmodus rotundus</i> | Murciélago vampiro | 4 | 1000 | 0.004 | 40.0 |
| Total | | | 10 | 2500 | | 100 |

A continuación, se presenta una gráfica con la abundancia relativa de las especies muestreadas durante el recorrido realizado en el área del proyecto, dentro del uso de suelo de PC para una mejor interpretación de los resultados obtenidos.



Gráfica 55. Abundancia de Mastofauna registrada para PI.

De acuerdo con la gráfica anterior, las especies que presentan la mayor abundancia son *Artibeus jamaicensis* con el 50 % y teniendo a *Desmodus rotundus* con el 40 %, y por último *Sciurus aureogaster* que cuenta únicamente con una abundancia de 10 %

Con base a los datos presentados anteriormente se obtuvieron los siguientes resultados de diversidad para este grupo faunístico.

Tabla 208. Cálculo de índice de diversidad de mastofauna para PI.

| N° | ESPECIE | DENSIDAD (km ²) | PI | LN DE PI | -PI*LN(PI) |
|-----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------|----------|------------|
| 1 | <i>Artibeus jamaicensis</i> | 1250 | 0.500 | -0.693 | 0.3 |
| 2 | <i>Sciurus aureogaster</i> | 250 | 0.100 | -2.303 | 0.2 |
| 3 | <i>Desmodus rotundus</i> | 1000 | 0.400 | -0.916 | 0.4 |
| Índice de shannon - Wiener | | 2500 | | | 0.9 |

De acuerdo con este índice se procedió a calcular la equidad de especies, obteniendo así los siguientes resultados

Tabla 209. Índices de diversidad de mastofauna en PC.

| | |
|------------------------------|-----|
| Riqueza específica (S) | 3 |
| Índice de Shannon-Wiener (H) | 0.9 |
| Diversidad máxima (H max) | 1.1 |
| Equidad de Pielou (J) | 0.9 |
| Diferencia diversidad | 1.2 |

Con base en los resultados de diversidad presentados en la tabla anterior, este uso de suelo presenta una riqueza específica de 3 especies, de acuerdo con el índice de equidad (J), la distribución de los individuos tiende a ser equitativa, aunado a esto, el índice de Shannon da como resultado un valor de 0.9 lo que quiere decir que la comunidad no es diversa.

f) Grupo de HERPETOFAUNA

Índice de diversidad

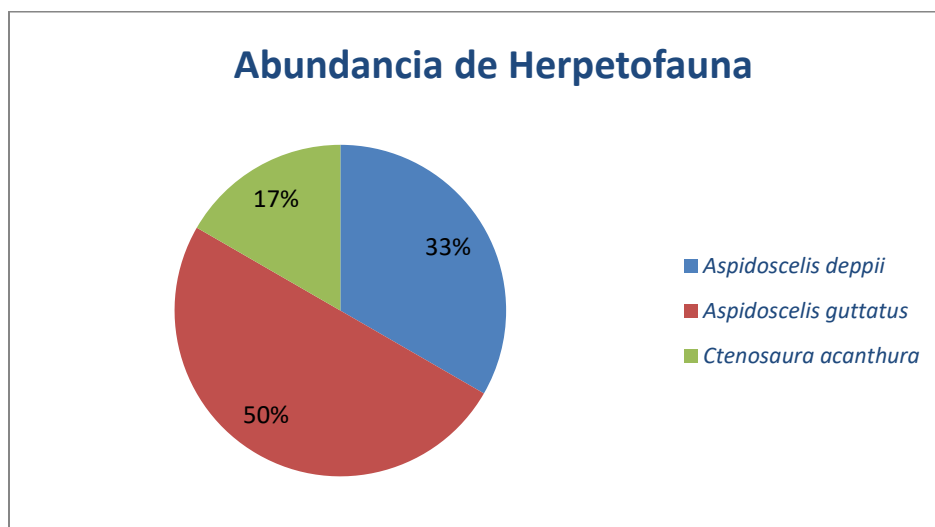
Para el grupo de herpetofauna se obtuvo una riqueza de 3 especies de las cuales solo *Ctenosaura acanthura* se encuentra listada en **NOM-059-SEMARNAT-2010** bajo la categoría de protección especial (PR)

A continuación se presenta el valor de la densidad y la abundancia de las especies.

Tabla 210. Registros de Herpetofauna para el uso de suelo de PC.

| N° | NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN | IND. AVISTADOS MUESTREO | DENSIDAD (km ²) | *2WL | ABUNDANCIA |
|-------|------------------------------|-------------------------------------|-------------------------|-----------------------------|-------|------------|
| 1 | <i>Aspidoscelis deppii</i> | Huico siete líneas | 2 | 500 | 0.004 | 33 |
| 2 | <i>Aspidoscelis guttatus</i> | Ticuiliche mexicano | 3 | 750 | 0.004 | 50 |
| 3 | <i>Ctenosaura acanthura</i> | Iguana de cola espinosa del noreste | 1 | 250 | 0.004 | 17 |
| Total | | | 6 | 1500 | | 100 |

Con base a la información recabada, a continuación, se presenta una gráfica de la abundancia de las especies muestreadas durante los transectos realizados en el área del proyecto que corresponde al uso de suelo de PC.



Gráfica 56. Abundancia de Herpetofauna registrada para PI.

En la gráfica anterior, se puede notar que, de las especies registradas durante el muestreo, la que presenta mayor abundancia es *Aspidoscelis guttatus* con 50 %, y *Aspidoscelis deppii* con el 33 % además se registra a *Ctenosaura acanthura* con una abundancia únicamente de 17 %

Con respecto a la información obtenida en la tabla y gráfica anterior, se procedió a realizar el cálculo de los índices de diversidad para este grupo faunístico, los cuales se presentan a continuación.

Tabla 211. Datos para el cálculo de índice de diversidad de Herpetofauna para el uso de suelo de PC.

| N° | ESPECIE | DENSIDAD (km ²) | PI | LN DE PI | -PI*LN(PI) |
|-----------------------------------|------------------------------|-----------------------------|-------|----------|------------|
| 1 | <i>Aspidoscelis deppii</i> | 500.000 | 0.333 | -1.099 | 0.366 |
| 2 | <i>Aspidoscelis guttatus</i> | 750.000 | 0.500 | -0.693 | 0.347 |
| 3 | <i>Ctenosaura acanthura</i> | 250.000 | 0.167 | -1.792 | 0.299 |
| Índice de shannon - Wiener | | 1500.000 | | | 1.0 |

Con la obtención de este índice se procedió a calcular la equitatividad de especies, obteniendo así los siguientes resultados.

Tabla 212. Índices de diversidad de Herpetofauna en PC.

| | |
|------------------------------|-----|
| Riqueza específica (S) | 3 |
| Índice de Shannon-Wiener (H) | 1.0 |
| Diversidad máxima (H max) | 1.1 |
| Equidad de Pielou (J) | 0.9 |
| Diferencia diversidad | 1.1 |

Este grupo presenta una riqueza específica de 3 especies, con un índice de Shannon de 1, este valor indica que la comunidad no es diversa y en relación con el valor de equitatividad de especies, la distribución de individuos tiende a ser equitativa.

*** Fauna registrada en la vegetación de Tular (VT)**

Durante el muestreo de fauna silvestre, realizado en la vegetación de VT dentro del área del proyecto, se registró un total de 28 individuos divididos en 11 especies, de las cuales; ninguna se encuentra registrada en la **NOM-059-SEMARNAT-2010** bajo alguna categoría de riesgo. El grupo mejor representado es el de ornitofauna con 6 especies, seguido por los grupos de herpetofauna con 3 especies y mastofauna con 2.

A continuación, se presentan los resultados de los índices de diversidad para cada uno de los grupos faunísticos.

c) Grupo de ORNITOFAUNA

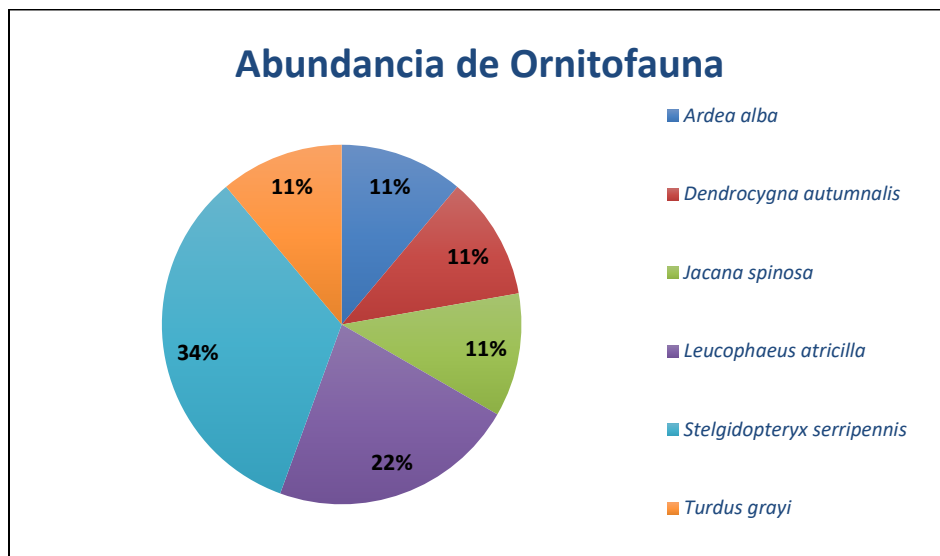
Índice de diversidad

Para el grupo de ornitofauna se obtuvo una riqueza de 6 especies con un registro de 9 individuos, a continuación, se presentan los valores obtenidos de densidad y abundancia, para posteriormente usarlos en el cálculo de diversidad de cada grupo faunístico.

Tabla 213. Registros de Ornitofauna para la VT

| N° | NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN | IND. AVISTADOS MUESTREO | DENSIDAD (km ²) | *2WL | ABUNDANCIA |
|--------------|-----------------------------------|---------------------------|-------------------------|-----------------------------|-------|------------|
| 1 | <i>Ardea alba</i> | Garza blanca | 1 | 250 | 0.004 | 11.1 |
| 2 | <i>Dendrocygna autumnalis</i> | Pijije Alas Blancas | 1 | 250 | 0.004 | 11.1 |
| 3 | <i>Jacana spinosa</i> | Jacana norteña | 1 | 250 | 0.004 | 11.1 |
| 4 | <i>Leucophaeus atricilla</i> | Gaviota reidora | 2 | 500 | 0.004 | 22.2 |
| 5 | <i>Stelgidopteryx serripennis</i> | Golondrina Alas Aserradas | 3 | 750 | 0.004 | 33.3 |
| 6 | <i>Turdus grayi</i> | Mirlo Café | 1 | 250 | 0.004 | 11.1 |
| TOTAL | | | 9 | 2250 | | 100 |

Para una representación más clara de la abundancia de dichas especies, a continuación, se muestra una gráfica de los individuos observados durante los transectos realizados.



Gráfica 57. Abundancia registrada de Ornitofauna para VT.

En la gráfica anterior, se puede notar que, de las especies registradas durante el muestreo, la que presenta mayor abundancia es *Stelgidopteryx serripennis* con 33.3 %, y *Leucophaeus atricilla* con el 22.2 %. el resto de las especies cuenta con una abundancia menor al 15 %

Para la determinación del índice de diversidad para este grupo faunístico se tomó en cuenta la densidad por km², obteniendo así los siguientes resultados.

Tabla 214. Datos para el cálculo de índice de diversidad de ornitofauna para VT.

| N° | ESPECIE | DENSIDAD (km ²) | PI | LN DE PI | -PI*LN(PI) |
|----------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|-------|----------|------------|
| 1 | <i>Ardea alba</i> | 250 | 0.111 | -2.197 | 0.2 |
| 2 | <i>Dendrocygna autumnalis</i> | 250 | 0.111 | -2.197 | 0.2 |
| 3 | <i>Jacana spinosa</i> | 250 | 0.111 | -2.197 | 0.2 |
| 4 | <i>Leucophaeus atricilla</i> | 500 | 0.222 | -1.504 | 0.3 |
| 5 | <i>Stelgidopteryx serripennis</i> | 750 | 0.333 | -1.099 | 0.4 |
| 6 | <i>Turdus grayi</i> | 250 | 0.111 | -2.197 | 0.2 |
| Índice de shannon - Wiener | | 2250 | | | 1.7 |

De acuerdo con este índice se procedió a calcular la equidad de especies, obteniendo así los siguientes resultados.

Tabla 215. Índices de diversidad de Ornitofauna en la vegetación de VT.

| | |
|------------------------------|------|
| Riqueza específica (S) | 6 |
| Índice de Shannon-Wiener (H) | 1.7 |
| Diversidad máxima (H max) | 1.8 |
| Equidad de Pielou (J) | 0.94 |
| Diferencia diversidad | 1.1 |

Con base en los resultados de diversidad presentados en la tabla anterior, este tipo de vegetación presenta una riqueza específica de 6 especies, de acuerdo con el índice de equidad (J), la distribución de los individuos es uniforme, indicando sólo a como especies dominantes a *Stelgidopteryx serripennis*, aunado a esto, el índice de Shannon da como resultado un valor de 1.7 indicando que la comunidad es poco diversa.

d) Grupo de MASTOFAUNA

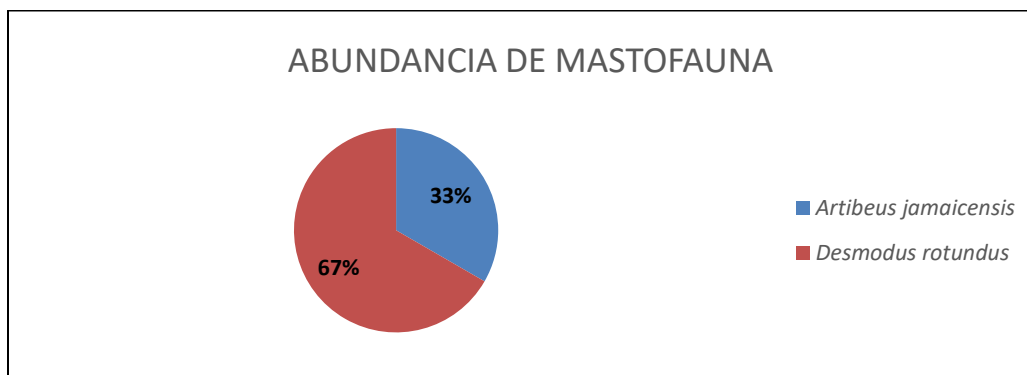
Índice de diversidad

Para el grupo de mastofauna se obtuvo una riqueza de 2 especies con 15 individuos registrados, se presenta el valor de la densidad y la abundancia de las especies

Tabla 216. Registros de mastofauna para la VT en el área del proyecto.

| N° | NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN | IND. AVISTADOS MUESTREO | DENSIDAD (km ²) | *2WL | ABUNDANCIA |
|-------|-----------------------------|--------------------|-------------------------|-----------------------------|-------|------------|
| 1 | <i>Artibeus jamaicensis</i> | Murciélago frutero | 5 | 1250 | 0.004 | 33.3 |
| 2 | <i>Desmodus rotundus</i> | Murciélago vampiro | 10 | 2500 | 0.004 | 66.7 |
| Total | | | 15 | 3750 | | 100 |

A continuación, se presenta una gráfica con la abundancia relativa de las especies muestreadas durante el recorrido realizado en el área del proyecto, dentro de la vegetación VT para una mejor interpretación de los resultados obtenidos.



Gráfica 58. Abundancia de Mastofauna registrada para VT.

De acuerdo con la gráfica anterior, la abundancia de las especies está distribuida de la siguiente manera: *Artibeus jamaicensis* con el 66.7 % y *Desmodus rotundus* con el 33.3 %.

Con base a los datos presentados anteriormente se obtuvieron los siguientes resultados de diversidad para este grupo faunístico.

Tabla 217. Cálculo de índice de diversidad de mastofauna para VT.

| N° | ESPECIE | DENSIDAD (km ²) | PI | LN DE PI | -PI*LN(PI) |
|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------|----------|------------|
| 1 | <i>Artibeus jamaicensis</i> | 1250 | 0.333 | -1.099 | 0.4 |
| 2 | <i>Desmodus rotundus</i> | 2500 | 0.667 | -0.405 | 0.3 |
| Índice de shannon - Wiener | | 3750 | | | 0.6 |

De acuerdo con este índice se procedió a calcular la equidad de especies, obteniendo así los siguientes resultados

Tabla 218. Índices de diversidad de mastofauna en la VT.

| | |
|------------------------------|-----|
| Riqueza específica (S) | 2 |
| Índice de Shannon-Wiener (H) | 0.6 |
| Diversidad máxima (H max) | 0.7 |
| Equidad de Pielou (J) | 0.9 |
| Diferencia diversidad | 1.1 |

Con base en los resultados de diversidad presentados en la tabla anterior, este tipo de vegetación presenta una riqueza específica de 2 especies, de acuerdo con el índice de equidad (J), la distribución de los individuos tiende a ser equitativa, aunado a esto, el índice de Shannon da como resultado un valor de 0.6 lo que quiere decir que la comunidad no es diversa.

e) Grupo de HERPETOFAUNA

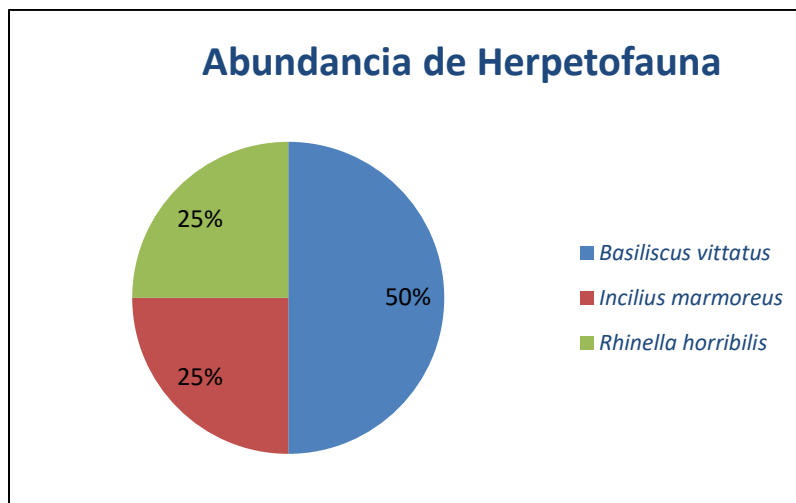
Índice de diversidad

Para el grupo de herpetofauna se obtuvo una riqueza de 3 especies de las cuales ninguna se encuentra listada en **NOM-059-SEMARNAT-2010** bajo alguna categoría de riesgo. A continuación, se presenta el valor de la densidad y la abundancia de las especies.

Tabla 219. Registros de Herpetofauna para la vegetación de VT.

| N° | NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN | IND. AVISTADOS MUESTREO | DENSIDAD (km ²) | *2WL | ABUNDANCIA |
|--------------|----------------------------|----------------|-------------------------|-----------------------------|-------|------------|
| 1 | <i>Basiliscus vittatus</i> | Toloque rayado | 2 | 500 | 0.004 | 50 |
| 2 | <i>Incilius marmoratus</i> | Sapo jaspeado | 1 | 250 | 0.004 | 25 |
| 3 | <i>Rhinella horribilis</i> | Sapo gigante | 1 | 250 | 0.004 | 25 |
| Total | | | 4 | 1000 | | 100 |

Con base a la información recabada, a continuación, se presenta una gráfica de la abundancia de las especies muestreadas durante los transectos realizados en el área del proyecto que corresponde a la vegetación VT.



Gráfica 59. Abundancia de Herpetofauna registrada para VT.

En la gráfica anterior, se puede notar que, de las especies registradas durante el muestreo, la que presenta mayor abundancia es *Basiliscus vittatus* con 50 %, las especies *Incilius marmoreus* y *Rhinella horribilis* con el 25 % conforman en gran parte la diversidad herpetofaunística de la vegetación de tular.

Con respecto a la información obtenida en la tabla y gráfica anterior, se procedió a realizar el cálculo de los índices de diversidad para este grupo faunístico, los cuales se presentan a continuación.

Tabla 220. Datos para el cálculo de índice de diversidad de Herpetofauna para la VT.

| Nº | ESPECIE | DENSIDAD (km ²) | PI | LN DE PI | -PI*LN(PI) |
|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|-------|----------|------------|
| 1 | <i>Basiliscus vittatus</i> | 500.000 | 0.500 | -0.693 | 0.347 |
| 2 | <i>Incilius marmoreus</i> | 250.000 | 0.250 | -1.386 | 0.347 |
| 3 | <i>Rhinella horribilis</i> | 250.000 | 0.250 | -1.386 | 0.347 |
| Índice de shannon - Wiener | | 1000.000 | | | 1.0 |

Con la obtención de este índice se procedió a calcular la equitatividad de especies, obteniendo así los siguientes resultados.

Tabla 221. Índices de diversidad de Herpetofauna en VT.

| | |
|------------------------------|-----|
| Riqueza específica (S) | 3 |
| Índice de Shannon-Wiener (H) | 1.0 |
| Diversidad máxima (H max) | 1.1 |
| Equidad de Pielou (J) | 0.9 |
| Diferencia diversidad | 1.1 |

Este grupo presenta una riqueza específica de 3 especies, con un índice de Shannon de 1, este valor indica que la comunidad no es diversa y en relación con el valor de equitatividad de especies, la distribución de individuos tiende a ser equitativa teniendo especies dominantes como *Incilius marmoreus*.

IV.2.3.2.4.4. Análisis comparativo de la fauna registrada en el área del proyecto respecto al sistema ambiental regional, determinando la representatividad de las especies que demuestren, en su caso que no se afecta la biodiversidad

Al llevar a cabo el análisis de fauna silvestre, se procedió a realizar la comparación de las especies presentes en el área del SAR con el AP para el tipo de vegetación analizado, arrojando los siguientes resultados;

Tabla 222. Comparativa de especies de fauna dentro del Sistema ambiental regional y Área del proyecto.

| AVES-ORNITOFAUNA | | | | |
|-------------------|-----------------------------------|------------------------------|-----|----|
| FAMILIA | NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN | SAR | AP |
| Trochilidae | <i>Amazilia yucatanensis</i> | Colibrí Vientre Canelo | P | P |
| Ardeidae | <i>Ardea alba</i> | Garza blanca | P | P |
| Troglodytidae | <i>Campylorhynchus rufinucha</i> | Matraca Nuca Canela | P | NP |
| Cardinalidae | <i>Cardinalis cardinalis</i> | Cardenal rojo | P | P |
| Cathartidae | <i>Cathartes aura</i> | Buitre americano cabecirrojo | P | NP |
| Columbidae | <i>Columbina inca</i> | Tortolita Cola Larga | P | P |
| Tyrannidae | <i>Contopus virens</i> | Papamoscas del Este | P | P |
| Cathartidae | <i>Coragyps atratus</i> | Zopilote negro | P | P |
| Cuculidae | <i>Crotophaga sulcirostris</i> | Garrapatero pijuy | P | P |
| Anatidae | <i>Dendrocygna autumnalis</i> | Pijije Alas Blancas | P | P |
| Icteridae | <i>Dives dives</i> | Tordo cantor | P | P |
| Picidae | <i>Dryocopus lineatus</i> | Carpintero de lineas | P | P |
| Ardeidae | <i>Egretta caerulea</i> | Garza azul | P | NP |
| Tyrannidae | <i>Empidonax minimus</i> | Papamoscas Chico | P | NP |
| Threskiornithidae | <i>Eudocimus albus</i> | Ibis blanco | P | NP |
| Strigidae | <i>Glaucidium brasilianum</i> | Tecolote bajeño | P | NP |
| Hirundinidae | <i>Hirundo rustica</i> | Golondrina tijereta | P | P |
| Icteridae | <i>Icterus galbula</i> | Calandria de Baltimore | P | P |
| Icteridae | <i>Icterus gularis</i> | Calandria Dorso Negro Mayor | P | P |
| Icteridae | <i>Icterus mesomelas</i> | Calandria Cola Amarilla | P | P |
| Jacaniidae | <i>Jacana spinosa</i> | Jacana norteña | P | P |
| Laridae | <i>Leucophaeus atricilla</i> | Gaviota reidora | P | P |
| Picidae | <i>Melanerpes aurifrons</i> | Carpintero cheje | P | P |
| Tyrannidae | <i>Myiarchus tyrannulus</i> | Papamoscas Gritón | P | NP |
| Tyrannidae | <i>Myiozetetes similis</i> | Luisito Común | P | P |
| Caprimulgidae | <i>Nyctidromus albicollis</i> | Chotacabras pauraque | P | NP |
| Tityridae | <i>Pachyramphus aglaiae</i> | Cabezón Degollado | P | P |
| Pandionidae | <i>Pandion haliaetus</i> | Águila pescadora | P | NP |
| Columbidae | <i>Patagioenas flavirostris</i> | Paloma morada | P | NP |
| Cuculidae | <i>Piaya cayana</i> | Cuclillo Canelo | P | P |
| Tyrannidae | <i>Pitangus sulphuratus</i> | Bienteveo común | P | P |
| Accipitridae | <i>Rupornis magnirostris</i> | Aguilla caminera | P | NP |
| Thraupidae | <i>Saltator coerulescens</i> | Saltador Gris | P | NP |
| Parulidae | <i>Setophaga petechia</i> | Chipe amarillo | P | P |
| Thraupidae | <i>Sporophila torqueola</i> | Semillero de collar | P | NP |
| Hirundinidae | <i>Stelgidopteryx serripennis</i> | Golondrina Alas Aserradas | P | P |
| Columbidae | <i>Streptopelia decaocto</i> | Paloma turca de collar | P | P |
| Thamnophilidae | <i>Thamnophilus doliatus</i> | Batará barrado | P | NP |
| Thraupidae | <i>Thraupis episcopus</i> | Tangara azulgris | P | NP |
| Turdidae | <i>Turdus grayi</i> | Mirlo Café | P | P |
| Tyrannidae | <i>Tyrannus melancholicus</i> | Tirano Pirirí | P | P |
| Tyrannidae | <i>Tyrannus vociferans</i> | Tirano Chibíu | P | P |
| Columbidae | <i>Zenaida asiatica</i> | Paloma Alas Blancas | P | P |

MAMIFEROS-MASTOFAUNA

| FAMILIA | NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN | SAR | AP |
|-----------------------|---------------------------------|---------------------------------------|-----|----|
| Phyllostomidae | <i>Artibeus jamaicensis</i> | Murciélago frutero | P | P |
| Phyllostomidae | <i>Desmodus rotundus</i> | Murciélago vampiro | P | P |
| Didelphidae | <i>Didelphis marsupialis</i> | Tlacuache sureño | P | NP |
| Didelphidae | <i>Didelphis virginiana</i> | Tlacuache | P | P |
| Sciuridae | <i>Sciurus aureogaster</i> | Ardilla vientre rojo | P | P |
| Canidae | <i>Urocyon cinereoargenteus</i> | Zorra gris | P | NP |
| REPTILES-HERPETOFAUNA | | | | |
| FAMILIA | NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN | SAR | AP |
| Teiidae | <i>Aspiloscelis deppii</i> | Huico siete líneas | P | P |
| Teiidae | <i>Aspiloscelis guttatus</i> | Ticuiche mexicano | P | P |
| Corytophanidae | <i>Basiliscus vittatus</i> | Toloque rayado | P | P |
| Viperidae | <i>Crotalus simus</i> | Cascabel centroamericana | P | P |
| Iguanidae | <i>Ctenosaura acanthura</i> | Iguana de cola espinosa del noreste | P | P |
| Iguanidae | <i>Ctenosaura pectinata</i> | Iguana mexicana de cola espinosa | P | NP |
| Colubridae | <i>Ficimia olivacea</i> | Culebra naricilla huasteca | P | NP |
| Kinosternidae | <i>Kinosternon leucostomum</i> | Tortuga pecho quebrado labios blancos | P | NP |
| Phrynosomatidae | <i>Sceloporus variabilis</i> | Lagartija espinosa vientre rosado | P | NP |
| Emydidae | <i>Trachemys venusta</i> | Tortuga de Guadalupe | P | NP |
| Bufonidae | <i>Incilius marmoratus</i> | Sapo jaspeado | P | P |
| Ranidae | <i>Lithobates berlandieri</i> | Rana leopardo | P | NP |
| Bufonidae | <i>Rhinella horribilis</i> | Sapo gigante | P | P |

P: Presente, NP: No Presente

Cabe señalar que de las especies registradas dentro del área del proyecto, se identificó **1 especie** en con la categoría de riesgo de acuerdo a la lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana **NOM-059 SEMARNAT-2010**, de tal manera que para el presente proyecto se contempla llevar a cabo el ahuyentamiento de todas las especies de fauna.

En la tabla siguiente se muestran los resultados de diversidad que se obtuvieron para los tres grupos faunísticos, tanto para el SAR como para el área de AP, lo que facilita poder realizar la comparación entre ambas zonas y determinar cuál de ellas cuenta con la mayor riqueza específica y diversidad.

Tabla 223. Comparativa de los Índices de diversidad de fauna registrados en la SBC.

| GRUPO FAUNÍSTICO | RIQUEZA ESPECÍFICA | | ÍNDICE DE SHANNON | | EQUIDAD DE PIELOU | |
|------------------|--------------------|-----|-------------------|-----|-------------------|------|
| | AP | SAR | AP | SAR | AP | SAR |
| ORNITOFAUNA | 24 | 30 | 2.9 | 3.1 | 0.9 | 0.92 |
| MASTOFAUNA | 4 | 5 | 1.2 | 1.2 | 0.9 | 0.7 |
| HERPETOFAUNA | 5 | 10 | 1.3 | 2.1 | 0.8 | 0.9 |

En relación con la riqueza específica se tiene mayor número de especies en el SAR con respecto al área del proyecto, siendo más representativo el grupo de ornitofauna; el índice de Shannon denota mayor diversidad en el SAR para los tres grupos faunísticos. En cuanto al índice de Pielou en las dos unidades de estudio se tiene un valor mayor de 0.9, lo cual nos indica que la distribución de los individuos en cada una de las especies es homogénea a excepción del grupo de mastofauna que arroja un valor de 0.7 en el SAR indicando que hay alguna especie dominante.

Tabla 224. Comparativa de los Índices de diversidad de fauna registrados en el uso de suelo de PC.

| GRUPO FAUNÍSTICO | RIQUEZA ESPECÍFICA | | ÍNDICE DE SHANNON | | EQUIDAD DE PIELOU | |
|------------------|--------------------|-----|-------------------|-----|-------------------|------|
| | AP | SAR | AP | SAR | AP | SAR |
| ORNITOFAUNA | 13 | 21 | 2.3 | 2.9 | 0.89 | 0.94 |
| MASTOFAUNA | 3 | 5 | 0.9 | 1.2 | 0.9 | 0.8 |
| HERPETOFAUNA | 3 | 4 | 1.0 | 1.1 | 0.9 | 0.8 |

En relación con la riqueza específica se tiene mayor número de especies en el SAR con respecto al área del proyecto, siendo el grupo de ornitofauna el grupo mayormente representativo. El índice de Shannon denota una diversidad baja para el grupo de Mastofauna en el AP. En cuanto al índice de Pielou en las dos unidades de estudio se tiene un valor mayor de 0.8, lo cual nos indica que la distribución de los individuos en cada una de las especies es homogénea.

Tabla 225. Comparativa de los Índices de diversidad de fauna registrados en la vegetación de VT.

| GRUPO FAUNÍSTICO | RIQUEZA ESPECÍFICA | | ÍNDICE DE SHANNON | | EQUIDAD DE PIELOU | |
|------------------|--------------------|-----|-------------------|-----|-------------------|------|
| | AP | SAR | AP | SAR | AP | SAR |
| ORNITOFAUNA | 6 | 11 | 1.7 | 2.2 | 0.94 | 0.91 |
| MASTOFAUNA | 2 | 2 | 0.6 | 0.7 | 0.9 | 1 |
| HERPETOFAUNA | 3 | 4 | 1.0 | 1.3 | 0.9 | 1 |

En relación con la riqueza específica se tiene mayor número de especies en el SAR con respecto al área del proyecto, siendo el grupo de ornitofauna el grupo mayormente representativo. El índice de Shannon denota una diversidad baja para el área del proyecto principalmente para el grupo de mastofauna. En cuanto al índice de Pielou en las dos unidades de estudio se tiene un valor mayor de 0.9, y para los grupos de mastofauna y herpetofauna del SAR el valor es de 1 lo cual nos indica que la distribución de los individuos en cada una de las especies es homogénea.

La utilización de estos índices aporta una visión parcial, pues no dan información acerca de la distribución espacial de las especies, aunque sí intentan incluir la riqueza y la equitatividad. Con ello se demuestra que la composición de la fauna que se encontró en comparación con las áreas muestreadas en los mismos ecosistemas fuera del área del proyecto y dentro del sistema ambiental fue superada, por lo tanto, las condiciones de la fauna no se verán disminuidas o afectada.

También, es importante señalar que en el área del proyecto no se encuentran especies únicas y en general son áreas con presencia de actividades antropogénicas, como la ganadería extensiva y por las actividades de comunicación y transporte, por lo que las especies de fauna han disminuido gradualmente en la zona, y en consecuencia con la ejecución del proyecto no se pone en riesgo la permanencia de las especies de fauna en la región.

De acuerdo al listado de fauna en el área del proyecto, sólo se tiene una especie incluida en los listados de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Con apoyo del análisis comparativo de los tres grupos faunísticos presentes en el sistema ambiental regional y área del proyecto, se asevera que *los valores más altos de diversidad están representados por los grupos faunísticos del sistema ambiental regional, por lo tanto la realización del proyecto no compromete la diversidad ya que el área a afectar cuenta con la menor diversidad y a su vez todas las especies presentes en el área del proyecto se encuentran distribuidas en el sistema ambiental regional*, además de que se aplicaran las medidas de prevención necesarias para todas aquellas especies registradas en el área del proyecto y del sistema ambiental regional así como cualquier especie con distribución potencial en el área del proyecto.

IV.2.4. MEDIO SOCIOECONÓMICO

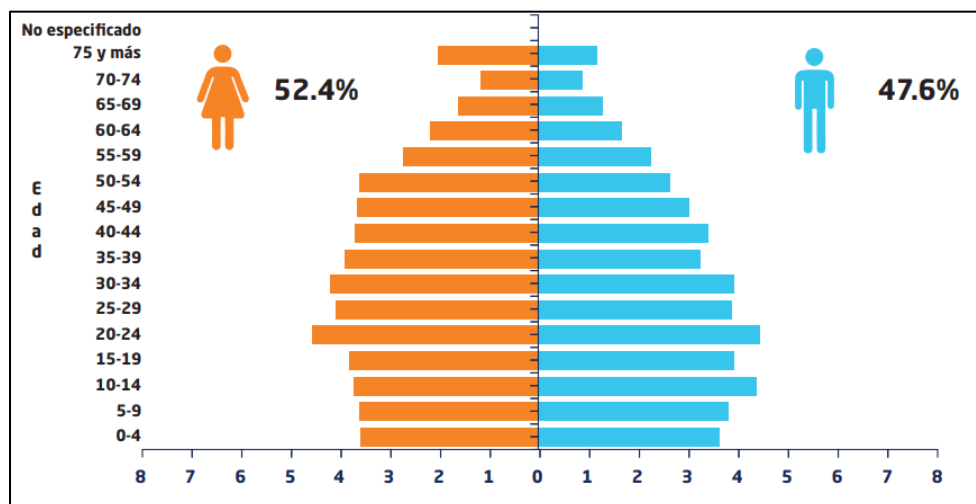
El presente proyecto se encuentra localizado en el municipio de Veracruz, ubicado en la Entidad Federativa de Veracruz de Ignacio de la Llave, por lo que, en este apartado se ofrece información referente a las características sociales y económicas de este municipio.

Se describen los principales parámetros socioeconómicos que definen el área de estudio del proyecto y que incluyen las siguientes comunidades.

IV.2.4.1. Población

El Municipio de Veracruz tendría, según la Comisión Nacional de Población en el año 2017, una población total de 593,508 habitantes, del cual 281,673 son hombres y 311,835 son mujeres. En la gráfica 60 se muestra la distribución de la población de acuerdo con el INEGI, 2015.

La tasa de crecimiento de acuerdo con el INEGI, 2015, es de 2.1 % de acuerdo con los datos del SEFIPLAN con datos del INEGI, (2010). Así mismo, en 2015 la densidad de población del Municipio es de 22,227.3hab/km² (INEGI, 2010).⁵²



Gráfica 60. Distribución de la población del municipio de Veracruz (INEGI, 2015).

⁵² INEGI. 2015. SEFIPLAN del Censo de Población y vivienda.

Es importante mencionar en el municipio de Veracruz no se presentan comunidades indígenas.

IV.2.4.2. Educación

En materia educativa, el municipio de Veracruz tiene un rezago de 28.3 %, es decir, de 132,976 personas, de las cuales, 9.1 % no cuenta con educación primaria y 16.6 % no tiene educación secundaria. El 96.96 % de la población sabe leer y escribir, mientras que el porcentaje de personas analfabetas es de 2.6 %. El porcentaje de población que no cuenta con escolaridad es de 3.58 %, y el correspondiente a educación básica es de 44.93 %. De la totalidad de este último porcentaje, 46.15 % cuenta con educación primaria y 53.41 % tiene educación secundaria. El grado promedio de escolaridad es de 10.16 %. En el ciclo escolar 2015-2016, el número total de escuelas en el municipio fue de 879; de las cuales 16 son de educación inicial; 27 de educación especial; 240 de preescolar; 295 de primaria; 127 de secundaria; 3 de profesional técnico; 84 de bachillerato; 1 Escuela Normal; 28 de licenciatura universitaria y técnica; 16 de educación para adultos; y 40 escuelas de formación para el trabajo.

IV.2.4.3. Salud

En el Municipio de Veracruz 498,969 habitantes son derechohabientes a servicios de salud afiliados a alguna de las instituciones prestadoras de estos servicios y el resto de habitantes no son derechohabientes, con esta información se observa que el 84.07 % de la población total tiene acceso a algún tipo de servicio de salud. De la población afiliada se tiene que el 33.14 % están inscritos en el denominado Seguro Popular (Conapo, 2013).

IV.2.4.4. Servicios públicos y su infraestructura

En cuanto a la accesibilidad de los servicios básicos como la energía eléctrica, el agua potable y el drenaje, la mayoría de la población del Municipio de Veracruz tiene acceso a dichos servicios, sin embargo, aún es muy grande el número de viviendas que no cuentan con todos los servicios, pues se trata de localidades pequeñas o viviendas muy alejadas de algún centro de población, como para estar conectados a una red principal de servicio, por tal motivo también existen otras formas de abastecerse u obtener los servicios como pozos o norias, fosas sépticas y en el peor de los casos descargas a cielo abierto, entre otras.

De acuerdo con el índice de marginación de la CONAPO del 2010, el 0.3 % de viviendas no cuentan con drenaje ni servicio sanitario exclusivo, el 0.4 % de las viviendas no cuentan con energía eléctrica, el 2.9 % de viviendas no tiene agua entubada.

IV.2.4.5. Economía

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda del INEGI (2010), ⁵³la población económicamente activa (PEA) es de 227,432 habitantes, de los cuales el 2.3 pertenecen al sector primario, el 19.4 % al sector secundario, el 76.0 % al terciario, mientras que el 2.3 % no tiene especificado a que sector pertenece.

Con base en los resultados oportunos de los Censos Económicos 2014, en el Municipio de Veracruz existen 21,484 Unidades Económicas, que representan un incremento de 4.26 % respecto de los Censos Económicos 2009. En relación con la participación por sector económico, en el municipio la mayor participación se encuentra dentro del sector servicios, que es el más relevante, con un 48 %, mientras que el sector comercio tiene una participación de 46 %. El sector industrial representa apenas un 6 %.

Dentro del subsector Servicios, el apartado de alojamiento temporal y de preparación de alimentos es el de más relevancia, con una participación del 34 %. Esta situación se puede explicar por la vocación turística del municipio. En lo que respecta al sector Comercio, el comercio al por menor representa el 82 %, mientras que el comercio al por mayor apenas representa 8 %. El subsector más relevante es el de Comercio al por menor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco, con un 45 % de participación, lo cual se explica por la cantidad de gente que habita el municipio. El segundo subsector en importancia en relación con las Unidades Económicas es el de Comercio al por menor de artículos de papelería, para el esparcimiento y otros artículos de uso personal, con un 14 % de participación en el sector, y que puede explicarse por las necesidades de la población del municipio. Dentro del sector Industria, el subsector de mayor relevancia por el número de Unidades Económicas existentes es el de Industria Alimentaria, con un 29 %. El segundo subsector es el de Fabricación de Productos Metálicos, con un 21 %. Este subsector se ve encabezado por la empresa TenarisTamsa, que es la mayor empresa del municipio, y que genera en su entorno una cadena productiva de productores. En este aspecto se puede ver el impacto del sector industrial, especialmente de las grandes empresas, como TenarisTamsa, ya éstas generaron 56 % de los empleos en este sector, empleando en promedio a 940 personas por Unidad Económica.

En materia económica, otro de los detonantes del municipio a considerar es que en los últimos años la actividad agrícola se ha venido realizando en 1,600 hectáreas y refleja la participación de un poco más de 500 productores que cultivan en promedio: maíz, 550 ha; caña de azúcar, 320 ha; frijol, 72 ha, y otras pequeñas superficies de sandía, pepino y hortalizas.

Por su parte, en el Municipio de Veracruz la ganadería bovina es la más importante, sin embargo, también se explotan otros tipos de ganado, como el porcino y el ovino, y la avicultura y apicultura.

Así mismo, el puerto de Veracruz constituye un factor importante para la economía de la región, ya

⁵³ INEGI (2010). Censo de población y vivienda: municipio de Veracruz.

que este ofrece servicios tales como maniobras portuarias, suministro de combustible, avituallamiento, remolque, lanchaje, amarre y desamarre de cabos, reparaciones a flote, suministro de agua potable y servicio de comunicación. A nivel nacional, el Puerto de Veracruz es el principal abastecedor de servicios y bienes intermedios y de consumo, de la zona centro del país. Los contenedores son el principal segmento de negocio del puerto. Al 2015, el movimiento de carga fue de 576,845 cajas transportadoras, equivalentes a 9.13 millones de toneladas. Entre las principales mercancías transportadas destacan los productos de consumo básico y de la industria automotriz (APIVER, 2013).⁵⁴

Aunado a que en la actualidad el Puerto de Veracruz es el puerto marítimo más cercano en distancia de la Ciudad de México, y, por ende, lo constituyen en un puerto comercial estratégico de México en su relación con los mercados de Europa, Estados Unidos, Centro y Sudamérica, y el Caribe.

Asimismo, las conexiones ferroviarias, a través de dos empresas privadas que conectan con el puerto, y las carreteras entre Veracruz y su hinterland o zona de influencia, son estratégicas y de gran valor agregado para el Puerto de Veracruz, otorgándole mayores y mejores ventajas competitivas con respecto a otros puertos del país, particularmente, los del Golfo de México.

IV.2.4.6. Cultura

Otro de los factores que se deben considerar en el desarrollo social de la ciudad son los aspectos culturales, a través de sus distintas manifestaciones. Tan sólo con base en los reportes 2014-2017, en el municipio de Veracruz se realizaron más de 1,120 eventos culturales, además de que cuenta con el Taller de Teatro Municipal "Loló Navarro", la escuela Municipal de Declamación, el Instituto Municipal de Bellas Artes —al que pertenece la Orquesta Sinfónica "Daniel Ayala", la Escuela Municipal de Artes Plásticas y la danzonera Alma de Veracruz.

De la misma manera, el municipio cuenta con diversos espacios públicos para ofertar la cultura, como son: la Casa Museo Salvador Díaz Mirón, el Museo de la Ciudad y el Recinto de la Reforma, por lo que se desprende que se debe preservar el patrimonio cultural del municipio y llevar a cabo acciones de promoción de la cultura en sus diversas manifestaciones.

De acuerdo con la información socioeconómica presentada en este apartado, el proyecto Construcción de Conexión Ferroviaria para unir Líneas S y V en el Municipio de Veracruz, Ver., constituye una fuente de empleo para los habitantes de la región ya que, como se menciona en el apartado IV.2.3.5. Economía, las vías ferroviarias constituyen un factor importante en el crecimiento y desarrollo del municipio de Veracruz, ya que, por la cercanía a la capital de los Estados Unidos Mexicanos (Ciudad de México), se le otorgan mayores y mejores ventajas competitivas con respecto a otras regiones del país, principalmente las que se encuentran dentro del Golfo de México. De esta

⁵⁴ APIVER (Administración Portuaria Integral de Veracruz), Diagnóstico general sobre la plataforma logística de transporte de carga en México, apiver, s.l., 2003.

manera, con la implementación del proyecto, se mejorará la calidad de vida de los habitantes del municipio de Veracruz.

IV.2.5. PAISAJE

El paisaje es generalmente un conjunto de ecosistemas relativamente homogéneos tales como campos, prados, bosques, pueblos y ciudades, etc., compuestos por una matriz englobante, manchas y corredores (Gordon y Forman, 1983). La dimensión de un paisaje es variable, puede limitarse a pocos kilómetros o considerar una gran extensión superficial.

Su característica más importante, es que se demuestra como un indicador de todos los acontecimientos o procesos que han ocurrido a lo largo de su historia, o están ocurriendo con respecto a procesos naturales y las actividades humanas; y es precisamente con respecto a las actividades humanas, que el paisaje es clara evidencia de la actitud hacia el medio ambiente y los recursos naturales a través del tiempo, involucrando principalmente las afectaciones por remoción de vegetación, aprovechamientos de los recursos naturales y el valor que la sociedad le da a su entorno.

Para el análisis del paisaje del Sistema Ambiental Regional (SAR) donde se establecerá el proyecto, se delimitaron 16 unidades paisajísticas, con base en las topoformas y uso de suelo y vegetación (tabla 226).

Respecto a la composición vegetal presente en las topoformas del Sistema Ambiental Regional, es posible apreciar que existe diversidad en cada una de estas, teniendo una mayor variación en "Llanura aluvial", donde se presentan todos los usos de suelo existentes en el sistema ambiental regional, incluyendo asentamientos humanos y cueros de agua, seguido por la Lomerío con llanuras donde se encuentra en asociación con 8 tipos de vegetación (3 usos de suelo y 2 tipos de vegetación), así mismo, podemos encontrar cuerpo de agua.

Esta gran variación, se debe principalmente a que existen transiciones de vegetación en pequeñas superficies; sin embargo, las condiciones paisajísticas no son muy variables dentro de cada unidad paisajística.

Tabla 226. Unidades Paisajísticas en el Sistema Ambiental Regional.

| No. | UNIDAD DE PAISAJE | ÁREA (ha) | ÁREA (%) |
|-----|--|-----------|----------|
| 1 | Llanura aluvial costera con agricultura de temporal anual | 575.009 | 3.02 |
| 2 | Llanura aluvial costera con agua | 200.454 | 1.05 |
| 3 | Llanura aluvial costera con manglar | 29.623 | 0.16 |
| 4 | Llanura aluvial costera con patizal cultivado | 1710.474 | 8.98 |
| 5 | Llanura aluvial costera con popal | 65.562 | 0.34 |
| 6 | Llanura aluvial costera con con urbano construido | 5979.194 | 31.41 |
| 7 | Llanura aluvial costera con vegetación de dunas costeras | 1910.641 | 10.03 |
| 8 | Llanura aluvial costera con vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia | 1089.682 | 5.72 |
| 9 | Llanura aluvial costera con vegetación secundaria arbustiva de selva baja subcaducifolia | 583.959 | 3.07 |

| No. | UNIDAD DE PAISAJE | ÁREA (ha) | ÁREA (%) |
|--------------|---|-------------------|------------|
| 10 | Llanura aluvial costera con vegetación secundaria arbustiva de vegetación de dunas costeras | 105.314 | 0.55 |
| 11 | Lomerío con llanuras con agricultura de temporal anual | 420.819 | 2.21 |
| 12 | Lomerío con llanuras con pastizal cultivado | 2203.984 | 11.58 |
| 13 | Lomerío con llanuras con popal | 61.356 | 0.32 |
| 14 | Lomerío con llanuras con urbano construido | 3454.795 | 18.14 |
| 15 | Llanura aluvial costera con vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia | 248.164 | 1.30 |
| 16 | Cuerpo de agua | 404.547 | 2.12 |
| total | | 19,043.577 | 100 |

De acuerdo con la tabla anterior, la unidad de paisaje dominante en el Sistema Ambiental Regional es la *Llanura aluvial costera con urbano construido* abarcando el 31.41 % de la superficie; posteriormente el *Lomerío con llanuras con urbano construido* con el 18.14 % y del *Lomerío con llanuras con pastizal cultivado* con el 11.57 % de la superficie total.

El análisis del paisaje del Sistema Ambiental Regional donde se construirá el presente proyecto se realizó considerando criterios geo-ecológicos y de relieve, con el objetivo principal de obtener la Calidad Visual Vulnerable (CVV) como un indicador en función de la Calidad Visual (CV), Capacidad de Absorción Visual (CAV) y de la Visibilidad (V), los cuales se describen y calculan a continuación.

IV.2.5.1. Calidad Visual del Paisaje (CV) en el Sistema Ambiental Regional.

La calidad visual del paisaje, referida como la valoración del atractivo visual del paisaje, está en función de propiedades tales como colores, contrastes o formas que dependen de la morfología del paisaje, el tipo de vegetación y la presencia de cuerpos de agua entre otros.

Para realizar la evaluación de la calidad visual del paisaje, primeramente, con la ayuda del personal que participó en la toma de datos en campo, se realizó una evaluación de cada una de las unidades paisajísticas aplicando la siguiente expresión, misma que se desarrolla en un sistema de información geográfica:

$$CV = \sum (T, C, FE, R, AH)$$

Donde:

- CV** = Calidad visual
- T** = Topoformas
- C** = Color
- FE** = Fondo Escénico
- R** = Rareza
- AH** = Actividades Humanas

Los criterios para valorar cada uno de los componentes de la calidad visual se establecen en la tabla 227. Una vez evaluados cada uno de los componentes estos se suman para generar los valores de la calidad visual de cada una de las unidades paisajísticas.

Tabla 227. Criterios Utilizados para la Evaluación de la Calidad Visual.

| PONDERACIÓN | 5 | 3 | 1 |
|---------------------|--|--|---|
| Topoformas | Relieve muy montañoso, marcado y prominente, o bien relieve de gran variedad superficial o muy erosionado o sistema de dunas; o presencia de algún rasgo muy singular y dominante. | Formas erosivas interesantes o relieve variado en tamaño y forma. Presencia de formas y detalles interesantes, pero no dominantes excepcionales. | Colinas suaves, fondos de valle planos, pocos o ningún detalle singular |
| Color | Combinaciones de color intensa y variada, o contrastes agradables entre suelo y vegetación. | Alguna variedad e intensidad en los colores y contraste del suelo, roca y vegetación, pero no actúa como elemento dominante. | Muy poca variación de color o contrastes, colores apagados. |
| Fondo Escénico | El paisaje circundante potencia mucho la calidad visual. | El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad visual del conjunto. | El paisaje adyacente no ejerce influencia en la calidad del conjunto. |
| Rareza | Único o poco común, o muy raro en la región, posibilidad real de contemplar fauna y vegetación de manera excepcional. | Característico, aunque similar a otros en la región. | Bastante común en la región. |
| Actividades Humanas | Libre de actividades estéticamente indeseadas con modificaciones que inciden favorablemente en la calidad visual. | La calidad escénica está afectada por modificaciones poco armoniosas, aunque no en una totalidad, o las actuaciones no añaden calidad visual. | Modificaciones intensas y extensas, que reducen o anulan la calidad escénica. |

Los valores obtenidos se clasifican en tres clases; alta, media y baja de acuerdo con los siguientes criterios.

Tabla 228. Clasificación de Calidad Visual del Paisaje.

| SENSIBILIDAD | CRITERIO | VALOR NUMÉRICO |
|--------------|--|----------------|
| Alta | Mantienen sus caracteres originales y prevalece una estabilidad equilibrio entre los subsistemas abiótico, biótico y antrópico, tienen alta capacidad de resiliencia y muy bajo nivel de deterioro. Existen procesos edafogénicos y recolonización vegetal que garantizan el mantenimiento de la riqueza y el equilibrio de sus paisajes. Con aprovechamientos del potencial natural, sin afectar la regeneración natural. | 19 - 33 |
| Media | Presenta una situación de estabilidad favorable, aunque puede ser frágil debido a acciones antrópicas sobre los componentes bióticos que han simplificado el sistema, incrementando su sensibilidad a impactos externos. No obstante, la baja incidencia e intensidad no compromete el equilibrio alcanzado, de tal forma que los escasos desajustes espaciales y temporales del potencial ecológico pueden ser restaurados. | 12 – 18 |
| Baja | Presenta diversas situaciones de deterioro en distinto grado y manifiesta una sensible inestabilidad, la posibilidad de recuperación de un paisaje degradado depende de su nivel de deterioro. | 0 - 11 |

Las clases de calidad visual determinadas dentro del Sistema Ambiental Regional se muestran en la tabla 229, y como se puede observar domina la clase de calidad visual *Media* ya que ocupa el 55.13 % de la superficie del Sistema Ambiental Regional, en esta clase el sistema de topografía superior es "Sierra alta compleja" en la cual se encuentra agricultura de riego permanente y pastizal cultivado, como consecuencia del crecimiento poblacional de la Ciudad de Veracruz y de los poblados aledaños.

El presentar un valor homogéneo en la mayor parte del sistema ambiental regional, refleja que, a pesar de encontrar una variabilidad en cobertura vegetal, las características son similares en cuanto a topografía, color, rareza y fondo escénico, que fueron los criterios que determinaron la calidad visual del paisaje

La clase *Baja* representa el 87.62 de superficie del Sistema Ambiental Regional, en esta clase la topografía dominante es la Llanura aluvial asociado con zonas urbanas, mientras que para la clase *Media* representa el 12.22 % de la superficie, y el 0.16 % es representado por la clase alta esto debido a que en el SAR existe un grado de perturbación cerca de 75 % influenciado por el crecimiento de la mancha urbana.

Tabla 229. Clases de la calidad visual dentro del Sistema Ambiental Regional.

| VALOR | CLASE | ÁREA (Ha) | ÁREA (%) |
|--------------|-------|-------------------|----------------|
| 1 | Alta | 29.623 | 0.16 |
| 2 | Media | 2,326.352 | 12.22 |
| 3 | Baja | 16,687.602 | 87.62 |
| TOTAL | | 19,043.577 | 100.000 |

Particularmente el paisaje para el área del proyecto se circunscribe dentro de la clase *Baja* debido, principalmente a la acción antropogénica manifestada como zonas urbanas, pastizal cultivado y áreas agrícolas.

En la figura 48 se muestra la distribución de las clases de calidad visual del paisaje asociadas al SAR. Así mismo, la calidad visual en el área del proyecto pertenece a la clase *baja* esto debido a que se encuentra dentro de la mancha urbana a pesar de que existe la presencia de vegetación, estos están

degradados o en su caso, ocupan superficies bajas y se encuentran dispersos en varios manchones (Ver capítulo II).

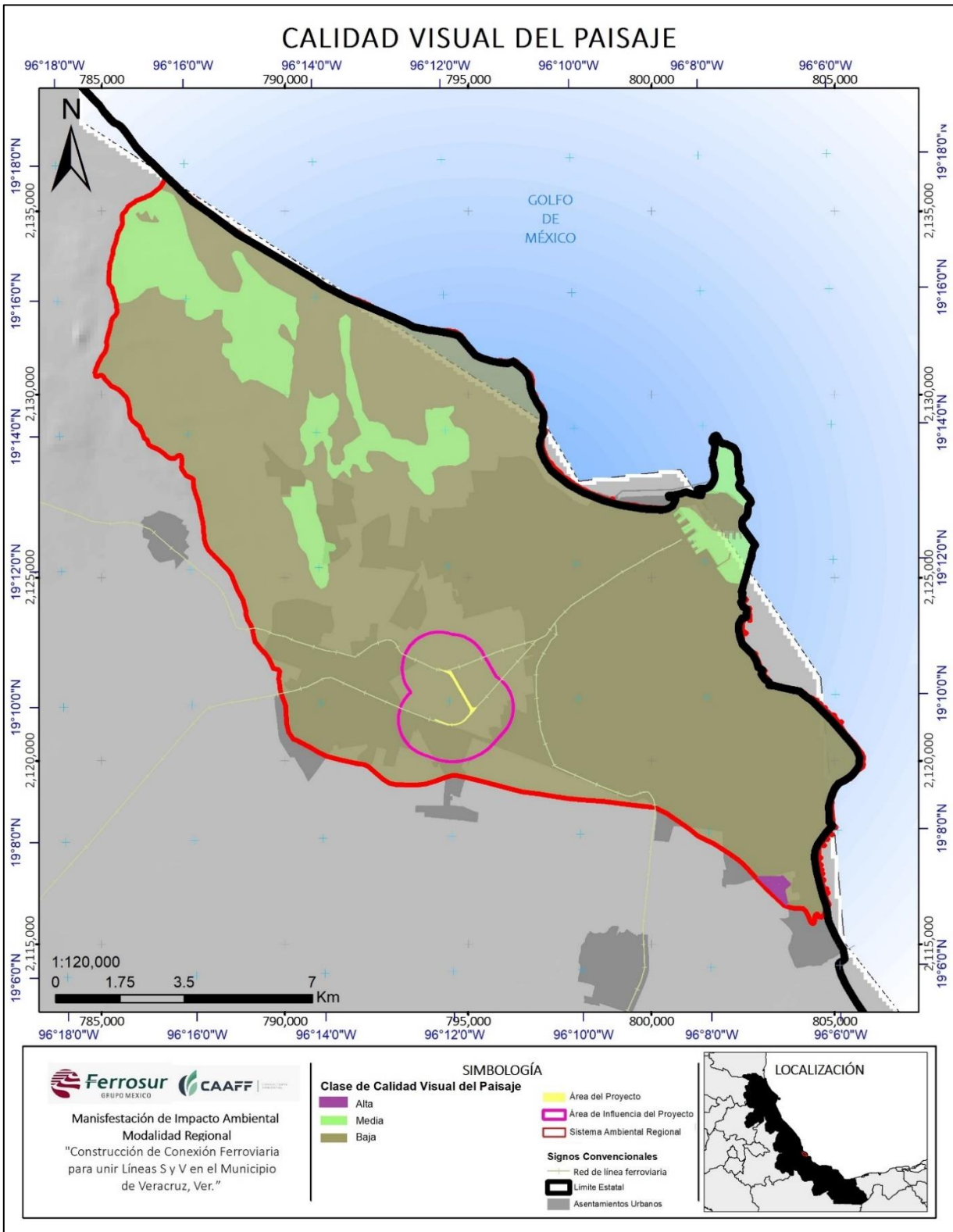


Figura 48. Calidad visual del paisaje presente en el SA, AIP y AP

IV.2.5.2. Capacidad de Absorción Visual (CAV) en el Sistema Ambiental Regional

La capacidad de absorción visual es la capacidad que tiene un paisaje para acoger actuaciones propuestas, sin que se produzcan variaciones en su carácter visual. Esta variable es lo opuesto al concepto de "fragilidad visual", que es la susceptibilidad de un paisaje al cambio cuando se hace uso de éste, en otras palabras, expresa el grado de deterioro que el paisaje experimentaría ante la incidencia de determinadas actuaciones.

De acuerdo con lo anterior, a mayor capacidad de absorción visual corresponde menor fragilidad o vulnerabilidad visual.

Su valoración se realiza también a través de factores biofísicos ponderados individualmente. Son varios los elementos que intervienen en la CAV del paisaje, como son: las características del Sistema Ambiental Regional que aumentan o disminuyen su capacidad de absorción visual, y que dependen de factores como altura de la vegetación y características topográficas como la pendiente, orientación y susceptibilidad a la erosión. Otros parámetros utilizados son la diversidad de la vegetación y el grado de actuación humana presente en el paisaje.

Para la evaluación de la calidad de absorción visual de cada una de las unidades de paisaje presentes en el Sistema ambiental Regional, se aplicó la siguiente fórmula:

$$CAV = P * (E + R + D + C + AH)$$

Donde:

- P** = Pendiente
- E** = Erosionabilidad y estabilidad de suelo
- R** = Potencial estético
- D** = Diversidad de la vegetación
- C** = Color
- AH** = Actuación humana

Para evaluar cada componente de la CAV se siguieron los criterios establecidos en la tabla 230, el factor P se construyó con la reclasificación del mapa de pendientes del Sistema Ambiental Regional (estableciendo tres clases), el factor de estabilidad del suelo y erosionabilidad del suelo (E) se evaluó utilizando la capa de erosión hídrica del suelo del Sistema Ambiental Regional, los demás elementos fueron evaluados tomando en cuenta el uso de suelo y vegetación, el sistema de topoformas y tipos de suelo presentes en cada unidad de paisaje.

Tabla 230. Factores Considerados en la Estimación de la Capacidad de Absorción Visual del Paisaje.

| FACTOR | CONDICIONES | PUNTAJES | |
|---|--|----------|----------|
| | | NOMINAL | NUMÉRICO |
| Pendiente (P) | Inclinado > 27° | Bajo | 1 |
| | Inclinación suave 13°– 27° | Moderado | 2 |
| | Poco inclinado < 13° | Alto | 3 |
| Estabilidad del suelo y erosionabilidad (E) | Restricción alta derivada de riesgos altos de erosión e inestabilidad, pobre regeneración potencial. | Bajo | 1 |

| | | | |
|------------------------------|--|----------|---|
| | Restricción moderada debido a ciertos riesgos de erosión e inestabilidad y regeneración potencial. | Moderado | 2 |
| | Poca restricción por riesgos bajos de erosión e inestabilidad y buena regeneración potencial. | Alto | 3 |
| Potencial estético (R) | Potencial bajo | Bajo | 1 |
| | Potencial moderado | Moderado | 2 |
| | Potencial alto | Alto | 3 |
| Diversidad de vegetación (D) | Eriales, prados y matorrales | Bajo | 1 |
| | Coníferas, repoblaciones | Moderado | 2 |
| | Diversificada (mezcla de claros y bosques) | Alto | 3 |
| Actividad humana (AH) | Fuerte presencia antrópica | Bajo | 1 |
| | Presencia moderada | Moderado | 2 |
| | Casi imperceptible | Alto | 3 |
| Contrastes de color (C) | Elementos de bajo contraste | Bajo | 1 |
| | Contraste visual moderado | Moderado | 2 |
| | Contraste visual alto | Alto | 3 |

Una vez desarrollada la expresión de la CAV, los valores numéricos obtenidos se agrupan en tres categorías; alta, media y baja (tabla 231).

Tabla 231. Clases de Capacidad de Absorción Visual.

| CATEGORÍA | VALOR NUMÉRICO |
|-----------------|----------------|
| BAJA = < 10 | 1 |
| MEDIA = 11 - 20 | 2 |
| ALTA = > 21 | 3 |

En la tabla 232 se presentan las clases de capacidad de absorción visual presentes en el Sistema Ambiental Regional. Como se observa domina la clase *Baja* con el 87.63 %; los factores que influyeron para determinar esta categoría fueron principalmente la pendiente (con valores menores de 13° grados) y la fuerte presencia de usos de suelo, sobre todo de las zonas urbanas.

La capacidad de absorción *Media* ocupa una superficie de 12.22 % respecto al total del Sistema Ambiental Regional, en este valor influyeron la vegetación presente. Por su parte la capacidad de absorción *Alta* representa solo el 0.15 %, influyendo sobre todo la escasa vegetación forestal debido a la fuerte presencia humana en la región.

Tabla 232. Clases de Capacidad de Absorción Visual en el Sistema Ambiental regional.

| CLASE | ÁREA (Ha) | ÁREA (%) |
|-------|------------|----------|
| Baja | 16,687.602 | 87.63 |
| Media | 2,327.214 | 12.22 |
| Alta | 28.761 | 0.15 |
| TOTAL | 19,043.577 | 100.00 |

De acuerdo con la figura 49, la capacidad de absorción visual dominante dentro del área del proyecto pertenece a la clase *Baja* lo que refleja una baja fragilidad o vulnerabilidad visual, es decir que, a pesar de realizar modificaciones en el sitio, el grado de deterioro que el paisaje experimentaría es bajo ya que se tiene modificado el medio en la región, esto se ve reflejado por la mancha urbana en el SAR.

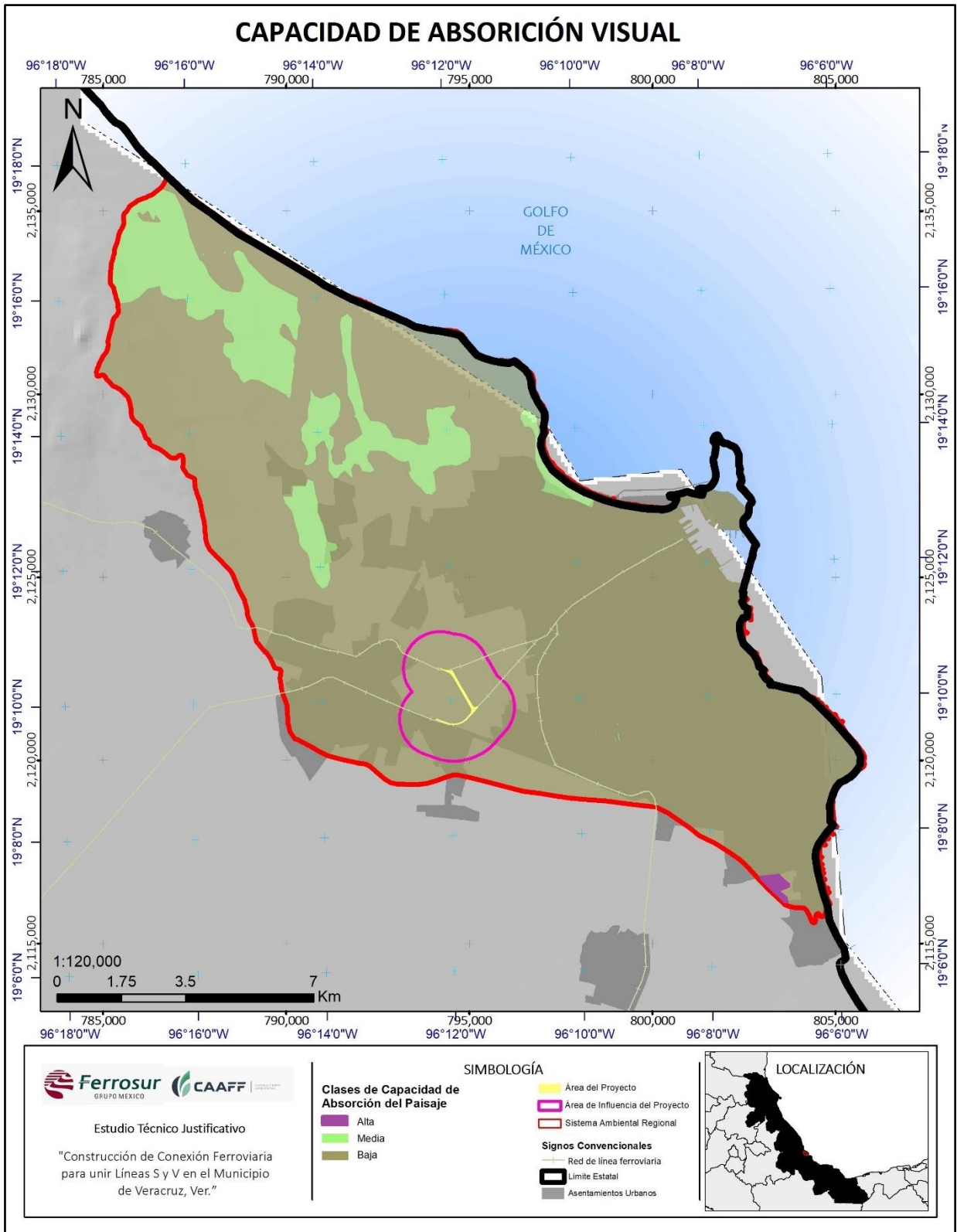


Figura 49. Capacidad de absorción visual en el SA, AIP y AP

IV.2.5.3. Grado de Visibilidad en el Sistema Ambiental Regional

Para fines del estudio, la visibilidad es el espacio geográfico desde donde puede ser visto un proyecto o actuación humana, en otras palabras, su incidencia visual, depende de la conformación del terreno, propiedades de la vegetación y de las dimensiones propias del proyecto en particular.

Para el caso de este proyecto, la determinación del grado de visibilidad se realizó mediante una evaluación de las unidades de uso de suelo y vegetación que conforman el Sistema Ambiental Regional. Los valores que se utilizaron en la evaluación fueron: 1, 2 y 3 con la clasificación de visible, poco visible y no visible, respectivamente; considerando para cada unidad las propiedades de la vegetación, la conformación del terreno y la pendiente.

Después de esto, se unieron y sumaron de los valores de la evaluación de la pendiente, con las unidades de uso de suelo y vegetación, a este resultado se aplicó una reclasificación donde se establecieron dos clases de grado de visibilidad del paisaje:

Tabla 233. Grado de Visibilidad en el Sistema Ambiental Regional.

| VALOR | CLASE | ÁREA (Ha) | AREA (%) |
|-------|--------------|------------|-----------|
| 2 | Poco Visible | 17,094.296 | 89.76 |
| 1 | Visible | 1,949.281 | 10.24 |
| TOTAL | | 19,043.577 | 100.00 |

De acuerdo con la tabla anterior se observa que el 10.24 % de la superficie del Sistema Ambiental Regional es *Visible* con presencia de Manglar, vegetación de dunas costeras y vegetación secundaria arbustiva (VSa) de selva baja caducifolia, VSA de selva baja subcaducifolia con pendientes mayores a los 20° , mientras que el 89.76 % es Poco visible, esto se debe principalmente a que las pendientes dominantes son de rangos bajos (entre 0-20°), con presencia de Pastizal cultivado, agricultura de riego permanente, de riego semipermanante, cuerpos de agua y zona urbana, estos se aprecian de mejor manera por la baja altura escasa vegetación presente, sobre todo en áreas urbanas, pastizales y áreas agrícolas. Estas dos características, son las que influye en el grado la visibilidad en el Sistema Ambiental Regional.

El grado de visibilidad presente en el área del proyecto está dominado por clasificación de *Poco visible*, determinado principalmente por la pendiente (menor a 5°), la escasa cobertura vegetal y la presencia de edificaciones en el área urbana disminuyendo la visibilidad al proyecto. La distribución de la visibilidad del paisaje en las áreas de estudio se aprecia en la figura 50.

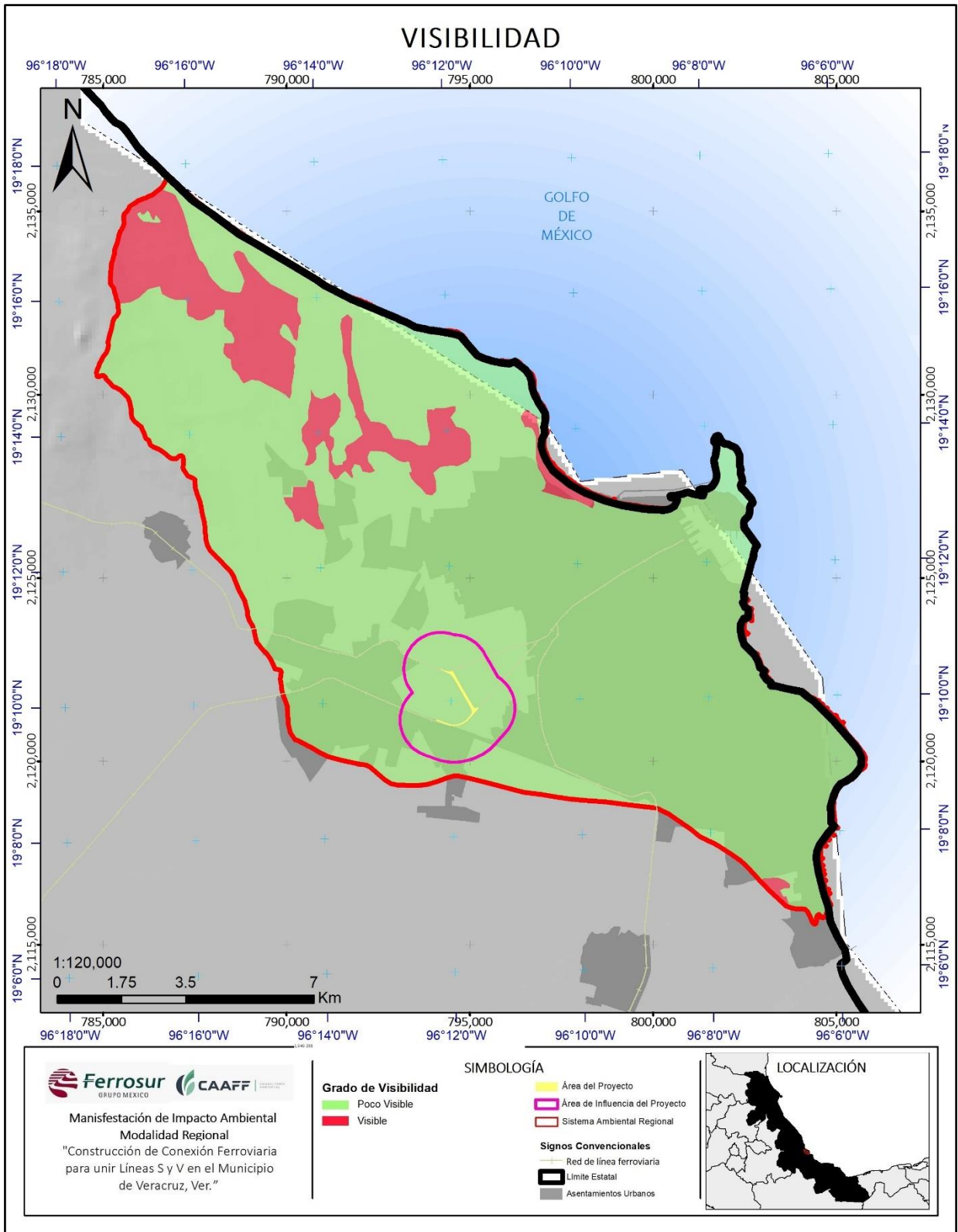


Figura 50. Grado de visibilidad del paisaje del SA, AIP y AP.

IV.2.4.4. Calidad Visual Vulnerable en el Sistema Ambiental Regional

Para evaluar la sensibilidad al deterioro del paisaje del área de estudio, se utilizó el índice de Calidad Visual Vulnerable (CVV), en función de los atributos del paisaje antes expuestos (Calidad visual, Capacidad de absorción visual y Visibilidad) de la siguiente manera:

$$CVV = CV + CAV + V$$

Donde:

- CVV** = Calidad Visual Vulnerable
- CAV** = Capacidad de Absorción Visual
- CV** = Calidad Visual
- V** = Visibilidad

Aplicada la expresión anterior, se obtuvo la CVV para el Sistema Ambiental Regional y se calificó cada una de ellas con los rangos de clase que se presentan en la tabla siguiente.

Tabla 234. Clases de Calidad Visual Vulnerable.

| CVV | VALOR NUMÉRICO | CLASES |
|-------|----------------|--------|
| 1 – 3 | 1 | Baja |
| 4 – 6 | 2 | Media |
| 7 - 9 | 3 | Alta |

Los resultados obtenidos indican que la calidad visual vulnerable dentro del Sistema Ambiental Regional corresponde a tres categorías, donde domina la clase baja con el 86.78 % de la superficie total.

Tabla 235. Distribución de la Calidad Visual Vulnerable presente en el Sistema Ambiental Regional.

| VALOR | CLASE | ÁREA (Ha) | ÁREA (%) |
|--------------|-------|-------------------|---------------|
| 1 | Baja | 16,528.263 | 86.78 |
| 2 | Media | 2,486.553 | 13.05 |
| 3 | Alta | 28,761 | 0.15 |
| TOTAL | | 19,043.577 | 100.00 |

De acuerdo con la tabla anterior, la calidad visual vulnerable *Baja* domina significativamente (más del 85 % de la superficie), contemplando principalmente a los usos de suelo y a las pendientes presentes en el Sistema Ambiental Regional.

Al presentar valores bajos en la mayor superficie del SAR, la sensibilidad al deterioro tiende a ser bajo. Sin embargo, la clase que sigue en dominancia es la clase *media* (13.05 %), por lo que el desarrollo de actividades dentro del mismo no afecta significativamente. Los resultados reflejan que entre más conservado este un sitio, su grado de calidad visual vulnerable aumenta. En este caso, al ser un ecosistema muy homogéneo en cuanto a un grado de conservación bajo, se ve directamente relacionado con el valor final de calidad visual vulnerable.

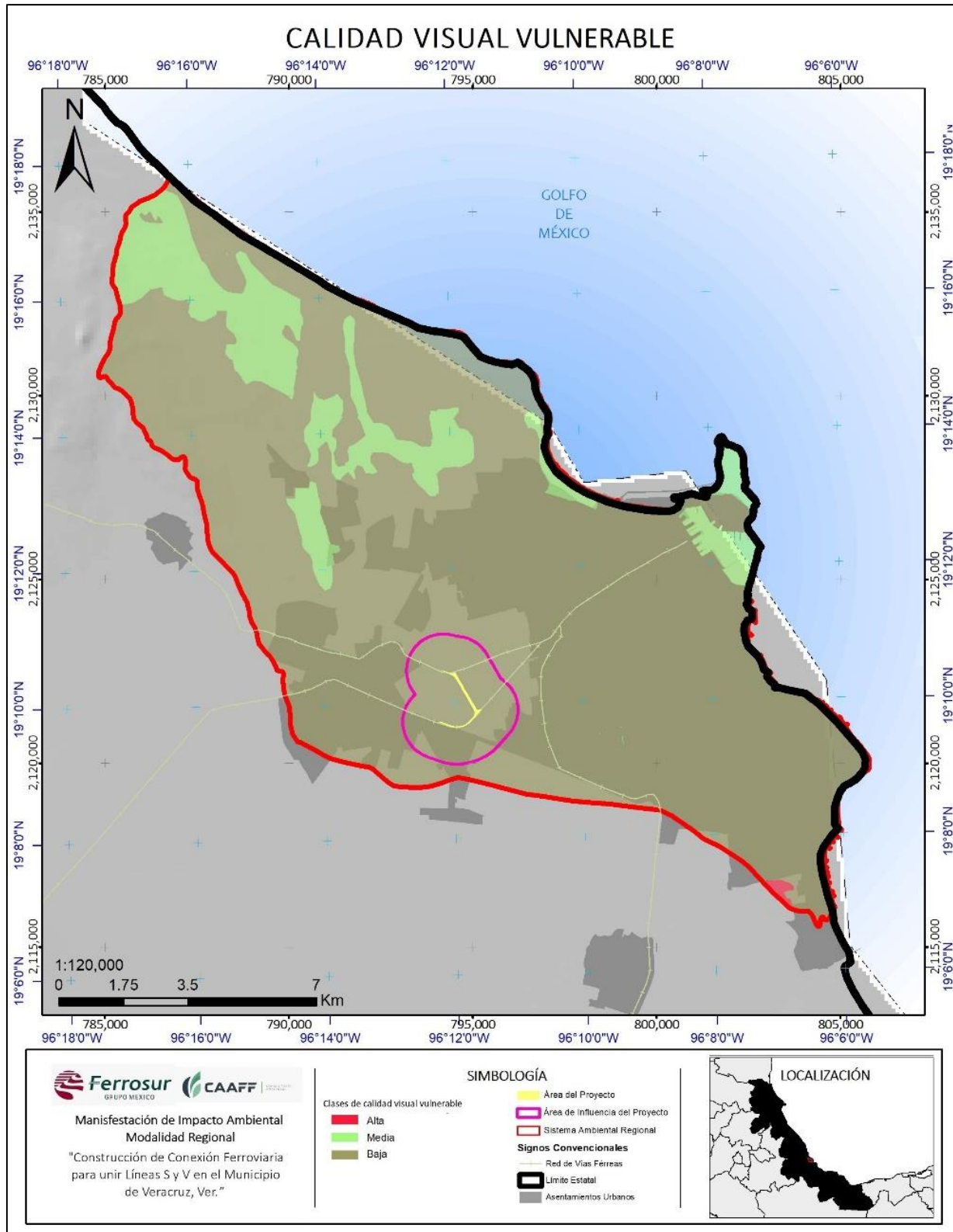


Figura 51. Calidad visual vulnerable del Sistema Ambiental regional en el SAR, AIP y AP.

IV.3. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

En este apartado se hace un análisis con la información que se generó y recopiló en la fase de caracterización ambiental, de tal forma que se obtenga un diagnóstico del SAR previo a la realización del proyecto. En este sentido, se identifican y analizan las tendencias del comportamiento de los procesos de deterioro natural y grado de conservación del área de estudio, así como la calidad de vida que pudiera presentarse en la zona por el aumento demográfico y la intensidad de las actividades productivas, considerándose en este, aspectos de tiempo y espacio.

IV.3.1. INTEGRACIÓN E INTERPRETACIÓN DEL INVENTARIO AMBIENTAL

Los estudios del medio físico consisten en un conjunto de técnicas para el acopio, elaboración y tratamiento de información sobre el entorno natural, que permitan determinar las condiciones ambientales de un área geográfica, y así identificar, prevenir e interpretar los impactos ambientales efecto de la ejecución de un proyecto, de manera que faciliten la toma de decisiones sobre uso del suelo y mejora del entorno.

En el presente apartado, la descripción y evaluación de los diferentes componentes del Área del Proyecto concluyen con un diagnóstico ambiental. La integración de la información del inventario en el diagnóstico ambiental, que reflejará el estado actual del Área del Proyecto como resultado de los procesos desarrollados con el tiempo, se realizó con base en la Evaluación de la Calidad Ambiental, misma que se detalla a continuación.

El valor ambiental o calidad ambiental de un recurso en un espacio geográfico, es el mérito para ser conservado, o lo que es lo mismo, para no ser destruido, entendiéndose como conservación del recurso o factor ambiental, el mantenimiento de su estructura y funcionamiento que garantice su permanencia y/o uso por tiempo indefinido. La calidad ambiental puede considerarse también como un vector que engloba diferentes aspectos, aún sin conocer a profundidad la estructura y funcionamiento del sistema completo. Para evaluar la calidad del Sistema Ambiental Regional se utilizó el método de evaluación multicriterio o clasificaciones de Saaty la cual se describe a continuación.

IV.3.1.1. Evaluación Multicriterio o Clasificaciones Jerárquicas de Saaty

El Proceso Analítico Jerárquico (AHP) propuesto por Thomas Saaty es una técnica de decisión multicriterio que, además de integrar en una escala de razón válida para la toma de decisiones (prioridades) de los múltiples escenarios, actores y criterios (tangibles e intangibles) del problema, permite evaluar la consistencia del decisor al emitir los juicios correspondientes a los elementos de las matrices recíprocas de comparaciones pareadas, a través de las cuales incorpora al modelo su estructura de preferencias.

Este método permite que los sistemas complejos puedan ser mejor comprendidos mediante su descomposición en elementos constituyentes, la estructuración de dichos elementos jerárquicamente, y la composición o sintetización de los juicios, de acuerdo con la importancia relativa de los elementos de cada nivel de jerarquía más simples son lineales, ascendiendo o descendiendo de un nivel a otro.

La **calidad ambiental** es función de un conjunto de factores ambientales que lo determinan (vector de componentes ambientales). Sin embargo, no todos los componentes contribuyen de la misma manera o con el mismo peso en esta calidad ambiental, por lo anterior, los factores son combinados aplicando un peso a cada uno seguido por una sumatoria de los resultados (combinación lineal ponderada), para producir un mapa que representa espacialmente la calidad ambiental, es decir:

$$S = \sum w_i X_i$$

Donde:

S = Calidad ambiental

W_i = Peso de factor i

X_i = Valor del criterio de factor i

Además, se debe considerar que, en una combinación lineal ponderada, la suma de las ponderaciones asignadas a cada elemento debe ser la unidad (1).

$$\sum w_i = 1$$

IV.3.1.2. Ponderación de los Criterios

En el presente estudio, la ponderación directa de nueve factores podría dificultarse, por lo que se utilizó la técnica de comparación por pares, con el uso de una matriz recíproca cuadrada. Dividir la información en comparaciones simples donde solo se necesita considerar dos criterios a la vez, facilita en gran medida el proceso de ponderación, produciendo probablemente un grupo más sólido. El método de comparación por pares posee la ventaja agregada de proveer una estructura organizada para las discusiones de grupo, y de contribuir positivamente en la toma de decisiones al momento de ponderar cada uno de los criterios.

Las comparaciones se ocupan de la importancia relativa de los dos criterios involucrados al determinar la adecuación para el objetivo planteado. Los puntajes se proveen sobre una escala continua de 9 puntos (Saaty T., 2008).⁵⁵ (tabla 236).

⁵⁵ Saaty T., 2008, *The fundamental scale of absolute numbers*.

Tabla 236. Criterios de valoración en la comparación por pares de los factores.

| ESCALA NUMÉRICA | ESCALA VERBAL | EXPLICACIÓN |
|--------------------|---|---|
| 1 | Ambos elementos son de igual importancia | Ambos elementos contribuyen con la propiedad de igual forma. |
| 3 | Moderada importancia de un elemento sobre otro | La experiencia y el juicio favorecen un elemento sobre otro. |
| 5 | Fuerte importancia de un elemento sobre otro | Un elemento es fuertemente favorecido. |
| 7 | Muy fuerte importancia de un elemento sobre otro | Un elemento es fuertemente dominante. |
| 9 | Extrema importancia de un elemento sobre otro | Un elemento es favorecido, por lo menos con un orden de magnitud de diferencia. |
| 2,4,6,8 | Valores intermedios entre dos juicios adyacentes. | Usados como valores de consenso entre dos juicios. |
| Valores recíprocos | Valores menores a la unidad. | Usados para indicar un elemento es menos favorecido sobre otro. |
| 1.1 – 1.9 | Si las actividades tienen un valor muy similar. | Usados por graduaciones más finas de los juicios. |

Al realizar las comparaciones, un individuo o un grupo comparan cada par posible e ingresa los puntajes en una matriz de comparación por pares.

Después de haber realizado la matriz completa de comparación por pares se evaluó la importancia relativa de los criterios y se determinó el grado de consistencia usado para desarrollar los puntajes, para ello se utilizó la metodología propuesta por Saaty (Saaty, 1980)⁵⁶.

IV.3.1.3. Criterios de valoración

La matriz de comparación por pares de los 9 factores considerados para la evaluación multicriterio en la estimación de la Calidad Ambiental del SAR y Área del Proyecto se presenta en la tabla 237 y las ponderaciones obtenidas se observan en la tabla 238 (Se presenta hoja de cálculos en **ANEXO "11.31"**). El modelo de Evaluación Multicriterio que se aplicó por medio de algebra de mapas es el siguiente:

$$CA = Dflor (0.166) + Dfau (0.104) + Cw (0.032) + Rero (0.069) + Hsub (0.097) + Hsup (0.078) + le (0.239) + Prosue (0.085) + Spro (0.130)$$

Donde:

CA = Calidad Ambiental

Dflor = Riqueza de especies de flora, **Dfau** = Riqueza de especies de fauna, **Cw** = Calidad visual vulnerable, **Rero** = Riesgo o susceptibilidad a la erosión, **Hsub** = Hidrología subterránea, **Hsup** = Características del patrón de drenaje en cuanto a su disección horizontal, **le** = Importancia Ecológica (Valor natural + representatividad + fragilidad + vulnerabilidad), **Prosue** = Protección al suelo (Cobertura de la vegetación) y **Spro** = Presencia de especies con estatus de protección.

⁵⁶ Adaptación a partir de Saaty T., 2008, The fundamental scale of absolute numbers.

Tabla 237. Matriz de comparación por pares.

| | Dflor | Dfau | Cvv | Rero | Hsub | Hsup | le | Prosue | Spro |
|--------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|--------------|-------------|
| Dflor | 1 | 5 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 |
| Dfau | 1/5 | 1 | 3 | 1/3 | 1 | 1/3 | 1/3 | 1 | 3 |
| Cvv | 1/3 | 1/3 | 1 | 1/3 | 1/3 | 1/3 | 1/3 | 1/3 | 1/3 |
| Rero | 1/3 | 3 | 3 | 1 | 1/3 | 1/5 | 1/3 | 3 | 1/3 |
| Hsub | 1/3 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 1/3 | 1/3 | 1/3 |
| Hsup | 1/3 | 3 | 3 | 5 | 3 | 1 | 1/3 | 1/3 | 1/3 |
| le | 1/3 | 3 | 3 | 3 | 5 | 3 | 1 | 3 | 3 |
| Prosue | 1/3 | 1 | 3 | 1/3 | 3 | 3 | 1/3 | 1 | 1/3 |
| Spro | 1 | 1/3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1/3 | 3 | 1 |
| SUMA | 4.20 | 17.67 | 25.00 | 19.00 | 19.67 | 16.87 | 6.33 | 15.00 | 9.67 |

Dfau = Riqueza de especies de fauna, **Dflor** = Riqueza de especies de flora, **Cvv** = Calidad visual vulnerable, **Rero** = Riesgo o susceptibilidad a la erosión, **Hsub** = Hidrología subterránea, **Hsup** = Características del patrón de drenaje en cuanto a su disección horizontal, **le** = Importancia Ecológica (Valor natural + representatividad + fragilidad + vulnerabilidad), **Prosue** = Protección al suelo (Cobertura de la vegetación) y **Spro** = Presencia de especies con estatus de protección.

Tabla 238. Ponderaciones obtenidas con la técnica de comparación por pares.

| Factor | Dflor | Dfau | Cvv | Rero | Hsub | Hsup | le | Prosue | Spro |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|
| Wi | 0.212 | 0.082 | 0.034 | 0.082 | 0.084 | 0.106 | 0.181 | 0.084 | 0.136 |

Una vez obtenidos todos los valores de la evaluación multicriterio se realizó el álgebra de mapas un software de sistemas de información geográfica, obteniendo así, las clases de calidad ambiental del Sistema Ambiental Regional.

Tabla 239. Clases de la Calidad Ambiental presente en el Sistema Ambiental Regional.

| CLASE | SUPERFICIE (Ha) | SUPERFICIE (%) |
|--------------|-------------------|----------------|
| Alta | 29.622 | 0.16 |
| Media | 4.669.800 | 24.52 |
| Baja | 14,344.275 | 75.32 |
| TOTAL | 19,043.577 | 100.00 |

Se puede apreciar que el Sistema Ambiental Regional se encuentra catalogado por tres clases de Calidad Ambiental: *Alta*, *Media* y *Baja*, con una diferencia porcentual baja. Teniendo como dominante la clase baja con una superficie 75.32 %, mientras que la clase *media* ocupa el 24.52 % de la superficie total del SAR, y con menos porcentaje de cobertura pertenece a la clase *Alta* con solo el 0.16 %. Esta calidad ambiental se debe principalmente a que, en el Sistema Ambiental Regional hay una fuerte presencia de actividad humana debido al incremento poblacional y, por tanto, la producción agrícola y ganadera generan una disminución de la vegetación forestal (esto se ve reflejado por la presencia de pastizal cultivado y de vegetación secundaria arbustiva).

Particularmente, el Área del Proyecto se encuentra inmersa dentro de la clase de calidad ambiental baja (figura 52).

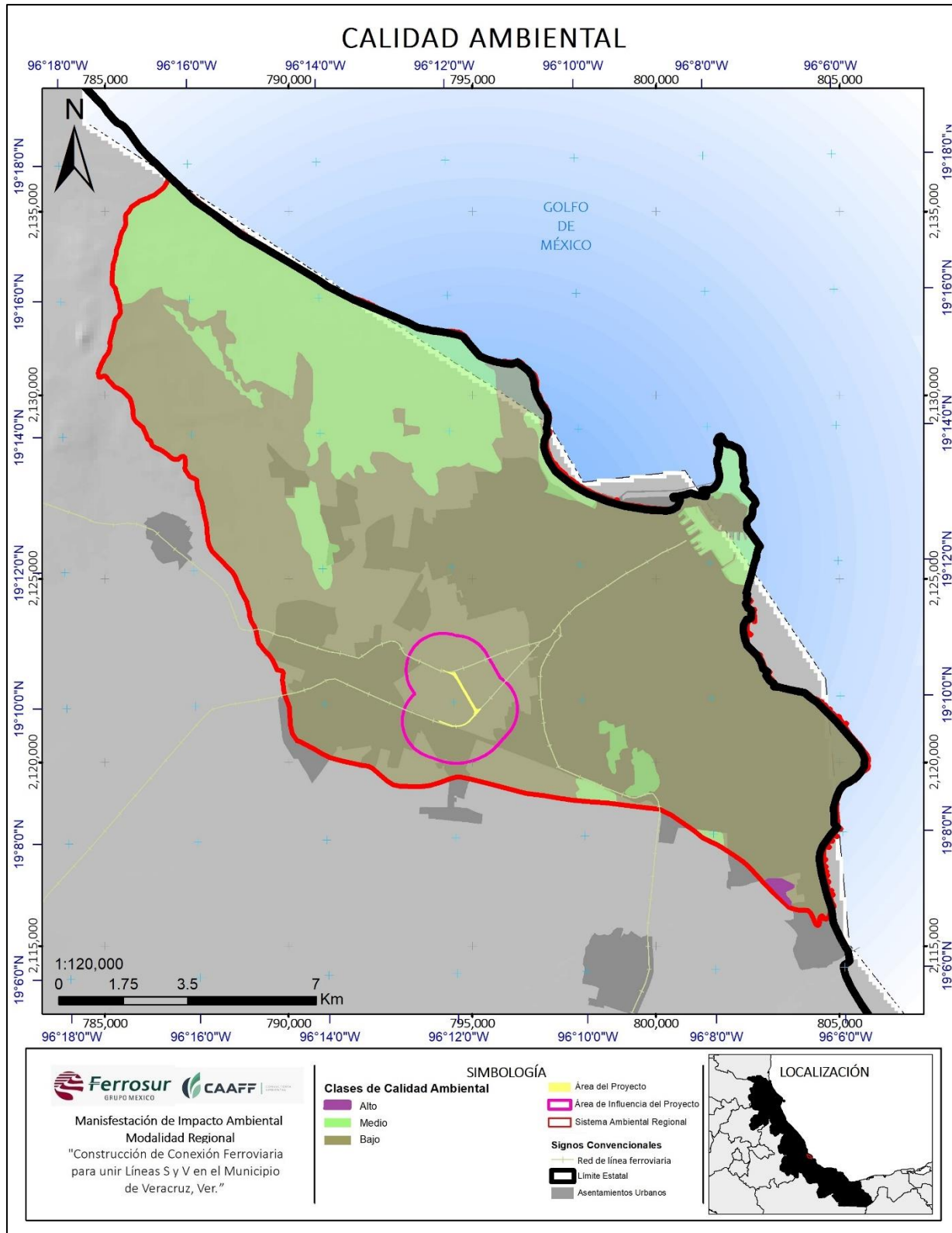


Figura 52. Mapa de calidad ambiental en el SA, AIP y AP.

IV.3.1.4. Análisis de resultados

Los resultados obtenidos señalan que el 75.32 % de la superficie total del Sistema Ambiental Regional corresponde a una calidad ambiental baja, determinada por varios factores a partir de una evaluación multicriterio. Cada uno de los factores con diferente valor de ponderación; mismos que en orden de mayor a menor relevancia son: Riqueza de especies de flora, Importancia ecológica, presencia de especies con estatus de protección, características del patrón de drenaje en cuanto a su disección horizontal, protección al suelo, hidrología subterránea, riesgo o susceptibilidad a la erosión, riqueza de especies de fauna y calidad visual vulnerable.

Es importante reconocer que cada uno de los elementos evaluados muestra una correlación con el uso de suelo y tipo de vegetación presente en el sistema ambiental regional, ya que las características presentes en cada una de estas unidades poseen un grado de particularidad. Los usos de suelo presentes para esta calidad son, principalmente, los intervenidos directamente de forma antrópica, tales como los asentamientos urbanos, áreas con agricultura de temporal anual y pastizal cultivado. Uno de los factores que define la calidad ambiental en este caso es la importancia ecológica; misma que está constituida por cuatro elementos: representatividad, naturalidad, fragilidad y vulnerabilidad, estos elementos que al ser integrados reflejan el valor que posee el sistema en comparación con otras áreas desde un enfoque de resiliencia ecosistémica, es decir, la capacidad que tiene el medio para absorber algún tipo de perturbaciones, sin alterar sus características de estructura y funcionalidad, en este caso el desarrollo de un proyecto dentro del sistema ambiental regional. Mostrando además una relación directa con la riqueza de especies presente en el lugar. El factor flora, también aportó un valor relativamente significativo en comparación al resto de los factores evaluados.

Otros de los factores que determinaron la calidad del Sistema Ambiental Regional fueron: la presencia de especies dentro de algún estatus de protección según la NOM-059-SEMARNAT-2010, la hidrología superficial y subterránea.

Para el caso de especies florísticas en el área del proyecto, no se tuvo registro de especies de flora listadas la NOM-059-SEMARNAT Respecto a las especies faunísticas en el área del proyecto (AP) se encontro 1: *Ctenosaura acanthura* registrada en protección especial. En el sistema ambiental regional se registró 4 especies, 3 en Protección especial (Pr) las cuales son: *Kinosternon leucostomum*, *Lithobates berlandieri* y *Ctenosaura acanthura*; 1 en estado de amenazada (A): *Ctenosaura pectinata* de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, el presentar pocas especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, significa que existen alteraciones en el medio, que han provocado que estas especies se vean afectadas y posicionadas bajo protección.

La hidrología subterránea adquirió un valor bajo debido a que los acuíferos presentes en el SAR, a pesar de que cuentan con disponibilidad de recurso hídrico, estos se ven presionados por el incremento de la población en la región, disminuyendo la cantidad de agua disponible.

Referente a la protección del suelo, la presencia de cobertura vegetal es baja, obteniendo valores bajos en zonas donde existe presencia de zonas urbanas y áreas con agricultura de temporal y pastizal cultivado lo cual hizo la diferencia.

Para el caso de la calidad ambiental media se tiene una superficie porcentual de 24.52 % del Sistema Ambiental Regional. Esta clasificación se encuentra determinada principalmente por poseer superficies de vegetación con un grado menor de alteración y nula presencia de actividades humanas; características que han permitido que escasas superficies se encuentren con una calidad ambiental mayor al resto del SAR.

De acuerdo con los resultados obtenidos de calidad ambiental dentro del SAR, es notable que las superficies porcentuales de las clases presentan una diferencia significativa, con una dominancia por parte de la clase baja.

Al poseer, en su mayoría, valores bajos de calidad, el SAR se podría considerar como una superficie con méritos el cambio de uso de suelo, sin embargo, la ejecución del presente proyecto no implica grandes alteraciones al medio, ya que al ser interconexión de la vías S y V únicamente se removerá una mínima cantidad de vegetación respecto al SAR, además de que se plantean medidas de mitigación, evitando de esta manera no alterar la calidad presente en las zonas aledañas al proyecto y así mantener una estabilidad con el resto del Sistema Ambiental Regional.

IV.3.2. ANÁLISIS DE LA DINÁMICA DE CAMBIO USO/COBERTURA DEL SUELO Y VEGETACIÓN DE LA REGIÓN

En un tiempo relativamente corto la vegetación de México ha sufrido innumerables alteraciones antrópicas. Muy pocas áreas del territorio nacional contienen aún comunidades ecológicas conservadas, mientras que la huella de la deforestación, quemados de monte, sobrepastoreo y sus consecuencias sobre la vegetación y el uso de suelo están presentes en innumerables paisajes del país.

En la actualidad, los estudios sobre los procesos dinámicos de los cambios en la cobertura del suelo y la deforestación son importantes, y necesarios porque proporcionan la base para conocer las tendencias de los procesos de degradación, desertificación y pérdida de la biodiversidad de una región determinada. La naturaleza intrínseca de los ecosistemas encierra como motor inherente una serie de aspectos dinámicos. Durante las últimas décadas, el ser humano se ha convertido en el principal desencadenador de la actividad transformadora de los ecosistemas. Su impacto global ha sido evaluado desde diversas perspectivas entre las que destacan la pérdida de biodiversidad y el calentamiento global o cambio climático; entre muchas otras consecuencias ambientales de mayor relevancia regional tales como la alteración de ciclos hidrológicos, introducción de especies exóticas y pérdida de hábitats (Vitousek *et al.*, 1997⁵⁷).

⁵⁷ VITOUSEK P,M, et. al., "Human Domination of Earth's Ecosystems" Science, 1997, vol 277, 25 July 1997, 494-499.

Una manera confiable para medir el grado de conversión ambiental antropogénica es a través del estudio de la dinámica espacio temporal de la cubierta vegetal (Velázquez, 2002)⁵⁸. Diversos autores han enfatizado la necesidad de cuantificar dicho grado de conversión y expresarlo en términos de los factores desencadenadores del cambio, dando principal énfasis a aquello que es producto de la acción antrópica. La dinámica de la cubierta vegetal y su uso están íntimamente relacionados y es por eso que esta línea de investigación requiere para su abordaje de disciplinas tanto sociales como naturales. A este tema se le denomina “análisis del cambio de uso/cobertura del suelo” (LUCC por sus siglas en inglés “land use/cover change”: Turner y Meyer 1994, Lambin, *et al.*, 2001⁵⁹).

Para conocer el cambio uso/cobertura del suelo y vegetación para el Sistema Ambiental Regional se realizó una dinámica de cambios de vegetación y uso de suelo entre las capas; serie II y serie VI (cartografía de Uso de suelo y vegetación del INEGI).

El nivel de diferenciación en la tipología en la carta de uso del suelo y vegetación del INEGI es amplio y para efectos de un análisis básico se agrupan los conceptos en función de las explotaciones agropecuarias, forestal, zonas con vegetación secundaria, erosionadas y las urbanas; de esta manera se favorece la interpretación de los resultados derivados del análisis cartográfico comparativo-temporal.

Los grandes grupos, sus claves y los conceptos que reúnen, quedan como se indica en la siguiente tabla:

Tabla 240. Grandes grupos de uso de suelo y vegetación.

| GRANDES GRUPOS | CLAVE | CARTOGRAFÍA DE USO DEL SUELO Y VEGETACIÓN 1:250,000 |
|-----------------------------|-------|--|
| AGRICULTURA | | |
| Riego | AR | Riego y riego eventual |
| Temporal | AT | Temporal, humedad y nomadismo |
| Pastizal | AP | Pastizal cultivado |
| VEGETACIÓN ARBÓREA | | |
| Coníferas | BF | Bosques de coníferas: oyamel, ayarín, cedro, pino, pino-encino y tásate |
| Decíduos | BD | Bosques de: encino-pino, encino, y de galería |
| Mesófilo | BM | Bosque mesófilo de montaña |
| Cultivado | BC | Bosque cultivado |
| Selvas húmedas y subhúmedas | SH | Selvas: alta perennifolia, alta subperennifolia, mediana perennifolia, mediana subperennifolia, mediana subcaducifolia, mediana caducifolia, baja perennifolia, baja subperennifolia, baja subcaducifolia y de galería |
| Selvas secas | SS | Selvas: baja caducifolia y baja espinosa |
| OTROS TIPOS | | |
| Vegetación secundaria | VS | Vegetación secundaria arbórea y arbustiva de cualquier tipo de vegetación. |
| Matorrales | VM | Matorrales: subtropical, submontano, espinoso tamaulipeco, crasicaule, sarcocaula, sarco-crasicaule, sarco-crasicaule de neblina, rosetófilo costero, |

⁵⁸ Velázquez, A., J.F. Mas, J.R. Díaz-Gallegos, R. Mayorga-Saucedo, P.C., Alcántara P.C., R., Castro, T. Fernández, G. Bocco y J.L. Palacio 2002. Patrones y tasas de cambio del uso del suelo en México. Gaceta ecológica 62: 21-37. INE, SEMARNAT, México.

⁵⁹ Rielsame, W.E., Meyer, W.B. & Turner, B.L. Modeling land use and cover as part of global environmental change. *Climatic Change* 28, 45–64 (1994). <https://doi.org/10.1007/BF01094100>

| GRANDES GRUPOS | CLAVE | CARTOGRAFÍA DE USO DEL SUELO Y VEGETACIÓN 1:250,000 |
|-------------------------|-------|---|
| | | desértico rosetófilo, desértico micrófilo, chaparral, mezquital, huizachal, de coníferas |
| Pastizales y herbazales | VP | Pastizales: natural, huizachal, halófilo, gipsófilo, inducido. pradera de alta montaña, sabana, bosque bajo abierto y vegetación secundaria herbácea |
| Diversos | VV | Vegetación de: desiertos arenosos, halófila, dunas costeras, de galería, palmar, manglar, popal, tular. Zonas desprovistas de vegetación y de riego suspendido. |
| Erosión | VE | Zonas con erosión hídrica severa |
| Urbanas | VZ | Zonas urbanas |

Las transformaciones se interpretan de diversas maneras, en función de la deforestación, apertura de áreas agrícolas, crecimiento de las ciudades, etcétera, asimismo depende de la forma en que se hayan agrupado los diversos usos del suelo y la vegetación. Se trata de agrupar de modo que la mayoría de los cambios puedan relacionarse a varias interpretaciones posteriores.

Las permanencias o áreas que no presentan cambios, que puedan ser apreciados en las cartas de uso de suelo y vegetación se realiza mediante la tipificación de las coberturas tomando en cuenta la siguiente matriz.

Tabla 241. Tipificación de los cambios de uso del suelo y vegetación.

| Cambio de uso de suelo de 1993 a 2014 | AP | AT | VS |
|---------------------------------------|----|----|----|
| AP | ID | ID | D3 |
| AT | ID | SA | D3 |
| VS | ID | R3 | SM |

En la tabla anterior, la línea horizontal superior ubica las condiciones de uso de suelo y vegetación de la Serie II con fecha de referencia de 1993 y la columna izquierda indica a lo que pasaron a ser durante 2014, que es la fecha de referencia de la Serie VI. Con base en esta matriz, se determinó el cambio de uso/cobertura de suelo en el Sistema Ambiental Regional. A continuación, se presenta el significado de cada una de las abreviaturas.

*** Tipificación de los cambios de uso del suelo y vegetación**

a) Permanencia de los distintos tipos de uso del suelo

- SA.** Permanencia de las zonas agrícolas.
- SB.** Permanencia de las zonas boscosas.
- SM.** Permanencia de los matorrales y vegetación secundaria.
- SP.** Permanencia de los pastizales y comunidades herbáceas.
- SS.** Permanencia de diversos tipos de vegetación, poco representados en la zona de trabajo.
- SE.** Permanencia de las zonas erosionadas, con o sin algún tipo de vegetación y/o agricultura.
- SZ.** Permanencia de las zonas urbanas.

b) Deterioro de la vegetación y/o el suelo

- D1. Deforestación total, de algún tipo de selva o bosque a agricultura o pastizal.
- D2. Degradación forestal: de bosque alterado a vegetación secundaria.
- D3. Deforestación terminal: de vegetación secundaria a agricultura o pastizal.
- D4. Desmatorralización: Pérdida del matorral debida a ocupación agrícola o pecuaria.
- D5. Deterioro del suelo forestal por erosión hídrica severa.
- D6. Disminución de las zonas forestales por crecimiento de las urbanas.

c) Recuperación de la vegetación y/o el suelo

- R1. Repoblación forestal total: de agricultura o pastizal a bosque en desarrollo.
- R2. Recuperación forestal: de vegetación secundaria a bosque en desarrollo.
- R3. Recolonización forestal: de agricultura o pastizal a vegetación secundaria.

d) Deterioro y mejoramiento de la agricultura

- AO. Pérdida de agricultura que pasa a ser algún tipo de vegetación.
- A+. Aumento y/o mejoramiento de la condición agrícola. Se agrupan acá los siguientes casos: (1) agricultura de temporal o pastizal que pasa a ser agricultura de riego, (2) pastizales que pasan a ser agricultura de temporal y (3) vegetación diversa o zonas erosionadas que pasan a ser ocupadas por agricultura.
- A-. Degradación de la condición agrícola. Se agrupan acá los siguientes casos: (1) agricultura de riego que pasa a agricultura de temporal, (2) agricultura de riego o temporal que pasa a ser pastizal y (3) agricultura o pastizal cultivado que pasa a ser pastos inducidos o herbazales.
- AE. Deterioro del suelo agrícola por erosión hídrica severa.
- AZ. Disminución de las zonas agrícolas por crecimiento de las urbanas.

e) Otros

ID. Teóricamente transición imposible que puede darse por problemas de identificación entre las dos cartas, estos en ningún caso debe presentar valores significativos.

IV.3.2.1. Cambio de uso de suelo de 1993 a 2014 en el Sistema Ambiental Regional

En este apartado se hizo el análisis de cambio de uso de suelo tomando en cuenta la Serie II con fecha de referencia de 1993 con la Serie VI con fecha de referencia de 2014, prácticamente abarca un periodo de 21 años. Enseguida se presentan los resultados obtenidos de la comparación del cambio de coberturas de la serie II y serie VI de las Cartas de Uso de Suelo y Vegetación del INEGI y posteriormente se realizará un breve análisis sobre la permanencia de los distintos tipos de suelo, deterioro de la vegetación, recuperación de la vegetación y deterioro y/o mejoramiento de la agricultura.

Tabla 242. Dinámica de cambio uso/cobertura del suelo y vegetación del SA serie II y serie VI (INEGI).

| SERIE II | ÁREA (ha) | Serie VI | ÁREA (ha) | CAMBIO | DESCRIPCIÓN |
|---------------------------------|-----------|---|-----------|--------|--|
| Area Urbana | 4454.027 | Agua | 7.045 | e | Otros |
| | | Manglar | 0.326 | e | Otros |
| | | Pastizal cultivado | 0.071 | e | Otros |
| | | Popal | 0.008 | e | Otros |
| | | Urbano construido | 4446.45 | SZ | Permanencia de las zonas urbanas. |
| | | Vegetación secundaria arbustiva de vegetación de dunas costeras | 0.127 | e | Otros |
| Cuerpo de Agua Perenne marítimo | 451.049 | Agua | 408.771 | e | Otros |
| | | Urbano construido | 38.79 | e | Otros |
| | | Vegetación de dunas costeras | 2.964 | e | Otros |
| | | Vegetación secundaria arbustiva de vegetación de dunas costeras | 0.524 | e | Otros |
| Pastizal Cultivado | 7757.613 | Agricultura de temporal anual | 691.873 | AO | Pérdida de agricultura que pasa a ser algún tipo de vegetación. |
| | | Agua | 76.447 | e | Otros |
| | | Manglar | 29.297 | R1 | Repoblación forestal total: de agricultura o pastizal a bosque en desarrollo. |
| | | Pastizal cultivado | 3042.958 | SP | Permanencia de los pastizales y comunidades herbáceas. |
| | | Popal | 126.911 | R1 | Repoblación forestal total: de agricultura o pastizal a bosque en desarrollo. |
| | | Urbano construido | 3536.017 | AZ | Disminución de las zonas agrícolas por crecimiento de las urbanas. |
| | | Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia | 203.883 | R1 | Repoblación forestal total: de agricultura o pastizal a bosque en desarrollo. |
| | | Vegetación secundaria arbustiva de selva baja subcaducifolia | 50.227 | R1 | Repoblación forestal total: de agricultura o pastizal a bosque en desarrollo. |
| Agricultura de Temporal | 923.197 | Agricultura de temporal anual | 303.954 | SA | Permanencia de las zonas agrícolas. |
| | | Pastizal cultivado | 248.98 | A- | Degradación de la condición agrícola |
| | | Urbano construido | 348.266 | AZ | Disminución de las zonas agrícolas por crecimiento de las urbanas. |
| | | Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia | 21.997 | R1 | Repoblación forestal total: de agricultura o pastizal a bosque en desarrollo. |
| Vegetación de Dunas Costeras | 5457.69 | Agua | 112.738 | e | Otros |
| | | Pastizal cultivado | 622.448 | D1 | Deforestación total, de algún tipo de selva o bosque a agricultura o pastizal. |
| | | Urbano construido | 1064.466 | D6 | Disminución de las zonas forestales por crecimiento de las urbanas. |
| | | Vegetación de dunas costeras | 1907.678 | SM | Permanencia de los matorrales y vegetación secundaria. |
| | | Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia | 1111.966 | D2 | Degradación forestal: de bosque alterado a vegetación secundaria. |

| SERIE II | ÁREA (ha) | Serie VI | ÁREA (ha) | CAMBIO | DESCRIPCIÓN |
|----------|-----------|---|-----------|--------|---|
| | | Vegetación secundaria arbustiva de selva baja subcaducifolia | 533.731 | D2 | Degradación forestal: de bosque alterado a vegetación secundaria. |
| | | Vegetación secundaria arbustiva de vegetación de dunas costeras | 104.663 | D2 | Degradación forestal: de bosque alterado a vegetación secundaria. |

Con base en lo anterior, se puede decir que en el periodo de 1993 a 2014 se presentaron varios cambios de uso de suelo y vegetación, algunos de estos generando impactos positivos y otros negativos en el sistema ambiental Regional. Esto se ve reflejado principalmente en la permanencia de las zonas agrícolas, zonas urbanas, matorrales y vegetación secundaria, así como pastizales y comunidades herbáceas que representan el 50.94 % de la superficie del SAR, así como el cambio de zonas de zonas agrícolas a bosque en desarrollo (R1), por otra parte, la vegetación forestal paso a ser un tipo de agricultura o estos fueron afectados por el crecimiento urbano (D1, D2, D6) representando el 18.05 %. Por otra parte, se presenta un 3.40 % como otros debido a que existe la presencia de cuerpos de agua y estos, al no ser un tipo de uso de suelo y vegetación se clasificó como otros.

IV.3.2.2. Análisis de resultados del cambio de uso de suelo en el SAR

De acuerdo con la tipificación de los cambios de uso de suelo y vegetación, se tienen presentes 12 categorías en el sistema ambiental regional. Es importante notar que, dentro de estos cambios, uno impactó de manera positiva, ubicado dentro de la **Replaciaci3n forestal total**. Siendo éste: de pastizal cultivado y áreas agrícolas a Vsa de selva baja caducifolia y subcaducifolia.

Los resultados reflejan cambios importantes dentro del SAR, ya que es evidente que existe un proceso de sucesi3n ecol3gica, que es el cambio temporal direccional en la composici3n o estructura de una comunidad en el tiempo. Para el caso de la vegetaci3n de dunas costeras los cambios fueron m3s evidentes, ya que para el a3o 2014, se alcanzaron comunidades ecol3gicas menos estables, como es el caso de agricultura o áreas urbanas.

Dentro de la categor3a de **Permanencia de los distintos usos de suelo**, es posible observar que los usos de suelo y vegetaci3n que exist3an en 1993 han permanecido a trav3s de los a3os, aunque cada vez con menos 3rea debido a que se generaron cambios internos negativos, como es el caso de la disminuci3n de las zonas agrícolas por crecimiento de las urbanas o la conversi3n vegetaci3n de dunas costeras a zonas de agricultura y asentamientos humanos (**Deterioro de la vegetaci3n y/o el suelo**).

Con estos cambios, la calidad del sistema se ha visto afectada en un grado medio, ya que la mayor parte de la superficie se ha mantenido; sin embargo, es posible apreciar en la figura 53, que gran parte de la superficie del proyecto se encuentra situada sobre permanencia de agricultura.

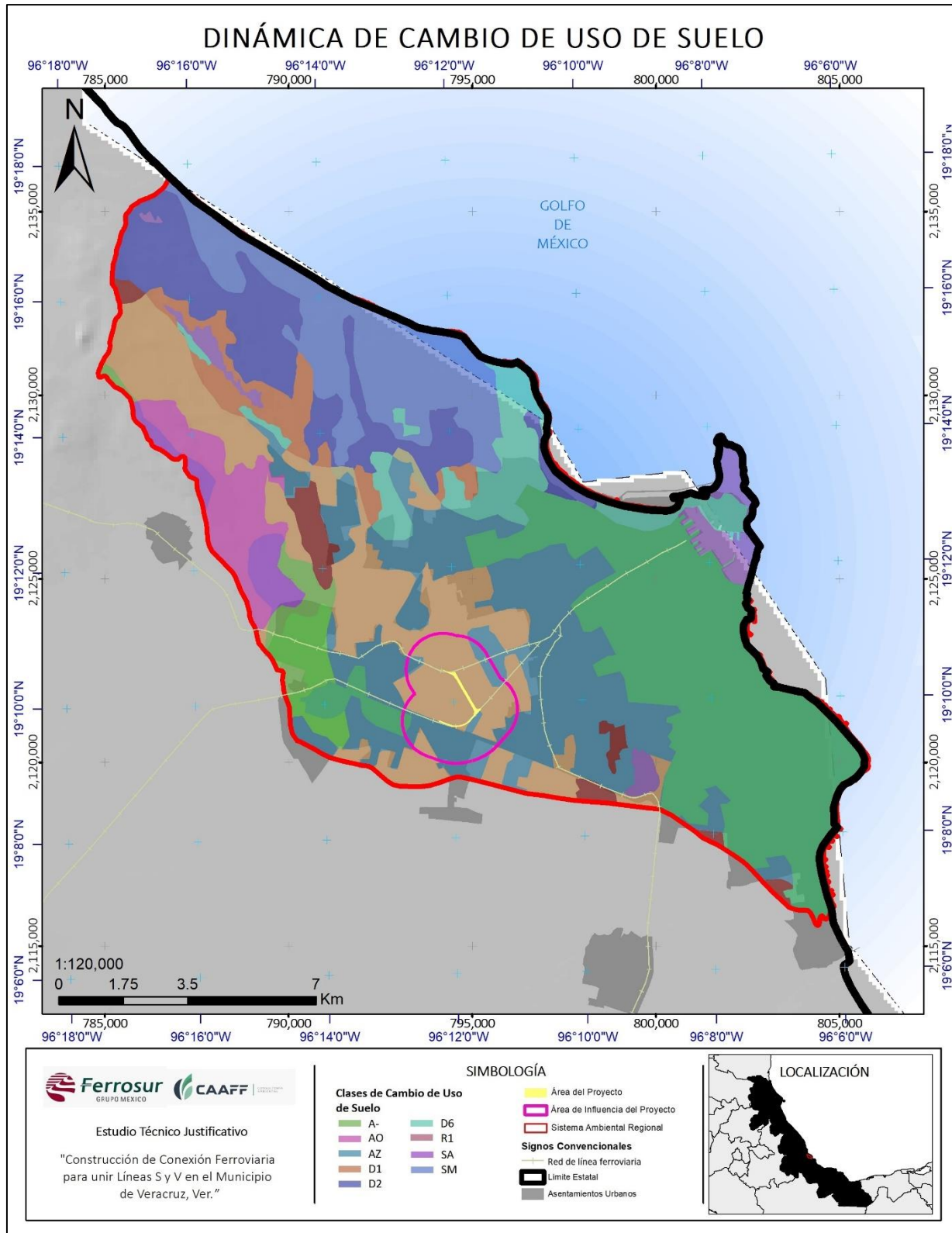
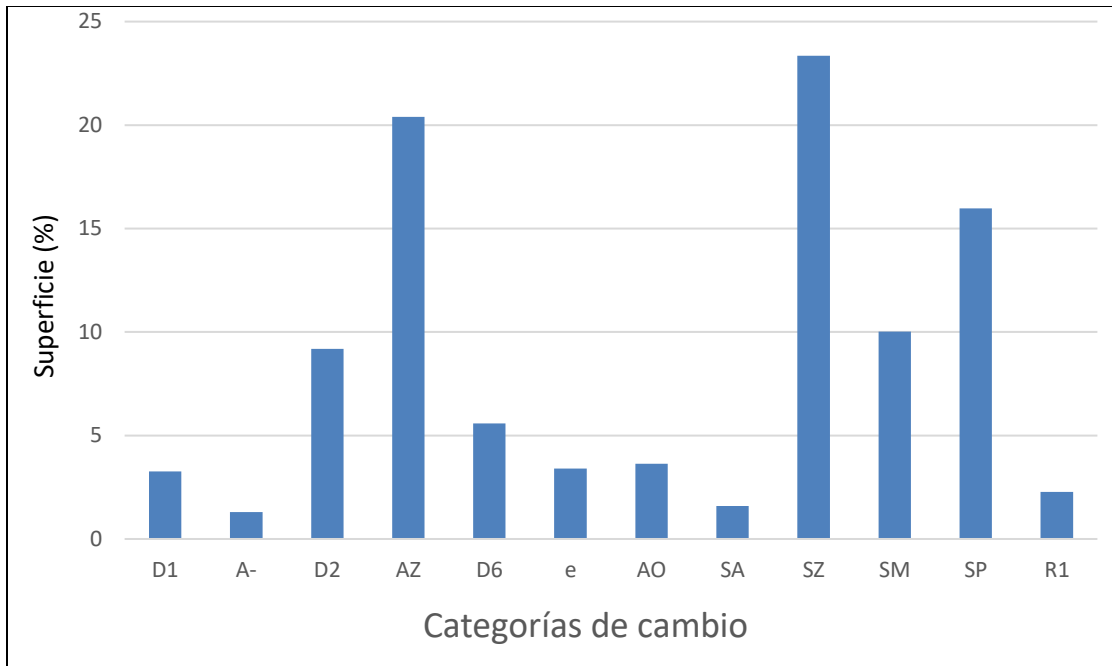


Figura 53. Mapa de AP de 1993 a 2016 en el SA, AIP y AP.

En la siguiente gráfica se puede observar que, en el periodo analizado, la dinámica de cambio de uso de suelo y vegetación en el Sistema Ambiental Regional ha sido principalmente la permanencia de los distintos tipos de uso del suelo (S), representando el 10.68 % de la superficie total en su conjunto (1.60 % de SA, 23.35 % de SZ, 10.02 % en SM y 15.98 en SP), lo que indica que, de la cobertura original existente en 1993, el 49.06 % sufrió algún tipo de cambio.



Gráfica 61. Superficie que ocupan las categorías de cambio de uso de suelo y vegetación de 1993 a 2011.

De acuerdo con la gráfica, se puede observar que la permanencia de VSa/SBC, así como la degradación a agricultura de temporal y pastizal de cultivos presentaron superficies porcentuales altas, seguido del cambio de agricultura de temporal a VSa/SBC.

De acuerdo con la gráfica, se puede observar que la degradación de zonas de agricultura de temporal y pastizal a zonas urbanas presentaron superficies porcentuales altas, seguido del cambio de agricultura de temporal a VSa/SBC.

El conjunto de las zonas inmersas dentro del grupo de Recuperación de la vegetación y/o el suelo, representan el 2.27 %, donde únicamente contamos con Repoblación de zonas de agricultura a Manglar (R1). Por lo que es evidente que, de la vegetación existente en el año 1993, el 39.75 % sufrió un cambio negativo en la composición de la vegetación, categorizado como D1, D2, D6 y A-.

Con base en los resultados se infiere que, si las condiciones de cambio se mantienen, existirán zonas que alcancen un mayor grado de degradación; así como también habrá, aunque poca, una recuperación por abandono de parcelas; sin embargo, es notable que parte de la vegetación mantendrá un cambio además de que un porcentaje en el Sistema Ambiental Regional mantendrá una estabilidad.

Capítulo V

CONTENIDO

| | |
|---|----------|
| V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL..... | 1 |
| V.1. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS..... | 2 |
| V.1.1. METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES..... | 3 |
| V.1.1.1. LISTA DE CHEQUEO..... | 3 |
| V.1.1.2. FACTORES AMBIENTALES | 4 |
| V.1.3.1. MATRIZ DE DOBLE ENTRADA | 5 |
| V.2. CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS | 7 |
| V.2.1. INDICADORES DE IMPACTO Y DE CAMBIO CLIMÁTICO | 11 |
| V.3. VALORACIÓN DE IMPACTOS..... | 12 |
| V.3.1. ANÁLISIS DE IMPACTOS..... | 15 |
| V.4. IMPACTOS RESIDUALES..... | 23 |
| V.5. IMPACTOS ACUMULATIVOS | 24 |
| V.6. CONCLUSIONES..... | 26 |
| V.7. BIBLIOGRAFÍA..... | 27 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| TABLA 1. LISTA DE CHEQUEO..... | 3 |
| TABLA 2. FACTORES AMBIENTALES POR CONSIDERAR EN LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO..... | 4 |
| TABLA 3. ESCALA DE EVALUACIÓN UTILIZADA EN LA MATRIZ DE LEOPOLD (MODIFICADA) PARA LA IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES..... | 5 |
| TABLA 4. MATRIZ DE DOBLE ENTRADA PARA LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO..... | 6 |
| TABLA 5. RESULTADOS DE LA MATRIZ DE DOBLE ENTRADA..... | 7 |
| TABLA 6. DESCRIPCIÓN DE ATRIBUTOS AMBIENTALES Y LOS POSIBLES AGENTES CAUSALES DE IMPACTOS NEGATIVOS..... | 8 |
| TABLA 7. CRITERIOS QUE COMPONEN LA MATRIZ DE IMPORTANCIA..... | 11 |
| TABLA 8. CRITERIOS QUE COMPONEN LA MATRIZ DE IMPORTANCIA..... | 12 |
| TABLA 9. CLASIFICACIÓN DE VALORES DE IMPORTANCIA..... | 13 |
| TABLA 10. MATRIZ DE PONDERACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES NEGATIVOS Y POSITIVOS DEL PROYECTO..... | 14 |
| TABLA 11. RESUMEN DE LA MATRIZ DE IMPORTANCIA..... | 14 |
| TABLA 12. IMPACTOS CON VALOR DE IMPORTANCIA (VI)..... | 15 |
| TABLA 13. ANÁLISIS DE IMPACTO DE FLORA..... | 16 |
| TABLA 14. ANÁLISIS DE IMPACTO DE FAUNA..... | 18 |
| TABLA 15. ANÁLISIS DE IMPACTO DEL SUELO..... | 20 |
| TABLA 16. ANÁLISIS DE IMPACTO EN EL AGUA..... | 21 |
| TABLA 17. ANÁLISIS DE IMPACTOS DE AIRE..... | 22 |
| TABLA 18. ANÁLISIS DE IMPACTOS DE SOCIAL/ ECONÓMICO..... | 23 |
| TABLA 19. ANÁLISIS DE IMPACTOS DE PAISAJE..... | 23 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| FIGURA 1. PROCESO METODOLÓGICO PARA LA IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS..... | 2 |
| FIGURA 2. NATURALEZA DE IMPACTOS DE ACUERDO CON LA MATRIZ..... | 7 |
| FIGURA 3. VISUALIZACIÓN DE LOS IMPACTOS ACUMULATIVOS..... | 25 |

V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

Existe el impacto ambiental cuando una asociación o actividad produce una alteración, favorable o desfavorable en el medio, o en alguno de los componentes de este (Choy Zevallos Elsa Esther. 2005). Esta acción puede ser un proyecto de ingeniería, un programa, un plan, una ley o una disposición administrativa con implicaciones ambientales.

Hay que hacer constar que el término impacto no implica negatividad, ya que estos pueden ser tanto positivos como negativos.

El impacto de un proyecto sobre el medio ambiente es la diferencia entre la situación del medio ambiente futuro modificado, tal y como se manifestaría como consecuencia de la realización del proyecto, y la situación del medio ambiente futuro tal como habría evolucionado normalmente sin tal actuación, es decir, la alteración neta (Conesa, 1993), positiva o negativa en la calidad de vida del ser humano resultante de una actuación.

Conesa (1997), expresa sintéticamente que la evaluación de impacto ambiental "*es un procedimiento jurídico-administrativo que tiene por objetivo la identificación, predicción e interpretación de los impactos ambientales que un proyecto o actividad produciría en caso de ser ejecutado, así como la prevención, corrección y valoración de los mismos, todo ellos con el fin de ser aceptado, modificado o rechazado por parte de las distintas Administraciones Públicas competentes*"; que no solo analiza los problemas de consecuencia ambiental del proyecto, sino también los impactos sociales que pueden causar a la gente con ese proyecto en proceso, tanto en sus viviendas como sobre los recursos que les permitan sobrevivir como comunidades, en el área destinada al proyecto, como sus alrededores.

De acuerdo con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), la evaluación de impacto ambiental es un instrumento de la política ambiental, cuyo objetivo es prevenir, mitigar y restaurar los daños al ambiente, así como la regulación de obras o actividades para evitar o reducir sus efectos negativos en el ambiente y en la salud humana. A través de este instrumento se plantean opciones de desarrollo que sean compatibles con la preservación del ambiente y manejo de los recursos naturales.

El objetivo de la evaluación del impacto ambiental es la sustentabilidad, pero para que un proyecto sea sustentable debe considerar además de la factibilidad económica y el beneficio social, el aprovechamiento razonable de los recursos naturales.

V.1. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS.

De acuerdo con la descripción las actividades del proyecto en apartados anteriores del presente estudio, así como la delimitación, caracterización y análisis del sistema ambiental regional y del área del proyecto; en este apartado, se identifican, describen y se evalúan los impactos ambientales adversos y benéficos de carácter significativo (IAS) que generará la interacción entre el desarrollo del proyecto, su área de influencia y sus efectos en el Sistema Ambiental Regional.

De acuerdo con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), el impacto ambiental se define como: "modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza" (Fracción XX del Artículo 3º de la LGEEPA). De acuerdo con Conesa (1997), el impacto de un proyecto sobre el medio ambiente es la diferencia existente entre la situación del ambiente en su estado actual y la que tendrá en el futuro modificado (proyecto ejecutado), considerando la tendencia que tendría el entorno y como habría evolucionado sin la realización del proyecto, lo cual se conoce como alteración neta.

En la actualidad existe una serie de metodologías para evaluar los impactos ambientales generados por las distintas obras y actividades, pero ninguna de ellas tiene una dimensión ni un carácter universal. Se tienen los más sencillos como la lista de chequeo, y los más elaborados como el método de Batelle, por lo tanto, la selección de los métodos depende en gran parte de las características del proyecto y del sistema ambiental, considerando los conceptos básicos de las técnicas existentes.

En el presente estudio se definió utilizar como primera aproximación a la identificación de impactos, la lista de chequeo simple, paso seguido es la elaboración de una red gráfica de causa-efecto, y después una descripción de cada uno de los posibles impactos. Con base en la descripción se elaboró la matriz de doble entrada, y para su ponderación la matriz de importancia, por último, se realizó un análisis de los impactos más significativos en las distintas etapas del proyecto.

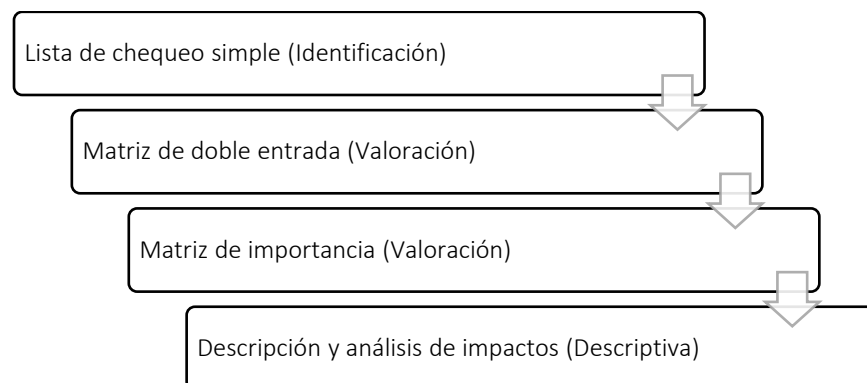


Figura 1. Proceso metodológico para la identificación y valoración de impactos.

V.1.1. METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES

V.1.1.1. LISTA DE CHEQUEO

De acuerdo con Conesa (2009), la lista de chequeo es un método muy simple, por lo que se usa para evaluaciones preliminares. Sirven primordialmente para llamar la atención sobre los impactos más relevantes que pueden tener lugar como consecuencia de la realización del proyecto. La lista de chequeo permite estructurar los **componentes y factores ambientales a considerar, asegurando que esta incluya todas las áreas potencialmente impactadas.**

En este caso, para la lista de chequeo se entiende por acción, a los elementos o partes del proyecto -en el grado de división que el estudio precise- que ejercen una presión sobre el medio, o dan lugar a impactos ambientales. También las acciones del proyecto se pueden considerar como indicadores de presión, ya que la presión que ejercen sobre el medio hace variar el grado de calidad (Conesa, 2009).

Para la determinación de dichas acciones, se desagrega el proyecto en las etapas del proyecto.

Tabla 1. Lista de chequeo.

| ACTIVIDAD* | IMPACTO AMBIENTAL NEGATIVO | |
|--|----------------------------|----|
| | SI | NO |
| PREPARACIÓN DEL SITIO | | |
| Delimitación | | X |
| Desmante y Despalme (Derribo de material vegetal y retiro de capa superficial de suelo) | X | |
| Cortes y nivelación | X | |
| CONSTRUCCIÓN | | |
| Suministro, recepción y acopio de materiales | X | |
| Obras de Drenaje | X | |
| Conformación de terracería | X | |
| Armado de vía | X | |
| Encauzamiento de descarga pluvial | X | |
| OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO | X | X |
| RESTAURACIÓN | | |
| Restauración ex situ | | X |

V.1.1.2. FACTORES AMBIENTALES

Se denomina “factor” a la parte del medio ambiente que interacciona con el proyecto en términos de fuentes de recursos y materias primas, soporte de elementos físicos y receptores de efluentes a través de los vectores ambientales aire, suelo, y agua (Gómez-Orea 2002). Por su parte Conesa (2009), los define como los constituyentes del medio ambiente entre los cuales se desarrollan la vida en nuestro planeta y son susceptibles de ser modificados por los humanos, estas modificaciones pueden ser grandes y ocasionar graves problemas, generalmente difíciles de valorar ya que suelen ser a medio o largo plazo, o bien problemas menores que son fácilmente soportables.

Para el caso del proyecto en evaluación, se retomaron los diferentes factores ambientales descritos para el sistema ambiental regional y para el área del proyecto, así como sus principales atributos que pueden ser modificados por alguna actividad del proyecto.

Del análisis de los elementos constitutivos del ambiente o factores ambientales, se identificaron un total de 13 atributos con susceptibilidad de recibir algún impacto en alguna fase del proyecto.

Tabla 2. Factores ambientales por considerar en la evaluación del impacto ambiental del proyecto.

| FACTOR | ATRIBUTO |
|--------------------------|--|
| Aire | Calidad del aire |
| | Emisiones de ruido |
| Hidrología (agua) | Calidad del agua |
| | Infiltración |
| Suelo | Perdida de suelo |
| | Característica fisicoquímica (Calidad) |
| Fauna | Riqueza – Abundancia |
| | Hábitat |
| Flora | Riqueza – Abundancia |
| | Cobertura vegetal |
| Social/ Económico | Empleo |
| | Salud pública |
| Paisaje | Estructura/ Calidad |

V.1.1.3. MATRIZ DE DOBLE ENTRADA

La Matriz de Leopold consiste en un cuadro de doble entrada, en la que se disponen como filas los factores ambientales que pueden ser afectados y como columnas las acciones que se vayan a realizar y que serán causa de posibles impactos. De forma original, cada celda de interacción se divide en diagonal, y en la parte superior de la celda se asigna la magnitud precedida del signo + o -, lo que indica si el impacto es positivo o negativo, en una escala entre 1 y 10, siendo alteración mínima y máxima respectivamente. En la parte inferior se asigna la importancia con la misma escala.

La magnitud expresa el grado de alteración potencial de la calidad ambiental, del factor considerado, y la importancia refleja un valor del peso relativo del efecto potencial, y refleja la relevancia de este. El sumatorio por filas de los valores, indica las incidencias del conjunto sobre cada factor ambiental y, por tanto, su fragilidad ante el proyecto. La suma por columnas da una valoración relativa del efecto que cada acción producirá en el medio, lo que se puede traducir como agresividad.

En este sentido, Conesa (2009) señala que el método de Leopold identifica correctamente los impactos más agresivos y los factores del medio más impactados. Sin embargo, también señala que el índice global es poco representativo.

En este sentido, comúnmente se utiliza la Matriz de Leopold modificada (Tabla 4), en la cual la escala de evaluación se adapta a las características del proyecto, pero conservando la lógica de identificar las interacciones (impactos) entre los factores y las acciones. A continuación, se presenta la escala de evaluación que se definió para la matriz del proyecto:

Tabla 3. Escala de evaluación utilizada en la matriz de Leopold (modificada) para la identificación de impactos ambientales.

| Parámetro | Símbolo |
|-----------------------------|----------|
| Adverso significativo | A |
| Adverso poco significativo | a |
| Benéfico significativo | B |
| Benéfico poco significativo | b |

Tabla 4. Matriz de doble entrada para las actividades del proyecto.

| ETAPAS PROYECTO / IMPACTOS AMBIENTALES | | Preparación del sitio | | | Construcción | | | | Operación y mantenimiento | COMPENSACIÓN | |
|--|---|-----------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|------------------|-----------------|---------------|---------------------------|-----------------|----------------------|
| | | Delimitación | Desmonte y Despalme | Cortes y Nivelación | Suministro, recepción | Obras de Drenaje | Conformación de | Armado de vía | | Rectificación y | Restauración ex situ |
| Aire | Disminución de la calidad del aire. | | a | a | a | | a | a | a | a | b |
| | Reducción de emisiones | | | | | | | | | b | |
| | Aumento en el nivel de ruido. | | a | a | a | | a | a | a | a | |
| Hidrología | Disminución de la calidad del agua. | | a | a | a | a | a | a | b | a | b |
| | Disminución de infiltración. | | A | a | | | a | | a | | B |
| Suelo | Aumento de la erosión. | | A | a | | | | | | | B |
| | Posible contaminación de suelo. | | a | a | a | a | a | a | a | a | |
| Fauna | Disminución de abundancia y riqueza de fauna en el sitio. | | a | | | | | | | a | B |
| | Reducción del hábitat | | A | a | | | | | | | b |
| Flora | Disminución de la riqueza y abundancia de flora. | | A | | | | | | | | B |
| | Disminución de la cobertura de flora. | | A | | | | | | | | B |
| Social/ Económico | Generación de empleos. | b | b | b | b | b | B | b | b | b | b |
| | Reducción de aguas negras estancadas. | | | | | b | | | B | | |
| Paisaje | Estructura / Calidad | | A | | | | a | a | a | a | b |
| A | 6 | | 6 | | | | | | | | |
| a | 40 | | 5 | 7 | 4 | 2 | 6 | 5 | 5 | 6 | |
| B | 7 | | | | | | 1 | | 1 | | 5 |
| b | 16 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | | 1 | 2 | 2 | 5 |

En la siguiente tabla, se presenta la cantidad y distribución porcentual de impactos adversos y benéfico, y en la gráfica subsecuente se ilustra dicha distribución (Figura 2).

Tabla 5. Resultados de la Matriz de doble entrada.

| Parámetro | Símbolo | Suma | % | % |
|-----------------------------|--------------|------|-------|-------|
| Adverso significativo | A | 6 | 8.70 | 66.67 |
| Adverso poco significativo | a | 40 | 57.97 | |
| Benéfico significativo | B | 7 | 10.14 | 33.33 |
| Benéfico poco significativo | b | 16 | 23.19 | |
| | Total | 69 | 100 | 100 |

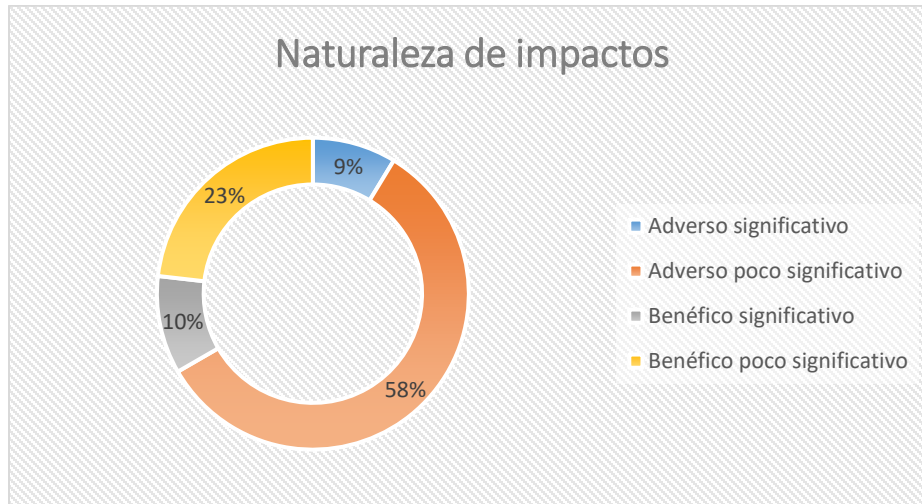


Figura 2. Naturaleza de impactos de acuerdo con la Matriz.

De acuerdo con la Matriz de Leopold (modificada), se identificaron **46 interacciones negativas (66.67 %)**, y **23 interacciones positivas (33.33 %)** entre las acciones del proyecto y los factores ambientales.

En lo que corresponde a los impactos negativos de carácter significativo, suman 6 interacciones, representando el 8.70 %. Teniendo en cuenta que para la matriz se consideró la etapa de Restauración (ex situ), la mayoría de los impactos positivos corresponden a dicha etapa.

V.2. CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS

Con base en los puntos anteriores, se identificaron los atributos de cada factor ambiental que pueden sufrir modificaciones con las actividades del proyecto, convirtiéndose en impactos ambientales negativos, por lo que en la siguiente tabla se hace una breve descripción de cada atributo por factor ambiental y las actividades previstas de la remoción de la vegetación del proyecto que se convierten en sus posibles agentes causales de modificación.

Tabla 6. Descripción de atributos ambientales y los posibles agentes causales de impactos negativos.

| FACTOR | ATRIBUTO | DESCRIPCIÓN | IMPACTO | ETAPA DEL PROYECTO EN QUE INCIDE | AGENTE CAUSAL |
|------------|--------------------|---|-------------------------------------|---|---|
| Aire | Calidad del aire | La variación de la calidad del aire se determina directamente por la presencia de sustancias o forma de energía introducida que altera la calidad de este. Ej. Partículas sólidas (polvos) - gases por combustión. | Disminución de la calidad del aire. | Preparación del sitio. Construcción. | La actividad de despalme generará la emisión de partículas (polvos) a la atmosfera, repercutiendo así en la calidad del aire. Durante las actividades de desmonte y despalme, construcción, así como en la operación y mantenimiento se utilizará maquinaria de combustión interna que generará la emisión de gases y partículas a la atmosfera; lo anterior, puede repercutir en la disminución de la calidad del aire. |
| | | | Reducción de emisiones | Operación y mantenimiento. | Con la realización del proyecto habrá una reducción de emisiones por facilitar la movilidad, debido a que con la conexión ferroviaria los trenes que necesitan cambiar de línea entre la S y V no tienen que ir hasta el patio de maniobras de la ciudad de Veracruz ubicado en la colonia centro. |
| | Emisiones de ruido | Se refiere a la variación de presión en cualquier medio, capaz de ser detectado. Se entiende por contaminantes acústicos a todos aquellos estímulos que interfiera desfavorablemente a través de oído. | Emisiones de ruido | Preparación del sitio. Construcción. Operación y mantenimiento. | El funcionamiento de maquinaria pesada en las actividades de preparación del sitio, como el desmonte y despalme generará emisiones de ruido y de igual forma con la construcción y la operación del proyecto. |
| Hidrología | Calidad del agua | La calidad de agua depende de las características fisicoquímicas y su uso que se le quiera dar. El cambio de la calidad el agua se puede determinar con el número / cantidad de sustancias presentes en el agua proveniente de diferentes fuentes. | Disminución de la calidad del agua. | Preparación del sitio. Construcción. Operación y mantenimiento. | Las actividades del proyecto como el desmonte y despalme pueden exponer al suelo y/o material geológico particulado, que lo hace susceptible de arrastre teniendo como consecuencia la contaminación del agua. La inadecuado manejo de los residuos, tanto líquidos como sólidos, derivados de las actividades del proyecto pueden generar contaminación del agua y así disminuir su calidad. |
| | Infiltración | Es el proceso por el cual el agua del suelo se renueva en general por procesos activos de recarga desde la superficie. La cobertura vegetal se caracteriza como elemento que propicia la infiltración en el suelo, al impedir el rápido escurrimiento del agua de lluvia precipitada. | Disminución de infiltración. | Preparación del sitio. Construcción. | El papel que juegan los terrenos con cobertura vegetal y forestales en el ciclo del agua es fundamental, dado que permite la infiltración, es así que el desmonte y despalme del suelo del proyecto generará una disminución en la capacidad de infiltración del agua. |

| FACTOR | ATRIBUTO | DESCRIPCIÓN | IMPACTO | ETAPA DEL PROYECTO EN QUE INCIDE | AGENTE CAUSAL |
|--------|--|---|---|---|---|
| Suelo | Pérdida de suelo | Es la variación de los procesos de Erosión hídrica – eólica, debido a la pérdida de la cobertura vegetal por la realización del proyecto. | Aumento de la erosión. | Preparación del sitio. | Las actividades del proyecto como son el desmonte y despalme pueden aumentar el proceso erosivo . |
| | Características fisicoquímicas (calidad) | Se refiere al riesgo que se tiene por contaminar los suelos con residuos sólidos y líquidos, lo cual puede influir en las características físicas o químicas actuales del suelo, considerando que, al retirar la capa vegetal, la capa superficial del suelo estaría expuesta. | Posible contaminación de suelo. | Preparación del sitio. Construcción. Operación y mantenimiento. | El despalme y desmonte del proyecto generará un cambio en la calidad del suelo. Durante las diferentes actividades del proyecto, la inadecuada gestión de los residuos tanto líquidos como sólidos pueden generar contaminación del suelo y así generar cambios en sus características físico y/o químicas. |
| Fauna | Riqueza - Abundancia | Entendiéndose como la variación del número de especies en un área particular. Se refiere a la variación de la cantidad de ejemplares de una misma especie. En ambos casos la cobertura forestal está ligada fuertemente con la riqueza y abundancia de especies de fauna silvestre. | Disminución de abundancia y riqueza de fauna en el sitio. | Preparación del sitio. Operación y mantenimiento. | Las actividades de desmonte y despalme generará la disminución del hábitat de fauna, repercutiendo negativamente en la abundancia y/o riqueza de fauna. Así mismo, durante dichas actividades la emisión de ruido propiciará el ahuyentamiento de la fauna del sitio del proyecto. Cabe mencionar que las actividades del proyecto se ejecutarán en un sitio cercado y con vegetación secundaria, en el que atraviesan dos líneas eléctricas y está ubicado de un parque acuático, un camino, dos líneas férreas (S y V), y el rancho "Torreón del molino" propiedad de la Universidad Veracruzana donde se desarrollan actividades pecuarias. |
| | Hábitat | El desmonte afectará principalmente hábitats y refugio para la fauna presente, además se tendrá como impacto la reducción de las fuentes de alimento, ya que con el desmonte se verá reducida la cantidad de especies que aportan la fuente esencial de nutrimentos. | Reducción del hábitat | Preparación del sitio. | El desmonte es la principal causa de la fragmentación del hábitat que afecta la conexión de los corredores biológicos. Teniendo en cuenta que el sitio sujeto a CUSTF se ubica en un sitio cercado y con vegetación secundaria, ubicado cerca de una línea eléctrica, un parque acuático, un camino, dos vías férreas (S y V), y en dirección Sur Oeste se encuentran predios delimitados con cercado electrificado, no se considera como impacto potencial. |
| Flora | Riqueza - Abundancia | La riqueza se define como el número de especies presentes en una comunidad y se utiliza como indicador ante disturbios. La abundancia es el número de especímenes de una especie que se | Disminución de la riqueza y abundancia de flora. | Preparación del sitio. | El desmonte (derribo de vegetación) del área del proyecto generará la disminución de la riqueza y abundancia de la flora en el área del proyecto. |

| FACTOR | ATRIBUTO | DESCRIPCIÓN | IMPACTO | ETAPA DEL PROYECTO EN QUE INCIDE | AGENTE CAUSAL |
|--------------------------|-----------------------------|--|--|---|--|
| | | registran dentro de las unidades de muestreo. | | | |
| | Cobertura vegetal | Es la capa de vegetación natural que cubre la superficie terrestre, comprendiendo una amplia gama de biomasas con diferentes características fisonómicas y ambientales que van desde pastizales hasta las áreas cubiertas por bosques naturales. | Disminución de la cobertura de flora. | Preparación del sitio. | El desmonte (derribo de vegetación) del área del proyecto generará la disminución de cobertura de la flora en el área del proyecto. |
| Social/ Económico | Empleo | Se entiende como la variación de la cantidad de puestos de trabajo. | Generación de empleos. | Preparación del sitio. Construcción. Operación y mantenimiento. | Durante las actividades del proyecto, se generarán empleos, directos e indirectos, impactando a nivel local. |
| | Salud pública | Con la construcción de las obras de encauzamiento se pueden prevenir enfermedades atribuibles a un saneamiento deficiente. | Reducción de aguas negras estancadas. | Construcción. | Se construirán obras de encauzamiento para separar y dar salida a las tres aportaciones pluviales y aguas negras que afectan al área del proyecto. |
| Paisaje | Estructura / calidad | Relacionado principalmente con la percepción humana sobre la integración - interacción del medio biótico, abiótico y antrópico | Cambio en la estructura y/o calidad del paisaje. | Preparación del sitio. Construcción. Operación y mantenimiento. | El desmonte y despalme, así como la operación del proyecto, generarán cambios en la estructura del paisaje, sin embargo, teniendo en cuenta las características actuales del área del proyecto y las actividades colindantes, no se prevé un cambio significativo. |

V.2.1. INDICADORES DE IMPACTO Y DE CAMBIO CLIMÁTICO

Una definición genéricamente utilizada del concepto indicador establece que éste es “un elemento del medio ambiente afectado, o potencialmente afectado, por un agente de cambio” (Ramos, 1987). En esta guía se sugiere que se considere a los indicadores como índices cuantitativos o cualitativos que permitan evaluar la dimensión de las alteraciones que podrán producirse como consecuencia del establecimiento de un proyecto o del desarrollo de una actividad.

Para ser útiles, los indicadores de impacto deben cumplir, al menos, los siguientes requisitos:

- 1) **Representatividad:** se refiere al grado de información que posee un indicador respecto al impacto global de la obra.
- 2) **Relevancia:** la información que aporta es significativa sobre la magnitud e importancia del impacto.
- 3) **Excluyente:** no existe una superposición entre los distintos indicadores.
- 4) **Cuantificable:** medible siempre que sea posible en términos cuantitativos.
- 5) **Fácil identificación:** definidos conceptualmente de modo claro y conciso.

En la siguiente tabla, se presentan los indicadores de los impactos presentes durante todas las etapas que contempla en proyecto en los factores ambientales, puesto que estos indicadores pueden variar según en la etapa en que se encuentre el proceso de desarrollo del proyecto o actividad que se evalúa.

Tabla 7. Criterios que componen la matriz de importancia.

| FACTOR | IMPACTO | INDICADOR DE IMPACTO |
|--------------------|---|--|
| Flora | Disminución de la riqueza y abundancia de especies. | Número de especies de flora por afectar. |
| | Disminución de la cobertura Vegetal. | Porcentaje de la superficie alterada de la vegetación del SAR. |
| Fauna | Disminución de abundancia y riqueza de fauna. | Número de especies de fauna por afectar (Cualitativo y relativo). |
| | Reducción del Hábitat. | Remoción de la cobertura vegetal dentro del área del proyecto. |
| Suelo | Perdida de suelo. | Incremento de la pérdida potencial de suelo con la ejecución del proyecto en toneladas/hectárea/año, |
| | Cambio de características físico químicas | Cantidad de maquinaria y vehículos presente en cada etapa del proyecto. |
| Agua | Disminución en la infiltración. | Disminución de la infiltración con la ejecución del proyecto en metros cúbicos. |
| | Disminución de la calidad del agua. | Cantidad de maquinaria y vehículos presente en cada etapa del proyecto. |
| Aire | Disminución de la calidad del aire. | Numero de maquinaria y vehículos presentes en cada etapa del proyecto. |
| | Reducción de emisiones. | Número de viajes ferroviarios entre las líneas S y V, beneficiados por la construcción de la conexión. |
| | Emisiones de ruido. | Numero de maquinaria, vehículos y paso del ferrocarril presentes en el área del proyecto. |
| Social / Económico | Generación de empleos. | Número de empleos directos e indirectos generados. |
| | Cambio en el uso de suelo. | Beneficios sociales. |
| Paisaje | Cambio en la Estructura/ Calidad. | Presencia de la perspectiva visual original dentro del área del proyecto. |

V.3. VALORACIÓN DE IMPACTOS

En general, los impactos ambientales de los proyectos registran distintas magnitudes. En este sentido la magnitud de estos impactos depende del tipo de obra, las técnicas a emplear, el sistema ambiental y las acciones de prevención y mitigación de impactos. Específicamente los proyectos que requieren remoción de la vegetación tienen impacto hacia los recursos naturales (flora y fauna) principalmente, sin embargo, con las medidas pertinentes es posible minimizar y/o compensar los impactos que la actividad genera.

Por lo tanto, se procedió a realizar la ponderación de impactos mediante una matriz de importancia con el Método de Conesa simplificado (Conesa, 2009): enfocada a los impactos negativos identificados previamente. En la matriz, las columnas representan la actividad y las filas los criterios ambientales de evaluación. Los criterios que se evalúan en la matriz se muestran en la tabla 8.

Tabla 8. Criterios que componen la matriz de importancia.

| CRITERIOS | | DESCRIPCIÓN | RANGO |
|-----------------------|-----|---|------------------------|
| Naturaleza | +/- | Carácter benéfico/positivo o adverso/negativo de las acciones que actúan sobre los elementos del sistema. | + - |
| Intensidad | IN | Grado de incidencia de la acción sobre el factor en el ámbito específico en el que actúa. <ul style="list-style-type: none"> • Baja (no altera las funciones normales del sistema) • Media • Alta (alteración notable) • Muy alta • Total | 1 2 4 8 12 |
| Extensión | EX | Área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno de la actividad. <ul style="list-style-type: none"> • Puntual (efecto localizado – área de acción) • Parcial • Extensa • Total (efecto en todo el sistema ambiental del proyecto) | 1 2 4 8 |
| Momento | MO | Señala el tiempo entre la aparición de la acción que produce el impacto y el comienzo de las afectaciones sobre el elemento del sistema. <ul style="list-style-type: none"> • Corto plazo (menor de un año) • Mediano plazo (1 a 5 años) • Largo plazo (más de 5 años) | 4 2 1 |
| Persistencia | PE | Tiempo que permanecerá el efecto desde su aparición y a partir del cual el elemento ambiental retornará a sus condiciones iniciales. <ul style="list-style-type: none"> • Fugaz • Temporal • Permanente | 1 2 4 |
| Reversibilidad | RV | Posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medio de natural. <ul style="list-style-type: none"> • Corto plazo • Mediano plazo (parcialmente reversible) • Irreversible (no puede retornar a su estado inicial) | 1 2 4 |
| Sinergia | SI | Se refiere a que el efecto global de dos o más efectos simples es mayor a la suma de ellos. <ul style="list-style-type: none"> • Simple • Sinérgico | |

| CRITERIOS | | DESCRIPCIÓN | RANGO |
|-----------------|----|---|------------------|
| | | <ul style="list-style-type: none"> Muy Sinérgico | 1 2 4 |
| Recuperabilidad | MC | La posibilidad de reconstrucción del factor afectado, por medio de la intervención humana. <ul style="list-style-type: none"> Inmediato Medio Plazo Mitigable Irrecuperable | 1 2 4 8 |
| Acumulación | AC | Incremento progresivo de la manifestación del efecto. <ul style="list-style-type: none"> Simple (no acumulativo) Acumulativo | 1 4 |
| Efecto | EF | Forma de manifestarse el efecto sobre el elemento ambiental. <ul style="list-style-type: none"> Indirecto (se produce a partir de un efecto primario) Directo (incidencia inmediata) | 1 4 |
| Periodicidad | PR | Se refiere a la regularidad de la manifestación del efecto. <ul style="list-style-type: none"> Irregular Periódico Continuo | 1 2 4 |

En la matriz de ponderación (Tabla 10) se determinaron los valores de los factores, posteriormente se calculó la importancia de las consecuencias ambientales del impacto, para lo cual se utilizó la siguiente ecuación (Conesa, 2009):

$$\text{Importancia del Impacto (I)} = 3\text{IN} + 2\text{EX} + \text{MO} + \text{PE} + \text{MC} + \text{RV} + \text{SI} + \text{AC} + \text{EF} + \text{PR}$$

Considerando los valores asignados a cada criterio, la importancia del impacto puede oscilar entre las 13 y 100 unidades, dicha rango de valores se clasificó de la siguiente manera (Conesa, 2009):

Tabla 9. Clasificación de valores de importancia.

| SIGNIFICANCIA | UNIDADES |
|-------------------------|------------|
| Irrelevante/ Compatible | Menor a 25 |
| Moderado | 25 – 49 |
| Severo | 50 - 75 |
| Crítico | Mayor a 75 |

Tabla 10. Matriz de ponderación de impactos ambientales negativos y positivos del proyecto.

| Factor | Atributo | Impacto | Ponderación del impacto | | | | | | | | | | | Valor de Importancia | Importancia |
|----------------------|----------------------------------|--|-------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----------------------|-------------|
| | | | Clase | IN | EX | MO | PE | RV | SI | AC | EF | PR | MC | | |
| Agua | Calidad del agua | Disminución de la calidad del agua. | - | 1 | 1 | 4 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 19 | Compatible |
| | Infiltración | Disminución en la infiltración. | - | 4 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 4 | 4 | 37 | Moderado |
| Aire | Calidad del aire | Disminución de la calidad del aire. | - | 1 | 2 | 4 | 2 | 2 | 1 | 1 | 4 | 1 | 2 | 24 | Compatible |
| | Reducción de emisiones | Reducción de emisiones | + | 1 | 1 | 2 | 4 | 1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 2 | 22 | Compatible |
| | Emisiones de ruido | Emisiones de ruido | - | 1 | 1 | 4 | 2 | 2 | 1 | 1 | 4 | 2 | 1 | 22 | Compatible |
| Suelo | Perdida de suelo (erosión) | Pérdida de suelo | - | 4 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 4 | 33 | Moderado |
| | Calidad del suelo | Posible contaminación del suelo | - | 1 | 1 | 4 | 2 | 1 | 2 | 1 | 4 | 1 | 2 | 22 | Compatible |
| Fauna | Riqueza – Abundancia (fauna) | Disminución de abundancia y riqueza de fauna. | - | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 25 | Moderado |
| | Reducción del Hábitat | Reducción del Hábitat. | - | 4 | 2 | 4 | 4 | 2 | 2 | 1 | 1 | 4 | 4 | 38 | Moderado |
| Flora | Riqueza – Abundancia (flora) | Disminución de la riqueza y abundancia de flora. | - | 4 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 1 | 4 | 4 | 4 | 39 | Moderado |
| | Cobertura Vegetal | Disminución de la cobertura Vegetal. | - | 4 | 2 | 4 | 4 | 4 | 2 | 1 | 4 | 4 | 4 | 43 | Moderado |
| Social/ Económico | Empleo | Generación de empleos. | + | 2 | 2 | 4 | 2 | 1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 1 | 26 | Moderado |
| | Aguas negras | Reducción de aguas negras estancadas | + | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 4 | 4 | 2 | 26 | Moderado |
| Paisaje | Estructura - Calidad del paisaje | Cambio en la Estructura/ Calidad. | - | 2 | 2 | 4 | 4 | 4 | 2 | 1 | 1 | 4 | 4 | 34 | Moderado |

Del total de impactos, el 64.29 % se encuentra en la categoría de moderados, mientras que el 35.71 % son compatibles (Tabla 11). Cabe destacar que no se tienen impactos clasificados como severos ni críticos.

Tabla 11. Resumen de la Matriz de importancia.

| IMPACTO | NÚMERO DE IMPACTOS - | PORCENTAJE DEL TOTAL |
|--------------|----------------------|----------------------|
| Compatible | 5 | 35.71% |
| Moderado | 9 | 64.29% |
| Severo | - | - |
| Crítico | - | - |
| Total | 14 | 100% |

En la siguiente tabla, se presentan los valores de importancia y rango de importancia, por atributo e impacto de cada factor ambiental.

Tabla 12. Impactos con valor de importancia (VI).

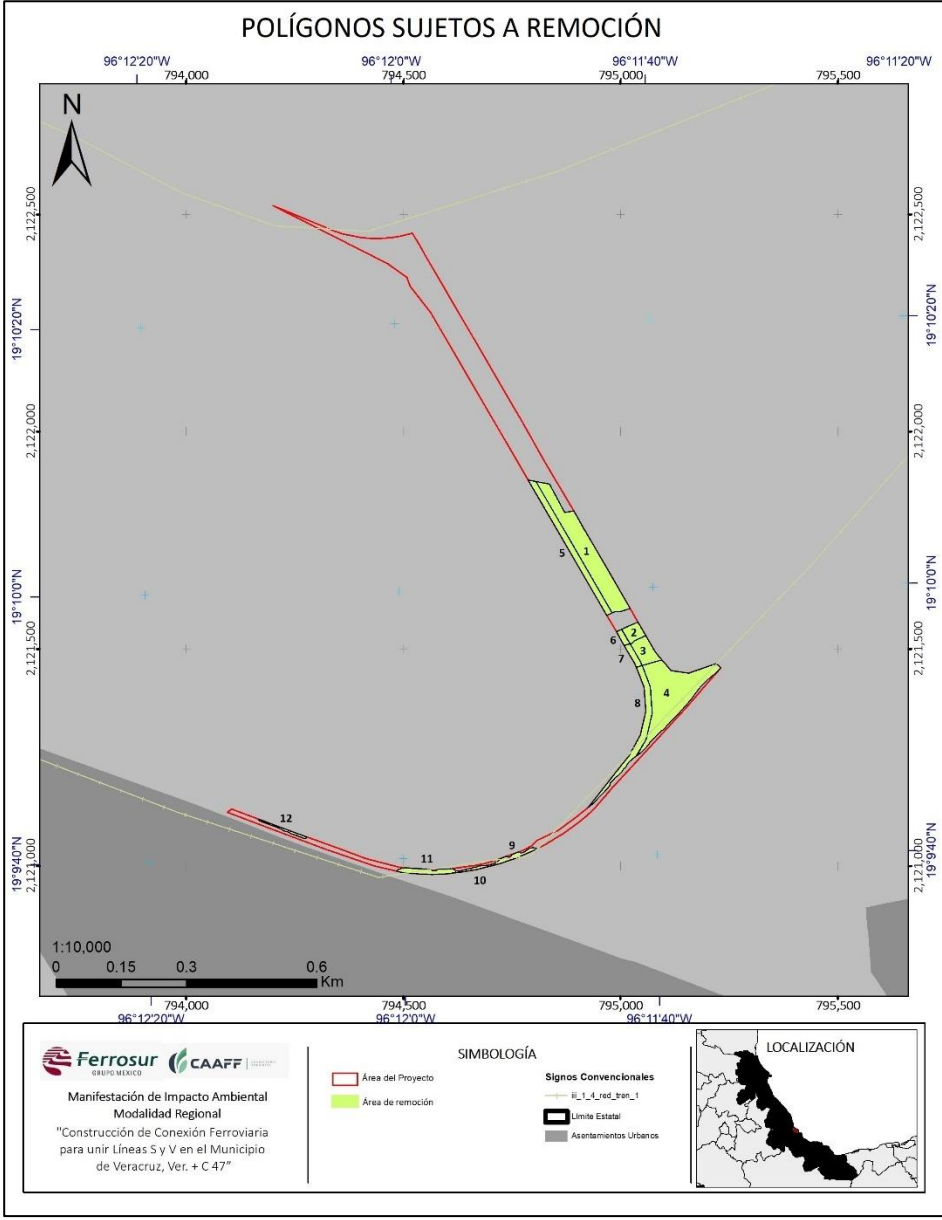
| FACTOR | ATRIBUTO | IMPACTO | VALOR DE IMPORTANCIA | IMPORTANCIA |
|----------------------|--|---|----------------------|-------------|
| Agua | Calidad del agua | Disminución de la calidad del agua. | 19 | Compatible |
| | Infiltración | Disminución en la infiltración. | 37 | Moderado |
| Aire | Calidad del aire | Disminución de la calidad del aire. | 24 | Compatible |
| | | Reducción de emisiones | 22 | Compatible |
| | Emisiones de ruido | Emisiones de ruido | 22 | Compatible |
| Suelo | Perdida de suelo | Aumento de la erosión | 33 | Moderado |
| | Característica fisicoquímica (Calidad) | Posible contaminación del suelo | 22 | Compatible |
| Fauna | Riqueza – Abundancia | Disminución de abundancia y riqueza de fauna en el sitio. | 25 | Moderado |
| | Reducción del Hábitat | Reducción del Hábitat. | 38 | Moderado |
| Flora | Riqueza – Abundancia | Disminución de la riqueza y abundancia de flora. | 39 | Moderado |
| | Cobertura vegetal | Disminución de la cobertura de flora. | 43 | Moderado |
| Social/ Económico | Empleo | Generación de empleos. | 26 | Moderado |
| | Salud pública | Reducción de aguas negras estancadas | 26 | Moderado |
| Paisaje | Estructura/Calidad | Estructura/ Calidad. | 34 | Moderado |

V.3.1. ANÁLISIS DE IMPACTOS

De acuerdo con el Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, en la Fracción IX del Artículo 3º, se entiende por impacto ambiental significativo:

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.


Tabla 13. Análisis de impacto de flora.

| FACTOR | FLORA | ATRIBUTO | RIQUEZA Y ABUNDANCIA DE ESPECIES |
|---|---|----------|----------------------------------|
| Impacto | Disminución de la riqueza y abundancia de especies. | | |
| Agente causal: | Desmonte. | | |
| Descripción de Impacto | La riqueza se define como el número de especies presentes en una comunidad y se utiliza como indicador de la reducción de especies como respuesta ante disturbios. La abundancia es el número de especímenes de una especie que se registran dentro de un área determinada. | | |
| | El proyecto contempla actividades que implican la remoción de cobertura forestal en un área total de 4.485 ha. El desmonte o se pretende realizar en 6 meses. | | |
| <p style="text-align: center;">POLÍGONOS SUJETOS A REMOCIÓN</p>  <p style="text-align: center;">Plano de los polígonos sujetos a remoción.</p> | | | |

| Indicador | <p>El indicador del impacto para este caso es el número de especies de flora por afectar. No obstante, las especies están bien representadas en el sistema ambiental regional, por lo que se disminuye el número de especies en el sitio del proyecto, pero no se afecta la permanencia de estas especies en la región.</p> <p>En el SAR se encontraron e identificaron mediante sitios de muestreo un total de 93 especies en 3 diferentes estratos (arbóreo, arbustivo y herbáceo) de una vegetación del tipo selva baja caducifolia y tular, de las cuales 47 especies se encuentran en el área de remoción de vegetación. Por lo que no existen especies únicas en el área del proyecto o que se ponga en riesgo la población de alguna especie.</p> <p>Comparativo de riqueza y biodiversidad entre el área del proyecto y SAR.</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|---|------------------|--------------------------|--------------------|---------|-------------------------|--|-------------------------|--|------------|-----|------------|-----|------------------------------|---------|----|----|-----|-----|-----------|----|----|-----|-----|----------|---|----|-----|-----|-------|---------|---|---|---|---|-----------|---|---|-----|-----|----------|---|----|-----|
| | <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">TIPO DE VEGETACIÓN</th> <th rowspan="2">ESTRATO</th> <th colspan="2">RIQUEZA ESPECIES</th> <th colspan="2">ÍNDICE DE BIODIVERSIDAD</th> </tr> <tr> <th>ÁREA CUSTF</th> <th>CHF</th> <th>ÁREA CUSTF</th> <th>CHF</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">SELVA BAJA CADUCIFOLIA (SBC)</td> <td>Arbóreo</td> <td>16</td> <td>34</td> <td>2.3</td> <td>2.7</td> </tr> <tr> <td>Arbustivo</td> <td>17</td> <td>25</td> <td>2.5</td> <td>2.7</td> </tr> <tr> <td>Herbáceo</td> <td>6</td> <td>19</td> <td>1.3</td> <td>2.5</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">TULAR</td> <td>Arbóreo</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Arbustivo</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>0.7</td> <td>0.9</td> </tr> <tr> <td>Herbáceo</td> <td>6</td> <td>12</td> <td>1.4</td> <td>1.8</td> </tr> </tbody> </table> <p>Se afectarán un total de 1,514 individuos de árboles de 16 especies diferentes, de las cuales ninguna se ubica en los listados de las especies en categoría de riesgo de la NOM-059 – SEMARNAT-2010.</p> | | | TIPO DE VEGETACIÓN | ESTRATO | RIQUEZA ESPECIES | | ÍNDICE DE BIODIVERSIDAD | | ÁREA CUSTF | CHF | ÁREA CUSTF | CHF | SELVA BAJA CADUCIFOLIA (SBC) | Arbóreo | 16 | 34 | 2.3 | 2.7 | Arbustivo | 17 | 25 | 2.5 | 2.7 | Herbáceo | 6 | 19 | 1.3 | 2.5 | TULAR | Arbóreo | - | - | - | - | Arbustivo | 2 | 3 | 0.7 | 0.9 | Herbáceo | 6 | 12 | 1.4 |
| TIPO DE VEGETACIÓN | ESTRATO | RIQUEZA ESPECIES | | | | ÍNDICE DE BIODIVERSIDAD | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | ÁREA CUSTF | CHF | ÁREA CUSTF | CHF | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SELVA BAJA CADUCIFOLIA (SBC) | Arbóreo | 16 | 34 | 2.3 | 2.7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Arbustivo | 17 | 25 | 2.5 | 2.7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Herbáceo | 6 | 19 | 1.3 | 2.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TULAR | Arbóreo | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Arbustivo | 2 | 3 | 0.7 | 0.9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Herbáceo | 6 | 12 | 1.4 | 1.8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Significancia | <p>Es un impacto de intensidad baja en donde todas las especies por afectar en el área de proyecto se encuentran representadas en el SAR; con efecto reversible con las actividades de mitigación y compensación incluidas en el Programa de rescate y reubicación de flora ANEXO 11.32 que favorecen la repoblación de las mismas especies con lo que se reducirá la intensidad del impacto, por lo que el impacto se considera de efecto inmediato, reversible, mitigable y de extensión parcial, por lo que se valoró como un impacto Moderado. Para los individuos que serán removidos, se seguirá el Plan de Manejo de residuos vegetales (ANEXO 11.37).</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FACTOR | FLORA | ATRIBUTO | Cobertura Vegetal | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Impacto | Disminución de la cobertura Vegetal. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Agente causal: | Desmante. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Descripción de Impacto | <p>Uno de los impactos más importantes que se genera con la remoción de la vegetación es la propia eliminación de la cubierta vegetal, pues a partir de este impacto sobre la vegetación, se ocasionan impactos a otros recursos y procesos naturales. Pero este impacto es mitigable y/o compensable a mediano plazo, dado que existe la posibilidad de que se pueda reforestar en un predio de compensación distinto al sitio del proyecto, atenuando el impacto a nivel del SAR y restaurando los procesos naturales.</p> <p>El proyecto requiere la remoción de vegetación de 4.485 ha, con vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia y tular.</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Indicador | <p>Superficie que presentará el área del proyecto.</p> <ul style="list-style-type: none"> Sistema ambiental del proyecto (SAR): 19,043.577 ha Remoción de la vegetación en el AP: 4.485 ha <p>A nivel del SAR se tiene como cubierta natural (vegetación forestal) una superficie de 4,094.301 ha, lo que representa el 21.50% del área del SAR. Específicamente, la vegetación de selva baja caducifolia se encuentra representada en el 7.02% (13,37.846 ha) de la superficie del SAR siendo el tipo de vegetación de mayor extensión en el SAR.</p> <p>El porcentaje de la superficie con remoción de vegetación con relación a la superficie con vegetación forestal en el SAR:</p> <p>% Superficie alterada de vegetación forestal SAR = (4.485 / 4,094.301) * 100 = 0.110%</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Significancia | <p>A pesar del indicador relativamente bajo con relación a la vegetación de SBC presente en el SAR, el valor de este impacto con relación a la superficie del proyecto se considera Moderado, dado que es sinérgico, directo, continuo, sin embargo, es mitigable. En este sentido, es necesario definir medidas de mitigación y compensación ante esta actividad. Se señala que el proyecto prevé un área de reforestación de 4.5 ha como compensación en un sitio distinto al del proyecto, estas actividades se describen el Programa de Reforestación del Predio Adicional ANEXO 11.34.</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Tabla 14. Análisis de impacto de fauna.

| FACTOR | FAUNA | ATRIBUTO | DIVERSIDAD - ABUNDANCIA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|--|----------|-------------------------|-----|-----|--|--|--|--|-------|------------------|--|-------------------------|--|------------|-----|------------|-----|------|----|----|-----|-----|-----------|---|---|-----|-----|----------|---|----|-----|-----|----|--|--|--|--|-------|------------------|--|-------------------------|--|------------|-----|------------|-----|------|----|----|-----|-----|-----------|---|---|-----|-----|----------|---|---|---|-----|----|--|--|--|--|-------|------------------|--|-------------------------|--|------------|-----|------------|-----|------|---|----|-----|-----|-----------|---|---|-----|-----|----------|---|---|-----|----|
| Impacto | Disminución de abundancia y riqueza de fauna. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Agente causal: | Desmante, construcción, operación y mantenimiento. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Descripción de Impacto | <p>La diversidad se puede entender como la variación del número de especies en un área particular. La abundancia se refiere a la variación de la cantidad de ejemplares de una misma especie. En ambos casos la cobertura forestal está ligada fuertemente con estos parámetros de las especies de fauna silvestre.</p> <p>En este sentido, resultado de los cambios en el medio por la ejecución del proyecto se verá reducido el hábitat de la fauna, que se verá desplazada, disminuyendo la abundancia de fauna en el sitio del proyecto. Así mismo, la presencia de maquinaria pesada y trabajadores en los sitios con cobertura natural provoca que la fauna tienda a buscar refugio en áreas aledañas más seguras, lo anterior resultado de la alteración del ambiente sonoro provocado por la operación de maquinaria.</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Indicador | <p>El indicador para este tipo de impacto es cualitativo y relativo en virtud de que la fauna potencial identificada para el sitio es transitoria y el desplazamiento de la fauna se dará a las áreas naturales adyacentes a las que se verán afectadas, pudiendo emigrar la mayoría de las especies sin dificultad.</p> <p>De acuerdo con los trabajos en campo, se identificaron 92 especies en el sistema ambiental regional de las cuales 63 se registraron el área del proyecto.</p> <p align="center">Riqueza específica e Índice de biodiversidad por grupo faunístico a nivel SAR y área de proyecto.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="5">SBC</th> </tr> <tr> <th rowspan="2">Grupo</th> <th colspan="2">RIQUEZA ESPECIES</th> <th colspan="2">ÍNDICE DE BIODIVERSIDAD</th> </tr> <tr> <th>ÁREA CUSTF</th> <th>CHF</th> <th>ÁREA CUSTF</th> <th>CHF</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Aves</td> <td>24</td> <td>30</td> <td>2.9</td> <td>3.1</td> </tr> <tr> <td>Mamíferos</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>1.2</td> <td>1.2</td> </tr> <tr> <td>Reptiles</td> <td>5</td> <td>10</td> <td>1.3</td> <td>2.1</td> </tr> <tr> <th colspan="5">PI</th> </tr> <tr> <th rowspan="2">Grupo</th> <th colspan="2">RIQUEZA ESPECIES</th> <th colspan="2">ÍNDICE DE BIODIVERSIDAD</th> </tr> <tr> <th>ÁREA CUSTF</th> <th>CHF</th> <th>ÁREA CUSTF</th> <th>CHF</th> </tr> <tr> <td>Aves</td> <td>13</td> <td>21</td> <td>2.3</td> <td>2.9</td> </tr> <tr> <td>Mamíferos</td> <td>3</td> <td>5</td> <td>0.9</td> <td>1.2</td> </tr> <tr> <td>Reptiles</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>1</td> <td>1.1</td> </tr> <tr> <th colspan="5">VT</th> </tr> <tr> <th rowspan="2">Grupo</th> <th colspan="2">RIQUEZA ESPECIES</th> <th colspan="2">ÍNDICE DE BIODIVERSIDAD</th> </tr> <tr> <th>ÁREA CUSTF</th> <th>CHF</th> <th>ÁREA CUSTF</th> <th>CHF</th> </tr> <tr> <td>Aves</td> <td>6</td> <td>11</td> <td>1.7</td> <td>2.2</td> </tr> <tr> <td>Mamíferos</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>0.6</td> <td>0.7</td> </tr> <tr> <td>Reptiles</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>1.0</td> <td>1.</td> </tr> </tbody> </table> <p>El área propuesta para el proyecto se encuentra fragmentada y cierta medida degradada. Por tanto, la fauna presente en el sitio es menor en comparación a otros sitios en el SAR.</p> | | | | SBC | | | | | Grupo | RIQUEZA ESPECIES | | ÍNDICE DE BIODIVERSIDAD | | ÁREA CUSTF | CHF | ÁREA CUSTF | CHF | Aves | 24 | 30 | 2.9 | 3.1 | Mamíferos | 4 | 5 | 1.2 | 1.2 | Reptiles | 5 | 10 | 1.3 | 2.1 | PI | | | | | Grupo | RIQUEZA ESPECIES | | ÍNDICE DE BIODIVERSIDAD | | ÁREA CUSTF | CHF | ÁREA CUSTF | CHF | Aves | 13 | 21 | 2.3 | 2.9 | Mamíferos | 3 | 5 | 0.9 | 1.2 | Reptiles | 3 | 4 | 1 | 1.1 | VT | | | | | Grupo | RIQUEZA ESPECIES | | ÍNDICE DE BIODIVERSIDAD | | ÁREA CUSTF | CHF | ÁREA CUSTF | CHF | Aves | 6 | 11 | 1.7 | 2.2 | Mamíferos | 2 | 2 | 0.6 | 0.7 | Reptiles | 3 | 4 | 1.0 | 1. |
| SBC | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Grupo | RIQUEZA ESPECIES | | ÍNDICE DE BIODIVERSIDAD | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ÁREA CUSTF | CHF | ÁREA CUSTF | CHF | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Aves | 24 | 30 | 2.9 | 3.1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mamíferos | 4 | 5 | 1.2 | 1.2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Reptiles | 5 | 10 | 1.3 | 2.1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PI | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Grupo | RIQUEZA ESPECIES | | ÍNDICE DE BIODIVERSIDAD | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ÁREA CUSTF | CHF | ÁREA CUSTF | CHF | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Aves | 13 | 21 | 2.3 | 2.9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mamíferos | 3 | 5 | 0.9 | 1.2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Reptiles | 3 | 4 | 1 | 1.1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| VT | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Grupo | RIQUEZA ESPECIES | | ÍNDICE DE BIODIVERSIDAD | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ÁREA CUSTF | CHF | ÁREA CUSTF | CHF | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Aves | 6 | 11 | 1.7 | 2.2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mamíferos | 2 | 2 | 0.6 | 0.7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Reptiles | 3 | 4 | 1.0 | 1. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| FACTOR | FAUNA | ATRIBUTO | DIVERSIDAD - ABUNDANCIA |
|------------------------|-------|---|--|
| | |  | <p>Imagen Satelital del área del proyecto (rojo), ubicado entre las líneas férreas S y V, campos ganaderos, y asentamientos humanos.</p> <p>Considerando los índices de biodiversidad en cada uno de los cuatro grupos de vertebrados registrados en las unidades de análisis como lo son el SAR y a nivel del sitio del proyecto, se concluye que en el área sujeta a la remoción de la vegetación no se encuentran especies únicas y las existentes se encuentran bien representadas a nivel de sistema ambiental regional, en donde se tienen mejores valores de riqueza y biodiversidad.</p> |
| Significancia | | | <p>De acuerdo con las consideraciones antes mencionadas la fauna no se verá comprometida con la ejecución del proyecto, toda vez que las especies que se encuentran presentes en el sitio tienen una amplia distribución en el sistema ambiental regional. Es un impacto Moderado, por ser de intensidad notable y extensión parcial. Teniendo en cuenta las acciones de restauración y compensación del sitio será posible mitigar parcialmente el impacto mediante el Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna ANEXO 11.33.</p> |
| FACTOR | FAUNA | ATRIBUTO | Hábitat |
| Impacto | | | Reducción del Hábitat. |
| Agente causal: | | | Desmante. |
| Descripción de Impacto | | | <p>El uso de la maquinaria propiciará el estrés y ahuyentamiento de la fauna, debido al constante ruido durante las actividades de desmante y construcción. La actividad de desmante afectará principalmente hábitats y refugio para la fauna presente.</p> <p>Se tendrá como impacto la reducción de las fuentes de alimento, ya que con el desmante se verá reducida la cantidad de especies que aportan la fuente esencial de nutrientes, como semillas, para las especies.</p> |
| Indicador | | | <p>Se considera como indicador la remoción de la cobertura vegetal dentro del área del proyecto con una superficie de 4.485 ha, debido a que en esta superficie se encuentra ubicado madrigueras, nidos y fuentes de alimento para la fauna.</p> <p>Superficie que presentará el área con vegetación en el AP.</p> <ul style="list-style-type: none"> Superficie con cobertura forestal en SAR: 4,094.301 ha |

| FACTOR | FAUNA | ATRIBUTO | DIVERSIDAD - ABUNDANCIA |
|----------------------|--|----------|-------------------------|
| | <ul style="list-style-type: none"> Superficie con cobertura forestal en el AP: 4.485 ha <p>La superficie donde se localiza la vegetación dentro del área del proyecto (4.485 ha) representa el 0.110% de la superficie con vegetación dentro del SAR (4,094.301 ha).</p> | | |
| Significancia | <p>La fauna es uno de los componentes que se verá afectado principalmente en las actividades correspondientes a la preparación del sitio, debido a que una vez que se removerá la vegetación forestal en sus diferentes estratos reduciendo el hábitat que funge como refugio y reduciendo a su vez las fuentes de alimento para algunas especies. Este impacto tiene un valor de significancia Moderado.</p> <p>Se contempla un Programa de rescate y reubicación de fauna en el que se indica que, en caso de encontrar alguna especie enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y que sean de lento desplazamiento, se dará especial atención. Además, se ahuyentarán todas las especies presentes en todas las actividades del proyecto ANEXO 11.33.</p> | | |

Tabla 15. Análisis de impacto del suelo.

| FACTOR | SUELO | ATRIBUTO | EROSIÓN | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|--|----------------------------------|---------|------------------|----------------------------|----------------------------------|-----------------|--------|---------|----------------|-------|-------|----------------------|---------------|----------------|
| Impacto | Pérdida de suelo. | | | | | | | | | | | | | | |
| Agente causal: | Despalme y desmonte. | | | | | | | | | | | | | | |
| Descripción de Impacto | <p>La erosión es la remoción del suelo por la acción de agentes físicos, como el agua o el viento, por las cuales las capas superiores y más fértiles dan paso a las pedregosas y áridas. La intemperización de las áreas expuestas por el desmonte y los movimientos de tierras las hace susceptibles de proceso erosivos, tanto de índole eólica como hídrica en el temporal de lluvias.</p> <p>En el proyecto existen actividades que implican la remoción total del suelo, y/o propiciarán el aumento en los procesos erosivos tanto hídrica como eólica. El proyecto contempla el desmonte de 4.485 ha.</p> | | | | | | | | | | | | | | |
| Indicador | <p>Se utiliza como indicador el incremento de la pérdida potencial de suelo con la ejecución del proyecto en toneladas/hectárea/año, con base en la estimación realizada con la ecuación universal de pérdida de suelo y la ecuación desarrollada por la FAO para la erosión eólica que se describió en el capítulo IV del presente estudio, con base a las dimensiones del proyecto se prevé una erosión de:</p> <p align="center">Incremento de la Erosión por la ejecución del proyecto.</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>CLASE DE EROSIÓN</th> <th>ESCENARIO ACTUAL (TON/AÑO)</th> <th>ESCENARIO CON PROYECTO (TON/AÑO)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Erosión hídrica</td> <td align="center">10.334</td> <td align="center">110.108</td> </tr> <tr> <td>Erosión eólica</td> <td align="center">0.024</td> <td align="center">0.259</td> </tr> <tr> <td>Erosión total</td> <td align="center">10.358</td> <td align="center">110.367</td> </tr> </tbody> </table> <p>Para estimar la magnitud del impacto se cuantifica el aumento de la erosión por la actividad del desmonte o remoción de la vegetación del área del proyecto, sin medidas de mitigación o restauración, se obtuvo que en la actualidad el nivel promedio de la erosión es de 10.358 ton/año que se encuentra clasificada con un nivel moderado (Clasificación Loredo et al., 2007) y con la ejecución del proyecto que es el retiro de la cobertura vegetal natural, este valor se incrementaría a 110.367 ton/año clasificada como severo (Clasificación Loredo et al., 2007), es decir, se tendría un incremento potencial de 100.009 ton/año de pérdida de suelo, sin medidas de mitigación.</p> <p>Lo anterior, en las 4.485 ha de el área del proyecto representa una pérdida potencial de 100.009 ton/año como indicador del impacto en la pérdida de suelo, en el caso que toda la superficie se desmontara al mismo tiempo y sin medidas de mitigación.</p> | | | CLASE DE EROSIÓN | ESCENARIO ACTUAL (TON/AÑO) | ESCENARIO CON PROYECTO (TON/AÑO) | Erosión hídrica | 10.334 | 110.108 | Erosión eólica | 0.024 | 0.259 | Erosión total | 10.358 | 110.367 |
| CLASE DE EROSIÓN | ESCENARIO ACTUAL (TON/AÑO) | ESCENARIO CON PROYECTO (TON/AÑO) | | | | | | | | | | | | | |
| Erosión hídrica | 10.334 | 110.108 | | | | | | | | | | | | | |
| Erosión eólica | 0.024 | 0.259 | | | | | | | | | | | | | |
| Erosión total | 10.358 | 110.367 | | | | | | | | | | | | | |
| Significancia | La remoción de la vegetación incrementará la erosión en 100.009 ton/año. | | | | | | | | | | | | | | |

| | La superficie del proyecto que registrará descapote es de 4.485 ha . A nivel SAR, el impacto no sitúa en riesgo la viabilidad de este, al ser de carácter puntual. Sin embargo, en el sitio del proyecto se considera como impacto Moderado , por ser intenso e inmediato, sin embargo, dadas las características el impacto puede ser mitigado y compensado, mediante las medidas propuestas en capítulos subsecuentes y en el Programa de Obras de Conservación de Suelo y Agua (ANEXO 11.36). | | |
|------------------------|---|----------|-------------------------------|
| FACTOR | SUELO | ATRIBUTO | CALIDAD Y CAPACIDAD DE CARGA. |
| Impacto | Cambio de características físico químicas | | |
| Agente causal: | Preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento. | | |
| Descripción de Impacto | El uso de maquinaria y vehículos pueden presentar problemas de derrames de combustibles o aceites, se puede presentar en todas las actividades que incluyan manejo de maquinaria y vehículos. | | |
| Indicador | Como indicador para el impacto de cambios de las características físico-químicas en el suelo se presenta en la cantidad de maquinaria y vehículos presente en cada etapa del proyecto. | | |
| Significancia | En el caso de contaminación de suelos por combustibles se llevará a cabo las medidas preventivas como lo marca la NOM-138-SSA-1-SEMARNAT-2012, se considera con un valor Moderado debido a la etapa de operación ya que se puede presentar momentos de contaminación por el paso de trenes. | | |

Tabla 16. Análisis de impacto en el agua.

| FACTOR | HIDROLOGÍA | ATRIBUTO | INFILTRACIÓN | | | | | | |
|---------------------------------------|--|------------------------------|--------------|---------------------------------------|---|------------------------------|------------|------------|------------------|
| Impacto | Disminución en la infiltración. | | | | | | | | |
| Agente causal: | Desmante y construcción. | | | | | | | | |
| Descripción de Impacto | La infiltración del agua en el subsuelo se verá reducida por el descapote. El papel que juegan los terrenos forestales en el ciclo del agua es regulador del almacenamiento y retención del agua, mediante los procesos de infiltración y la formación de agua subterránea. Por lo tanto, al ejecutar la remoción de la vegetación se verá disminuida la capacidad de infiltración del terreno. De igual manera la compactación que se realizara en la construcción del proyecto modificara la porosidad del suelo, que tiene como efecto la disminución de la capacidad de infiltración, reflejándose en el bajo crecimiento de la vegetación. | | | | | | | | |
| Indicador | <p>Indicador: Capacidad de infiltración en m³.</p> <p>Si comparamos la infiltración actual con la ejecución del proyecto (una vez hecha la remoción de la vegetación) se tendría una disminución de 3,303.006 m³ (50,159.034 – 46,856.028) volumen que se incrementa en el escurrimiento. Siendo este volumen el que se pondría en riesgo como servicio ambiental correspondiente al almacenamiento y retención de agua prestado por el área forestal solicitada para la remoción de la vegetación, si se dejara el suelo desnudo por un año, una vez realizado el desmante.</p> <p>Capacidad de infiltración en el área del proyecto en dos escenarios.</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>Infiltración actual (m³)</th> <th>Infiltración con remoción (m³)</th> <th>Diferencia (m³)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">50,159.034</td> <td style="text-align: center;">46,856.028</td> <td style="text-align: center;">3,303.006</td> </tr> </tbody> </table> | | | Infiltración actual (m ³) | Infiltración con remoción (m ³) | Diferencia (m ³) | 50,159.034 | 46,856.028 | 3,303.006 |
| Infiltración actual (m ³) | Infiltración con remoción (m ³) | Diferencia (m ³) | | | | | | | |
| 50,159.034 | 46,856.028 | 3,303.006 | | | | | | | |
| Significancia | <p>El sitio del proyecto se ubica sobre el acuífero Costera de Veracruz (3006), que de acuerdo con CONAGUA (2018) indica que el acuífero tiene una recarga anual de 293.5 millones de metros cúbicos anuales y descarga natural comprometida es de 102.5 millones de metros cúbicos. Por su parte la pérdida potencial anual de 3,303.006 m³ por la ejecución del proyecto en su totalidad representa el 0.001% de la recarga anual del acuífero.</p> <p>Teniendo en cuenta el área del proyecto, se considera que no impactará significativamente la capacidad de infiltración a nivel sistema ambiental. El impacto en infiltración se clasifica como impacto Moderado, al presentarse de forma intensa, pero puntual y parcialmente reversible. Se realizarán obras de infiltración de agua en el sitio del proyecto y en un predio de compensación</p> | | | | | | | | |

| | adicional para mitigar la capacidad de infiltración que se verá afectada. Este impacto se considera temporal, debido a las medidas de mitigación que permiten recuperar el volumen perdido, las cuales se describen en el Programa de Conservación de Suelos y Agua (ANEXO 11.36.) | | |
|------------------------|--|----------|------------------|
| FACTOR | HIDROLOGÍA | ATRIBUTO | CALIDAD DEL AGUA |
| Impacto | Disminución de la calidad del agua. | | |
| Agente causal: | Preparación del sitio, construcción y operación. | | |
| Descripción de Impacto | Para el caso del factor agua se puede presentar contaminación de aguas superficiales o acuíferos subterráneos por la utilización de maquinaria a través del derrame de aceites o combustibles, este impacto se puede presentar en las actividades que se involucre la utilización de maquinaria. | | |
| Indicador | Como indicador para el impacto de cambios de las características físico-químicas en el suelo se presenta en la cantidad de maquinaria y vehículos presente en cada etapa del proyecto. | | |
| Significancia | Se tomarán todas las medidas preventivas para el mantenimiento de vehículos y maquinaria, y así poder evitar la contaminación del agua por combustibles como lo marca la NOM-138-SSA1-SEMARNAT-2012. El valor del impacto es de Compatible por la baja presencia de escurrimientos y cuerpos de agua que puedan ser contaminados. | | |

Tabla 17. Análisis de impactos de aire.

| FACTOR | AIRE | ATRIBUTO | CALIDAD DEL AIRE |
|------------------------|--|----------|--------------------|
| Impacto | Disminución de la calidad del aire. | | |
| Agente causal: | Preparación del sitio y construcción. | | |
| Descripción de Impacto | En la ejecución del proyecto se hará uso de maquinaria que tendrá como impacto la emisión de gases contaminantes en el área del proyecto como a los alrededores, lo cual contribuye a los efectos de cambio climático, asimismo, el retiro de la vegetación hará que disminuya la captación de estos gases en el área del proyecto. | | |
| Indicador | Numero de maquinaria y vehículos presentes en cada etapa del proyecto | | |
| Significancia | En lo que corresponde al componente aire, los impactos se presentan principalmente en las etapas de preparación del sitio y construcción; además, con la remoción de vegetación ya no se obtendrá la captación de dióxido de carbono (CO ₂). Este impacto representa para el factor aire tienen valor de Compatible . Se llevarán medidas de prevención para la reducción del impacto considerando las nomas: NOM-041-SEMARNAT-2015, NOM-045-SEMARNAT-2006, NOM-042-SEMARNAT-2003 y NOM-044-SEMARNAT-2017. Además, de apoyarse de los programas de reforestación y rescate de flora para la captación de CO ₂ . | | |
| FACTOR | AIRE | ATRIBUTO | CALIDAD DEL AIRE |
| Impacto | Reducción de emisiones | | |
| Agente causal: | Operación y mantenimiento. | | |
| Descripción de Impacto | Con la realización del proyecto habrá una reducción de emisiones por facilitar la movilidad, debido a que con la conexión ferroviaria los trenes que necesitan cambiar de línea entre la S y V no tienen que ir hasta el patio de maniobras de la ciudad de Veracruz ubicado en la colonia centro. | | |
| Indicador | Número de viajes ferroviarios entre las líneas S y V, beneficiados por la construcción de la conexión. | | |
| Significancia | El impacto se presenta en la etapa de operación y mantenimiento y es de carácter positivo, de acuerdo con la evaluación realizada se considera con un valor Compatible . | | |
| FACTOR | AIRE | ATRIBUTO | EMISIONES DE RUIDO |
| Impacto | Emisiones de ruido. | | |
| Agente causal: | Preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento. | | |
| Descripción de Impacto | Este impacto se presenta en las actividades que incluyan el uso de maquinaria y herramientas ya que estas emiten ruido lo que representa un tipo de contaminación. Además, se considera el paso del ferrocarril en la etapa de operación. | | |
| Indicador | Numero de maquinaria, vehículos y paso del ferrocarril presentes en el área del proyecto. | | |
| Significancia | El impacto se presenta principalmente en preparación del sitio y construcción; sin embargo, se considera el paso del ferrocarril en la etapa de operación que tiene una duración menor en el área del proyecto, por lo cual, este impacto se considera con un valor Compatible . Además de se registrarán los límites máximos permisibles de ruido mediante la NOM-080-SEMARNAT-1994. | | |

Tabla 18. Análisis de impactos de Social/ Económico.

| FACTOR | Social/ Económico | ATRIBUTO | ESTRUCTURA/ CALIDAD |
|------------------------|---|----------|---------------------|
| Impacto | Generación de empleos. | | |
| Agente causal: | Preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento. | | |
| Descripción de Impacto | Durante las actividades del proyecto se generarán empleos, directos e indirectos, impactando a nivel local. Se entiende como la variación de la cantidad de puestos de trabajo. | | |
| Indicador | Número de empleos directos e indirectos generados. | | |
| Significancia | El impacto que será ocasionado a este componente mediante la generación de empleos, representando un impacto Moderado . | | |
| FACTOR | Social/ Económico | ATRIBUTO | ESTRUCTURA/ CALIDAD |
| Impacto | Reducción de aguas negras estancadas. | | |
| Agente causal: | Se construirán obras de encauzamiento para separar y dar salida a las tres aportaciones pluviales y aguas negras que afectan al área del proyecto. | | |
| Descripción de Impacto | Con la construcción de las obras de encauzamiento se pueden prevenir enfermedades atribuibles a un saneamiento deficiente. | | |
| Indicador | Beneficios sociales. | | |
| Significancia | Los impactos que serán ocasionados a este componente serán mediante la reducción de aguas estancadas que beneficiará a las personas cercanas al área del proyecto generando beneficios sociales, representando un impacto Moderado . | | |

Tabla 19. Análisis de impactos de paisaje.

| FACTOR | PAISAJE | ATRIBUTO | ESTRUCTURA/ CALIDAD |
|------------------------|--|----------|---------------------|
| Impacto | Cambio en la Estructura/ Calidad. | | |
| Agente causal: | Preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento. | | |
| Descripción de Impacto | La calidad escénica de un sitio se ve modificada al momento de cambiar su vegetación, uso de suelo, e incorporación de actividades antrópicas, por lo que, en el área del proyecto se manifestara este impacto al remover la vegetación, con la instalación de vías férreas y la presencia del ferrocarril, modificando la perspectiva visual. | | |
| Indicador | Presencia de la perspectiva visual original dentro del área del proyecto. Asimismo, la presencia de elementos antropogénicos en el AP. | | |
| Significancia | Los impactos que serán ocasionados a este componente serán mediante la eliminación de la cobertura vegetal, la instalación de las vías férreas y el paso del ferrocarril, representando un impacto Moderado . | | |

V.4. IMPACTOS RESIDUALES

Los impactos residuales son aquellos que persisten una vez aplicadas las medidas de prevención y mitigación de un proyecto, se trata de los impactos reales que se estarán produciendo con el proyecto durante el tiempo que este se encuentre operando y una vez concluido.

Para el caso en estudio, los impactos residuales identificados son los siguientes:

- 1.- Impactos residuales por la emisión de gases producto de la combustión, generados por el funcionamiento de las locomotoras y vehículos automotores especializados que transiten por la vía, que deberán de sujetarse a un mantenimiento periódico.
- 2.- Impactos residuales por la compactación de las terracerías que, debido a su grado de dureza para soportar los durmientes y vías, que impiden que se reestablezca la calidad del suelo de sostener comunidades vegetales y de fauna silvestre, así como de obstaculizar la filtración de agua al subsuelo.

3.-Impacto residual sobre el paisaje, se presenta en la actividad de desmonte y operación del proyecto, debido a la pérdida de la cobertura vegetal original y la presencia de elementos antropogénicos durante su operación

Sin embargo, a pesar de la presencia de impactos residuales durante la operación del proyecto cabe resaltar el impacto benéfico que traerá el proyecto en la consolidación del transporte de mercancías hacia y del Puerto de Veracruz.

V.5. IMPACTOS ACUMULATIVOS

Los impactos acumulativos son todos aquellos resultantes del impacto incrementado de la acción propuesta sobre un recurso común cuando se añade a acciones pasadas, presentes y razonablemente esperadas en el futuro.

Cabe mencionar que el Sistema Ambiental Regional en donde se encuentra el proyecto se caracteriza por el desarrollo de actividades agropecuarias, urbanas e industriales, presentando altos niveles de perturbación en sus factores ambientales de suelo, agua, flora y fauna. Propiamente el área de influencia del proyecto cuenta con actividades pecuarias (predios ganaderos de la UV), recreativas (el parque Acuático Inbursa), comercios y servicios (Plaza Nuevo Veracruz y el hospital StarMédica), así como las líneas férreas S y V. Por lo anterior descrito las condiciones ambientales de los ecosistemas de esta región se ven modificados drásticamente.

En lo correspondiente con los factores ambientales flora y fauna la riqueza de especies ha menguado paulatinamente. Sin embargo, el proyecto se ubicó en el límite del predio (el cual es un agostadero) con el fin de que no representara un efecto barrera adicional en la zona, evitando la fragmentación del polígono. Con lo cual se prevé que no se modifiquen las condiciones del hábitat existente en esta zona. Toda vez que el área de influencia del proyecto se caracteriza por presentar pastizales cultivados para el desarrollo de las actividades ganaderas

Mientras que para el factor agua, se prevé que el impacto adverso hacia la infiltración será insignificante con respecto a la tendencia del crecimiento de la superficie pavimentada que se presenta en las zonas habitacionales e industriales ubicadas en el SAR.

En la siguiente figura se muestran los impactos que se han generado en el área del proyecto, los impactos actuales y los que se generarán.

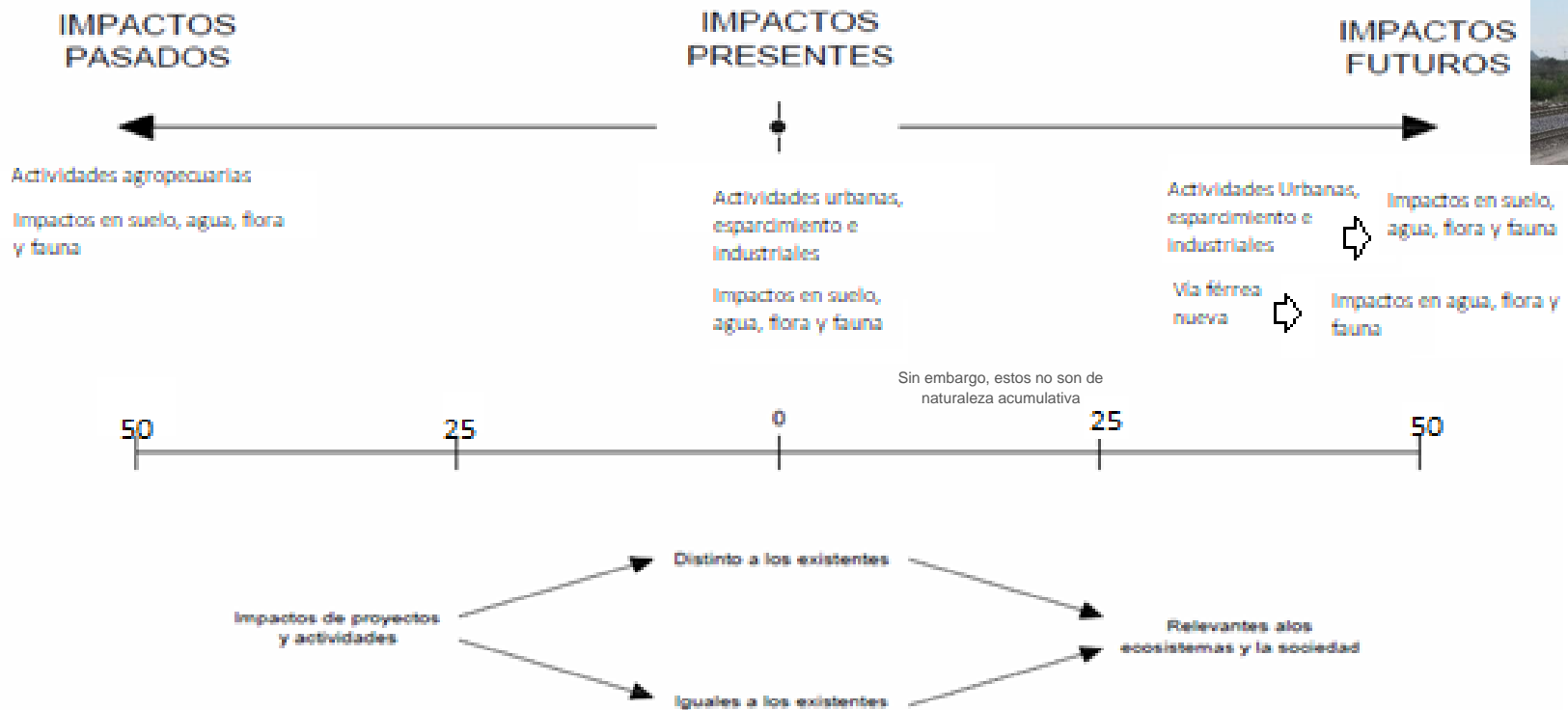


Figura 3. Visualización de los impactos acumulativos.

V.6. CONCLUSIONES

De acuerdo con las evaluaciones que se realizaron, los factores más afectados son agua, flora, suelo, fauna y paisaje, que cuentan con valores de impactos negativos de nivel Moderado (con valores más altos). El paisaje se verá afectado por la total remoción de cobertura vegetal e introducción de elementos antropogénicos dentro del área del proyecto. Para el caso del factor flora se presenta impactos significativos en el desmonte, por la disminución de la riqueza de especies y disminución de la cobertura forestal, para lo cual se realizarán medidas de mitigación de rescate de especies florísticas y reforestación. El suelo y el agua son otros de los componentes que sufrirán algunos impactos negativos de moderados, su mayor impacto se presenta en la etapa de desmonte y despalle ya que se verá incrementada la erosión del suelo y se reducirá la capacidad de infiltración de agua, para lo cual se ejecutará un programa de conservación de suelo y agua. La fauna también tiene un impacto moderado, este componente ambiental se verá afectado en el desmonte de la vegetación, debido a la pérdida de fuentes de alimento y refugio (hábitat), no obstante, se realizará el programa de ahuyentamiento y reubicación de fauna que contempla rescatar y reubicar a la fauna presente en las diferentes etapas del proyecto.

Los impactos positivos con valores moderados se encuentran en los factores aire y socioeconómico. Ya que con la realización del proyecto se verán reducidas las emisiones de gases de efecto invernadero, debido a que con la conexión ferroviaria los trenes que necesitan cambiar de línea entre la S y V no tienen que ir hasta el patio de maniobras de la ciudad de Veracruz ubicado en la colonia centro. Por su parte la sociedad se verá beneficiada con la generación de empleos teniendo un aumento en el desarrollo económico de la región. Además, se obtendrá un beneficio en cuestiones sanitarias para la población cercana, con la reducción de aguas negras estancadas.

Como impactos residuales se encuentran en el componente de paisaje, aire y agua, ya que se seguirán presentando impactos por la emisión de gases producto de la combustión, por la compactación de las terracerías y en el paisaje por la pérdida de la cobertura vegetal original y la presencia de elementos antropogénicos durante su operación.

Descrito lo anterior, la etapa más crítica de la perturbación generada por las actividades de la obra corresponderá a las etapas de preparación del sitio y construcción, no obstante, esta solo se desarrollará en un periodo aproximado de 12 meses, además de que durante y posteriormente de este periodo se llevarán a cabo medidas de prevención y mitigación ambiental, las cuales permitirán que las condiciones ambientales sean amortizadas, y que en el mejor de los casos, mejoren las condiciones ambientales que las que presenta en la actualidad, generando así una interacción equilibrada entre los elementos del Sistema Ambiental Regional y las modificaciones que implica este proyecto.

A grandes rasgos, los anteriores puntos permiten contextualizar que el área donde se desarrollaran las actividades de la obra ya presenta evidencia de perturbación humana, que es escasa la presencia de elementos bióticos originales por lo que la capacidad de carga del área no sufrirá cambios importantes. Por lo tanto, tras la evaluación realizada de los impactos ambientales, y la aplicación de

las medidas propuestas, la ejecución del presente proyecto no alterará la integridad funcional del ecosistema en donde se sitúa.

V.7. BIBLIOGRAFÍA

CONESA F., V. 1993. Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. Madrid: Colegio Oficial de Ingenieros Agrónomos de Levante & Mundi-prensa. 276 p.

CONESA F., V. 1997. Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. (3era) edición. Madrid, España. Ediciones Mundi-Prensa. 412 p.

CONESA F., V. 2009. Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. (4ta) edición. Madrid, España. Ediciones Mundi-Prensa. 864 p.

Choy Zevallos Elsa Esther. 2005. Costos y el impacto medio ambiental. Facultad Ciencias Contables de la Uh'MSM Lima - Perú).

Gómez Orea D., 2002. Evaluación de Impacto Ambiental (2da ed). Madris, España. Ediciones Mundi-Prensa. 749 p.

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, Diario Oficial de la Federación, México, 28 de enero de 1988 y reformas del 13 de diciembre de 1996, Fracción IX del Artículo 3º

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, Diario Oficial de la Federación, México, 28 de enero de 1988 y reformas del 13 de diciembre de 1996, Fracción XX del Artículo.

Ramos, A. (ed.), 1987. Diccionario de la naturaleza. Hombre, ecología, paisaje. Espasa-Calpe. Madrid. España.

Capítulo VI

CONTENIDO

| | |
|--|----|
| VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES, DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL | 1 |
| VI.1. DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS DE LA MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL | 1 |
| VI.1.1. MEDIDAS DE PREVENCIÓN | 2 |
| VI.1.2. MEDIDAS DE MITIGACIÓN | 9 |
| VI.1.3. MEDIDAS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO | 13 |
| VI.1.4. DESCRIPCIÓN DE LOS PROGRAMAS AMBIENTALES | 14 |
| VI.1.4.1. PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE FLORA | 14 |
| VI.1.3.2. PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE FAUNA..... | 15 |
| VI.1.3.3. PROGRAMA DE REFORESTACIÓN | 18 |
| VI.1.3.4. PROGRAMA DE PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN DE SUELO Y AGUA..... | 19 |
| VI.2.3.4.1. COMPONENTE SUELO..... | 19 |
| VI.2.3.4.2. COMPONENTE AGUA..... | 21 |
| VI.1.4. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PARA LA APLICACIÓN DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN..... | 22 |
| VI.2. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL..... | 26 |
| VI.2.1. OBJETIVOS | 26 |
| VI.2.1.1. OBJETIVO GENERAL | 26 |
| VI.2.1.2. OBJETIVOS PARTICULARES..... | 26 |
| VI.2.2. INDICADORES PARA MEDIR EL ÉXITO DE LAS MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN | 27 |
| VI.2.2.1. INDICADORES PARA MEDIR EL ÉXITO DE LAS MEDIDAS PREVENTIVAS..... | 27 |
| VI.2.2.1.1. SUELO | 28 |
| VI.2.2.1.2. AGUA | 30 |
| VI.2.2.1.3. FLORA | 31 |
| VI.2.2.1.4. FAUNA | 32 |
| VI.2.2.1.5. AIRE | 32 |
| VI.2.2.2. INDICADORES PARA MEDIR EL ÉXITO DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN | 35 |
| VI.2.2.2.1. SUELO | 36 |
| VI.2.2.2.2. AGUA | 37 |
| VI.2.2.2.3. FLORA | 38 |
| VI.2.2.2.4. FAUNA | 40 |
| VI.3. SEGUIMIENTO Y CONTROL (MONITOREO). | 41 |
| VI.3.1. PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE FLORA | 41 |
| VI.3.1.1. INDICADORES DE REALIZACIÓN | 41 |
| VI.3.1.1.1. TIEMPO DE EJECUCIÓN DEL PROGRAMA..... | 41 |
| VI.3.1.1.2. CANTIDAD DE PLANTA | 41 |
| VI.3.1.1.3. PORCENTAJE DE SOBREVIVENCIA..... | 42 |
| VI.3.1.2. PUNTOS DE COMPROBACIÓN..... | 43 |

| | |
|---|----|
| VI.3.1.3. MEDIDAS DE URGENTE APLICACIÓN | 44 |
| VI.3.2. PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE FAUNA..... | 45 |
| VI.3.2.1. INDICADORES DE REALIZACIÓN | 45 |
| VI.3.2.2. PUNTOS DE COMPROBACIÓN..... | 45 |
| VI.3.2.3. MEDIDAS DE URGENTE APLICACIÓN | 45 |
| VI.3.3. PROGRAMA DE OBRA DE SUELO Y AGUA | 46 |
| VI.3.3.1. INDICADORES DE REALIZACIÓN | 46 |
| VI.3.3.2. PUNTOS DE COMPROBACIÓN..... | 46 |
| VI.3.3.3. MEDIDAS DE URGENTE APLICACIÓN | 46 |
| VI.3.4. PROGRAMA DE REFORESTACIÓN | 47 |
| VI.3.4.1. INDICADORES DE REALIZACIÓN | 47 |
| VI.3.4.1.1. SUPERFICIE POR REFORESTAR | 47 |
| VI.3.4.1.2. CANTIDAD DE PLANTA | 47 |
| VI.3.4.1.3. PORCENTAJE DE SOBREVIVENCIA..... | 47 |
| VI.3.4.2. PUNTOS DE COMPROBACIÓN..... | 48 |
| VI.3.4.3. MEDIDAS DE URGENTE APLICACIÓN | 49 |
| VI.4. INFORMACIÓN NECESARIA PARA LA FIJACIÓN DE MONTOS PARA FIANZAS | 50 |
| VI.5. BIBLIOGRAFÍA | 52 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| TABLA 1. MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR POR CADA COMPONENTE AMBIENTAL..... | 2 |
| TABLA 2. MEDIDAS DE MITIGACIÓN A APLICAR POR CADA COMPONENTE AMBIENTAL..... | 9 |
| TABLA 3. ESPECIES CONSIDERADAS PARA SU RESCATE. | 14 |
| TABLA 4. ESPECIES ENCONTRADAS EN LA VEGETACIÓN DE SELVA BAJA CADUCIFOLIA | 15 |
| TABLA 5. ESPECIES ENCONTRADAS EN LA VEGETACIÓN DE TULAR..... | 16 |
| TABLA 6. ESPECIES ENCONTRADAS EN EL USO DE SUELO DE PASTIZAL CULTIVADO..... | 17 |
| TABLA 7. NÚMERO DE INDIVIDUOS POR ESPECIE A REFORESTAR..... | 18 |
| TABLA 8. EROSIÓN HÍDRICA Y EÓLICA ACTUAL EN EL ÁREA DEL PROYECTO. | 19 |
| TABLA 9. EROSIÓN HÍDRICA Y EÓLICA UNA VEZ REALIZADO LA REMOCIÓN DE VEGETACIÓN. | 19 |
| TABLA 10. COMPARATIVA DE LA EROSIÓN HÍDRICA Y EÓLICA CON PROYECTO Y SIN PROYECTO. | 20 |
| TABLA 11. COMPARATIVA DE LA EROSIÓN EN CONDICIONES ACTUALES, CON PROYECTO Y CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN. | 20 |
| TABLA 12. INFILTRACIÓN EN CONDICIONES ACTUALES EN EL ÁREA DEL PROYECTO. | 21 |
| TABLA 13. INFILTRACIÓN UNA VEZ REALIZADA LA REMOCIÓN DE VEGETACIÓN. | 21 |
| TABLA 14. COMPARATIVA DE LA INFILTRACIÓN ANTES Y DESPUÉS DE LA REMOCIÓN DE LA VEGETACIÓN..... | 21 |
| TABLA 15. COMPARATIVA DE LA INFILTRACIÓN DEL AGUA CON LAS OBRAS. | 22 |
| TABLA 16. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PARA LA APLICACIÓN DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN..... | 23 |
| TABLA 17. INDICADORES DE ÉXITO Y SEGUIMIENTO A LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN EN EL FACTOR SUELO. | 28 |
| TABLA 18. INDICADORES DE ÉXITO Y SEGUIMIENTO A LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN EN EL FACTOR AGUA. | 30 |

| | |
|---|----|
| TABLA 19. IMPACTOS GENERADOS HACIA EL COMPONENTE FLORA, MEDIDAS DE PREVENCIÓN APLICABLES, INDICADORES DE ÉXITO Y EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO. | 31 |
| TABLA 20. IMPACTOS GENERADOS HACIA EL COMPONENTE FAUNA, MEDIDAS DE PREVENCIÓN APLICABLES, INDICADORES DE ÉXITO Y EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO. | 32 |
| TABLA 21. IMPACTOS GENERADOS HACIA EL COMPONENTE AIRE, MEDIDAS DE PREVENCIÓN APLICABLES, INDICADORES DE ÉXITO Y EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO. | 32 |
| TABLA 22. IMPACTOS GENERADOS HACIA EL COMPONENTE PAISAJE, MEDIDAS DE PREVENCIÓN APLICABLES, INDICADORES DE ÉXITO Y EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO. | 34 |
| TABLA 23. IMPACTOS GENERADOS HACIA EL COMPONENTE SUELO, LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN, INDICADORES DE ÉXITO Y EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO APLICABLES. | 36 |
| TABLA 24. IMPACTOS GENERADOS HACIA EL COMPONENTE AGUA, MEDIDAS DE MITIGACIÓN APLICABLES, INDICADORES DE ÉXITO Y EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO. | 37 |
| TABLA 25. IMPACTOS GENERADOS HACIA EL COMPONENTE FLORA Y VEGETACIÓN, MEDIDAS DE MITIGACIÓN APLICABLES, INDICADORES DE ÉXITO Y EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO. | 38 |
| TABLA 26. IMPACTOS GENERADOS HACIA EL COMPONENTE FAUNA, MEDIDAS DE MITIGACIÓN APLICABLES, INDICADORES DE ÉXITO Y EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO. | 40 |
| TABLA 27. NÚMERO DE INDIVIDUOS POR ESPECIE A RESCATAR. | 42 |
| TABLA 28. CLAVES PARA DESCRIBIR LA CONDICIÓN DE LA PLANTA. | 42 |
| TABLA 29. INDICADORES PARA DESCRIPCIÓN DE DAÑO DE LA REFORESTACIÓN ESTABLECIDA. | 43 |
| TABLA 30. CLAVES PARA DESCRIBIR EL VIGOR DE LAS PLANTAS. | 43 |
| TABLA 31. FORMATO TIPO PARA EL REGISTRO DE INDICADORES DE ÉXITO DE LA RESTAURACIÓN. | 43 |
| TABLA 32. MEDIDAS DE URGENTE APLICACIÓN. | 44 |
| TABLA 33. MEDIDAS DE URGENTE APLICACIÓN. | 45 |
| TABLA 34. NÚMERO DE INDIVIDUOS POR ESPECIE A REFORESTAR. | 46 |
| TABLA 35. CLAVES PARA DESCRIBIR LA CONDICIÓN DE LA PLANTA. | 47 |
| TABLA 36. INDICADORES PARA DESCRIPCIÓN DE DAÑO DE LA REFORESTACIÓN ESTABLECIDA. | 48 |
| TABLA 37. CLAVES PARA DESCRIBIR EL VIGOR DE LAS PLANTAS. | 48 |
| TABLA 38. FORMATO TIPO PARA EL REGISTRO DE INDICADORES DE ÉXITO DE LA RESTAURACIÓN. | 48 |
| TABLA 39. MEDIDAS DE URGENTE APLICACIÓN. | 49 |
| TABLA 40. INVERSIÓN REQUERIDA EN LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO. | 50 |
| TABLA 41. COSTO TOTAL DE LAS ACTIVIDADES DE RESTAURACIÓN. | 51 |

VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES, DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

VI.1. DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS DE LA MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL

El conjunto de medidas de prevención y mitigación que se describen en el presente capítulo tienen como principal fin el de minimizar los impactos generados por el conjunto de actividades que ocasionará el proyecto "Construcción de Conexión Ferroviaria para unir Líneas S y V en el Municipio de Veracruz, Ver.", en cada una de sus actividades.

En primera instancia es importante establecer las definiciones y alcances correspondientes a los conceptos de medidas preventivas y mitigatorias, las cuales de acuerdo con el glosario de términos de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA, 2020), se mencionan a continuación:

- **Medidas de prevención.** Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente.
- **Medidas de mitigación.** Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar los impactos 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 correctivas.** Son aquellas medidas que pretenden minimizar al máximo el riesgo o el daño causado al equilibrio ecológico. La finalidad que persiguen es corregir o subsanar las irregularidades en las que incurrió el infractor al momento de llevarse a cabo la visita de inspección.
- **Medidas de adaptación al cambio climático.** las iniciativas y medidas encaminadas a reducir la vulnerabilidad de los sistemas naturales y humanos ante los efectos reales o esperados de un cambio climático.

Con base en los impactos identificados en el capítulo V del presente documento, a continuación, se presentan las medidas a aplicar durante las diferentes etapas de desarrollo del proyecto, así como las actividades a desarrollar dentro de cada una, identificando el componente ambiental a perturbar con el desarrollo del proyecto.

VI.1.1. MEDIDAS DE PREVENCIÓN

De acuerdo con los impactos identificados en el Capítulo V, que serán ocasionados por la realización del proyecto, en la siguiente tabla se presentan las medidas de prevención aplicables, así como el tiempo en que se aplicarán y la normatividad que deberá acatarse para su realización.

Tabla 1. Medidas de prevención a aplicar por cada componente ambiental.

| MEDIO | COMPONENTE | IMPACTO | MEDIDA DE PREVENCIÓN | PERIODO DE APLICACIÓN | DURACIÓN | MEDIDA CORRECTIVA | NORMATIVIDAD APLICABLE |
|------------------------|------------|--|--|--|--|---|--|
| BIÓTICO | FLORA | Disminución de la diversidad y abundancia de flora. | Realizar el proyecto únicamente en la superficie autorizada (Delimitación e identificación de las áreas autorizadas). | Durante la preparación del sitio. | Seis meses, en los días laborables del proyecto. | Restaurar las áreas afectadas. | --- |
| | | | Concientización y capacitación del personal de trabajo. | Al inicio de cada etapa del proyecto. | Diez días laborables al inicio de cada etapa del proyecto. | Capacitación de medio ambiente a todo el personal de trabajo. | NOM-059-SEMARNAT-2010: especifica las especies con algún estatus de protección; en peligro de extinción (P), Amenazadas (A), sujetas a protección especial (Pr). |
| | | Disminución de la cobertura de flora. | El desmante se deberá realizar de forma manual, con machetes, sierras eléctricas y otros instrumentos manuales, de forma paulatina y progresiva, conforme al avance de la construcción de la obra; aplicando un correcto derribo direccional, en caso de utilizar medios mecánicos, deberá realizarse en la parte central acompañándose de métodos manuales en los límites del área autorizada para evitar afectaciones fuera de esta. | Durante el desmante. | Seis meses, en los días laborables del proyecto. | Pausar las actividades de desmante hasta corregir el método de trabajo. | --- |
| | | | Concientización del personal de trabajo a fin de evitar o disminuir daños a la flora. | Al inicio de cada etapa del proyecto. | Diez días laborables al inicio de cada etapa del proyecto. | Capacitación de medio ambiente a todo el personal de trabajo. | |
| | FAUNA | Disminución de abundancia y riqueza de fauna en el sitio. | Realizar el proyecto únicamente en la superficie autorizada (Delimitación e identificación de las áreas autorizadas). | Durante la preparación del sitio. | Seis meses, en los días laborables del proyecto. | Restaurar las áreas afectadas. | NOM-059-SEMARNAT-2010: especifico las especies con algún estatus de protección; en peligro de extinción (P), Amenazadas (A), sujetas a protección especial (Pr). |
| | | | Concientización y capacitación del personal de trabajo a fin de evitar o disminuir daños a la fauna. | Al inicio de cada etapa del proyecto. | Diez días laborables al inicio de cada etapa del proyecto. | Capacitación de medio ambiente a todo el personal de trabajo. | |
| Reducción del Hábitat. | | La circulación de los vehículos de carga en la zona del proyecto será con velocidad menor a 20 Km/h. | Durante la preparación del sitio, la construcción del proyecto. | Durante 12 meses, en los días laborables del proyecto. | Colocación de topes o reductores de velocidad. | | |

| MEDIO | COMPONENTE | IMPACTO | MEDIDA DE PREVENCIÓN | PERIODO DE APLICACIÓN | DURACIÓN | MEDIDA CORRECTIVA | NORMATIVIDAD APLICABLE |
|----------|------------|-------------------------------------|--|--|--|--|---|
| ABIÓTICO | AIRE | Disminución de la calidad del aire. | De ser necesario, se llevarán a cabo riegos con camiones cisterna, a fin de reducir lo máximo posible la generación de partículas de polvo con el paso de la maquinaria. | Durante la preparación del sitio y la construcción del proyecto. | Durante doce meses, en los días laborables del proyecto. | Se prohibirá el paso de maquinaria, hasta que se haga riegos con camiones cisterna y/o los niveles de polvo disminuyan. | NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-025-SSA1-1993. "Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto a las partículas menores de 10 micras (pm10). Valor permisible para la concentración de partículas menores de 10 micras (pm10) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población". |
| | | | Se utilizarán lonas para cubrir los camiones que transporten material terrígeno hacia el sitio de la obra o lo saquen del mismo. | | | Se prohibirá el tránsito de camiones sin lonas. Además, se registrará el número de camión o placas de la misma en bitácora, a manera de antecedente y posteriores revisiones. | NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-041-SEMARNAT-2015: Establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes de los vehículos automotores que usan gasolina como combustible. |
| | | | El almacenamiento y manejo de materiales se realizará evitando la dispersión de polvos. | | | Se colocarán lonas o cubiertas sobre los materiales a manera de medida temporal, y se deberán establecer las acciones necesarias para evitar la dispersión de polvo durante el almacenamiento y manejo de estos. | NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-042-SEMARNAT-2003, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales o no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y partículas provenientes del escape de los vehículos automotores nuevos cuyo peso bruto vehicular no exceda los 3,857 kilogramos, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y diésel, así como de las emisiones de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible de dichos vehículos. |
| | | | La circulación de los vehículos de carga en la zona del proyecto será con velocidad menor a 20 Km/h. | | | Colocación de topes o reductores de velocidad. | NORMA Oficial Mexicana NOM-044-SEMARNAT-2017, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, hidrocarburos no metano, hidrocarburos no metano más óxidos de nitrógeno, partículas y amoníaco, provenientes del escape |

| MEDIO | COMPONENTE | IMPACTO | MEDIDA DE PREVENCIÓN | PERIODO DE APLICACIÓN | DURACIÓN | MEDIDA CORRECTIVA | NORMATIVIDAD APLICABLE |
|-------|------------|-------------------------------|---|--|--|---|---|
| | | | | | | | de motores nuevos que utilizan diésel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos, así como del escape de vehículos automotores nuevos con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos equipados con este tipo de motores. |
| | | | La maquinaria, equipo y vehículos que se utilicen durante el desarrollo del proyecto, se someterán a un programa de mantenimiento preventivo, llevándose una bitácora para dar seguimiento a dichas actividades, con el fin de evitar fugas de lubricantes y combustibles, o emisiones de gases y ruido que sobrepasen a las normas oficiales correspondientes. | Durante la preparación del sitio y la construcción del proyecto. | | Se prohibirá el tránsito de maquinaria, vehículo o equipo de combustión interna que no cuente con la bitácora de mantenimiento en regla y si es necesario se realizará mantenimiento y monitoreo constante. | NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-045-SEMARNAT-2015: Vehículos en circulación que usan diésel como combustible - límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición. |
| | | Aumento en el nivel de ruido. | La maquinaria, equipo y vehículos que se utilicen durante el desarrollo del proyecto, se someterán a un programa de mantenimiento preventivo, llevándose una bitácora para dar seguimiento a dichas actividades, con el fin de evitar fugas de lubricantes y combustibles, o emisiones de gases y ruido que sobrepasen a las normas oficiales correspondientes. | Durante la preparación del sitio y la construcción del proyecto. | Durante 12 meses, en los días laborables del proyecto. | Se prohibirá el tránsito de maquinaria, vehículo o equipo de combustión interna que no cuente con la bitácora de mantenimiento en regla y si es necesario se realizará mantenimiento y monitoreo constante. | NOM-081-SEMARNAT-1994: especificaciones de límite máximo permisible de ruido para un horario de 6 a 22 horas. |

| MEDIO | COMPONENTE | IMPACTO | MEDIDA DE PREVENCIÓN | PERIODO DE APLICACIÓN | DURACIÓN | MEDIDA CORRECTIVA | NORMATIVIDAD APLICABLE |
|----------|---|---|--|---|--|---|--|
| ABIÓTICO | SUELO | Aumento de la erosión. | Realizar el proyecto únicamente en la superficie autorizada (Delimitación e identificación de las áreas autorizadas). | Durante la preparación del sitio. | Seis meses, en los días laborables del proyecto. | Restaurar las áreas afectadas. | --- |
| | | | Los residuos vegetales generados durante las acciones de preparación del sitio se utilizarán en el área de compensación (obras de conservación de suelo) y para proteger el suelo fértil rescatado. | Durante la preparación del sitio. | Seis meses, en los días laborables del proyecto. | Pica y dispersión de material vegetal en el área del proyecto ante el municipio considerando un plan de manejo. | --- |
| | | Posible contaminación del suelo. | El desmante se deberá realizarse de forma manual, con machetes, sierras eléctricas y otros instrumentos manuales, de forma paulatina y progresiva, conforme al avance de la construcción de la obra; aplicando un correcto derribo direccional, en caso de utilizar medios mecánicos, deberá realizarse en la parte central acompañándose de métodos manuales en los límites del área autorizada para evitar afectaciones fuera de esta. | Durante el desmante. | Seis meses, en los días laborables del proyecto. | Pausar las actividades de desmante hasta corregir el método de trabajo. | NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012: especificaciones por contaminación de suelo y agua por derrame de combustibles y residuos sólidos. |
| | | | Concientización y capacitación del personal de trabajo. | Al inicio de cada etapa del proyecto. | Diez días laborables al inicio de cada etapa del proyecto. | Capacitación de medio ambiente a todo el personal de trabajo. | |
| | | | Manejo adecuado de los residuos sólidos y líquidos. | Durante la preparación del sitio, la construcción del proyecto. | 12 meses laborables del proyecto. | Recoger todos los residuos generados y disponerlos en sitios autorizados. | |
| | | | La circulación de los vehículos de carga en la zona del proyecto será con velocidad menor a 20 Km/h. | | Colocación de topes o reductores de velocidad. | | |
| | La maquinaria, equipo y vehículos que se utilicen durante el desarrollo del proyecto, se someterán a un programa de mantenimiento preventivo, llevándose una bitácora para dar seguimiento a dichas actividades, con el fin de evitar fugas de lubricantes y combustibles, o emisiones de gases y ruido que sobrepasen a las normas oficiales correspondientes. | Durante la preparación del sitio, y la construcción del proyecto. | Durante 12 meses, en los días laborables del proyecto. | Se prohibirá el tránsito de maquinaria, vehículo o equipo de combustión interna que no cuente con la bitácora de mantenimiento en regla y si es necesario se realizará mantenimiento y monitoreo constante. | | | |
| | SUELO | | | | | | |

| MEDIO | COMPONENTE | IMPACTO | MEDIDA DE PREVENCIÓN | PERIODO DE APLICACIÓN | DURACIÓN | MEDIDA CORRECTIVA | NORMATIVIDAD APLICABLE | | |
|----------|------------|----------------------------------|---|-----------------------------------|--|--|---|------------------------|---|
| | | Posible contaminación del suelo. | Toda reparación, mantenimiento y lavado de maquinaria, equipo y vehículos se efectuará en áreas de servicio preestablecidas en comunidades cercanas. | | | Retiro de maquinaria y vehículos que no cuenten con mantenimiento previo a las actividades y etapas del proyecto. De ser necesario, contener cada derrame y proceder al adecuado manejo de residuos. Además de dar el mantenimiento necesario a la maquinaria. | NOM-138-SEMARNAT/SSA-1 2012: especificaciones por contaminación de suelo y agua por derrame de combustibles y residuos sólidos. | | |
| | | | En caso de una situación de emergencia, se tomarán las medidas necesarias para evitar contaminar el suelo (lo que afectaría la calidad del agua infiltrada) como la utilización de un kit antiderrames. | | | Contener cada derrame y proceder al adecuado manejo de residuos. Además de dar el mantenimiento necesario a la maquinaria en los lugares establecidos para ello. | | | |
| | | | Se acatará lo establecido en el reglamento de conservación de vía y estructura para los ferrocarriles mexicanos, emitido el 1° de septiembre de 1996. | | | Durante la operación y mantenimiento. | | Vida útil del proyecto | Ajustarse a lo establecido en el reglamento de conservación de vía y estructura para los ferrocarriles mexicanos. |
| | | | Cumplimiento puntual al plan maestro para la Prevención, Atención y Remediación de Emergencias Químicas (PAREQ), que tiene Ferrosur S.A. de C.V., así como procedimientos de prevención y atención a accidentes ferroviarios. | | | Durante la operación y mantenimiento. | | Vida útil del proyecto | Contención de residuos y remediación del sitio afectado. |
| ABIÓTICO | AGUA | Disminución de la infiltración. | Realizar el proyecto únicamente en la superficie autorizada (Delimitación e identificación de las áreas autorizadas). | Durante la preparación del sitio. | Seis meses, en los días laborables del proyecto. | Restaurar las áreas afectadas. | --- | | |

| MEDIO | COMPONENTE | IMPACTO | MEDIDA DE PREVENCIÓN | PERIODO DE APLICACIÓN | DURACIÓN | MEDIDA CORRECTIVA | NORMATIVIDAD APLICABLE |
|-------|---|--|---|---|--|--|------------------------|
| | AGUA | Disminución de la calidad del agua. | Concientización y capacitación del personal de trabajo. | Al inicio de cada etapa del proyecto. | Diez días laborables al inicio de cada etapa del proyecto. | Capacitación de medio ambiente a todo el personal de trabajo. | |
| | | | Manejo adecuado de los residuos sólidos y líquidos. | | | Recoger todos los residuos generados y disponerlos en sitios autorizados. | |
| | AGUA | Disminución de la calidad del agua. | La maquinaria, equipo y vehículos que se utilicen durante el desarrollo del proyecto, se someterán a un programa de mantenimiento preventivo, llevándose una bitácora para dar seguimiento a dichas actividades, con el fin de evitar fugas de lubricantes y combustibles, o emisiones de gases y ruido que sobrepasen a las normas oficiales correspondientes. | Durante la preparación del sitio, y la construcción del proyecto. | 12 meses laborables del proyecto. | Se prohibirá el tránsito de maquinaria, vehículo o equipo de combustión interna que no cuente con la bitácora de mantenimiento en regla y si es necesario se realizará mantenimiento y monitoreo constante. | |
| | | | Toda reparación, mantenimiento y lavado de maquinaria, equipo y vehículos se efectuará en áreas de servicio preestablecidas en comunidades cercanas. | | | Retiro de maquinaria y vehículos que no cuenten con mantenimiento previo a las actividades y etapas del proyecto. De ser necesario, contener cada derrame y proceder al adecuado manejo de residuos. Además de dar el mantenimiento necesario a la maquinaria. | |
| | En caso de una situación de emergencia, se tomarán las medidas necesarias para evitar contaminar el suelo como la utilización de un kit antiderrames. | Contener cada derrame y proceder al adecuado manejo de residuos. Además de dar el mantenimiento necesario a la maquinaria en los lugares establecidos para ello. | | | | | |

| MEDIO | COMPONENTE | IMPACTO | MEDIDA DE PREVENCIÓN | PERIODO DE APLICACIÓN | DURACIÓN | MEDIDA CORRECTIVA | NORMATIVIDAD APLICABLE |
|----------|------------|--|---|---------------------------------------|--|---|------------------------|
| | | | Se acatará lo establecido en el reglamento de conservación de vía y estructura para los ferrocarriles mexicanos, emitido el 1° de septiembre de 1996. | Durante la operación y mantenimiento. | Vida útil del proyecto | Ajustarse a lo establecido en el reglamento de conservación de vía y estructura para los ferrocarriles mexicanos. | --- |
| | | | Cumplimiento puntual al plan maestro para la Prevención, Atención y Remediación de Emergencias Químicas (PAREQ), que tiene Ferrosur S.A. de C.V., así como procedimientos de prevención y atención a accidentes ferroviarios. | Durante la operación y mantenimiento. | Vida útil del proyecto | Contención de residuos y remediación del sitio afectado. | |
| ABIÓTICO | PAISAJE | Cambio en la estructura y/o calidad del paisaje. | Realizar el proyecto únicamente en la superficie autorizada (Delimitación e identificación de las áreas autorizadas). | Durante la preparación del sitio. | Seis meses, en los días laborables del proyecto. | Restaurar las áreas afectadas. | --- |

VI.1.2. MEDIDAS DE MITIGACIÓN

Las medidas de mitigación consisten en la implementación o aplicación de cualquier acción tendiente a eliminar los impactos ocasionados por la realización del cambio de uso de suelo, por lo que se aplicaran las medidas de mitigación necesarias para los impactos ocasionados en los diferentes componentes ambientales (Tabla 2).

Tabla 2. Medidas de mitigación a aplicar por cada componente ambiental.

| MEDIO | COMPONENTE | IMPACTO | MEDIDA DE MITIGACION | DESCRIPCION | BENEFICIOS ADICIONALES | MOMENTO DE APLICACION | DURACIÓN | MEDIDA CORRECTIVA | | |
|---|------------|---|---|--|------------------------------------|--|---|--|---|--|
| BIÓTICO | FLORA | Disminución de la diversidad y abundancia de flora. | Ejecución del programa de rescate y reubicación de flora. | *Se rescatarán y reubicarán 1,393 individuos de las siguientes especies: | | | | Se rescatará la diversidad conservando las especies de mayor valor de importancia. | 12 meses durante la etapa de preparación del sitio y construcción. Y se realizarán actividades de mantenimiento durante la etapa de operación y mantenimiento del proyecto. | Reposición de individuos muertos. Monitoreo e intensificación de actividades de mantenimiento a las plantas. |
| | | | | ESTRATO | NOMBRE CIENTÍFICO | NO. DE INDIVIDUOS A RESCATAR EN 3.931 HA | MÉTODO | | | |
| | | | | Arbóreo | <i>Acacia cornigera</i> | 94 | Extracción de renuevos | | | |
| | | | | | <i>Coccoloba barbadensis</i> | 10 | Extracción de renuevos | | | |
| | | | | | <i>Cordia megalantha</i> | 7 | Extracción de renuevos | | | |
| | | | | | <i>Daphnopsis americana</i> | 13 | Extracción de renuevos | | | |
| | | | | | <i>Ehretia tinifolia</i> | 4 | Extracción de renuevos | | | |
| | | | | | <i>Gliricidia sepium</i> | 4 | Extracción de renuevos | | | |
| | | | | | <i>Guazuma ulmifolia</i> | 4 | Extracción de renuevos | | | |
| | | | | | <i>Parmentiera aculeata</i> | 4 | Extracción de renuevos | | | |
| | | | | | <i>Pithecellobium lanceolatum</i> | 48 | Extracción de renuevos | | | |
| | | | | | <i>Stemmadenia donnell-smithii</i> | 16 | Extracción de renuevos | | | |
| | | | | <i>Tabebuia rosea</i> | 4 | Extracción de renuevos | | | | |
| | | | | | <i>Gliricidia sepium</i> | 24 | Esquejen o planta obtenida de viveros locales | | | |
| | | | | | <i>Xylosma panamensis</i> | 24 | Esqueje o planta obtenida de viveros locales | | | |
| | | | | arbustivo | <i>Acacia farnesiana</i> | 63 | Extracción de renuevos | | | |
| | | | | | <i>Lasiacis divaricata</i> | 684 | Extracción de renuevos | | | |
| | | | | | <i>Mimosa dormiens</i> | 171 | Extracción de renuevos | | | |
| | | | | | <i>Mimosa polyantha</i> | 16 | Extracción de renuevos | | | |
| | | | | | <i>Paullinia fuscescens</i> | 78 | Extracción de renuevos | | | |
| <i>Prunus serotina var. Capuli</i> | 125 | Extracción de renuevos | | | | | | | | |
| TOTAL | | 1,393 | - | | | | | | | |
| *Las especies se reubicarán en el área de compensación. | | | | | | | | | | |

| MEDIO | COMPONENTE | IMPACTO | MEDIDA DE MITIGACION | DESCRIPCION | BENEFICIOS ADICIONALES | MOMENTO DE APLICACION | DURACION | MEDIDA CORRECTIVA | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|--------------|---|--|---|---|--|-----------------------------------|--|--------------------------|-------|-----------------------------------|-------|--------------|--------------|---|---|---|--|
| | FLORA | Disminución de la cobertura de flora. | Restauración de un predio de compensación adicional mediante la implementación de un programa de reforestación y un programa de obras de conservación, como medida de mitigación para la recuperación de la capacidad de infiltración, conservación de suelo y mejora de la cobertura vegetal. | <p>*Se reforestará una superficie de 4.5 ha con 3,607 individuos obtenidas de viveros locales, de las especies:</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>ESPECIE</th> <th>CANTIDAD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><i>Coccoloba barbadensis</i></td> <td>1,266</td> </tr> <tr> <td><i>Guazuma ulmifolia</i></td> <td>1,211</td> </tr> <tr> <td><i>Pithecellobium lanceolatum</i></td> <td>1,130</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td>3,607</td> </tr> </tbody> </table> <p>Además de las 1,393 plantas consideradas producto del rescate de flora.</p> | ESPECIE | CANTIDAD | <i>Coccoloba barbadensis</i> | 1,266 | <i>Guazuma ulmifolia</i> | 1,211 | <i>Pithecellobium lanceolatum</i> | 1,130 | TOTAL | 3,607 | <p>Proveerá mayor protección al suelo contra los procesos erosivos.</p> <p>Aumentará la infiltración del agua y la reducción del escurrimiento superficial.</p> <p>Propiciará de fuentes de refugio y alimento para la fauna silvestre.</p> | Iniciando durante la temporada de lluvia más próxima al inicio de la preparación del sitio. | 12 meses durante la etapa de preparación del sitio y construcción. Y se realizarán actividades de mantenimiento durante la etapa de operación y mantenimiento del proyecto. | <p>Realizar actividades que aseguren el establecimiento de la reforestación, tales como la reposición de plantas muertas y/o la aplicación de fertilizantes.</p> <p>Remplazar le pérdida de plantas si la sobrevivencia es menor al 80%.</p> |
| ESPECIE | CANTIDAD | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Coccoloba barbadensis</i> | 1,266 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Guazuma ulmifolia</i> | 1,211 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Pithecellobium lanceolatum</i> | 1,130 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TOTAL | 3,607 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | FAUNA | Disminución de abundancia y diversidad de fauna en el sitio. Reducción de hábitat. | Ejecución del programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna (previa y durante el desmonte) | <p>*Se rescatarán las ejemplares que puedan encontrarse en el área del proyecto al momento de la realización del proyecto.</p> <p>*Se rescatarán-reubicarán nidos y se desalojarán madrigueras que puedan encontrarse en el área del proyecto.</p> <p>*Se ahuyentarán todas las especies presentes durante la realización del proyecto.</p> | Se evitarán posibles afectaciones a la composición de las cadenas tróficas del presente ecosistema. | Antes y durante el desmonte y despalme. Durante la construcción de la obra. | 12 meses laborables del proyecto. | Proveer atención y cuidados veterinarios con la finalidad de asegurar la estabilidad del ejemplar, y posteriormente reubicarlo en un hábitat similar | | | | | | | | | | |

| MEDIO | COMPONENTE | IMPACTO | MEDIDA DE MITIGACION | DESCRIPCION | BENEFICIOS ADICIONALES | MOMENTO DE APLICACION | DURACION | MEDIDA CORRECTIVA |
|----------|------------|------------------------|--|--|---|--|---|--|
| ABIÓTICO | SUELO | Aumento de la erosión. | Restauración de un predio de compensación adicional mediante la implementación de un programa de reforestación y un programa de obras de conservación, como medida de mitigación para la recuperación de la capacidad de infiltración, conservación de suelo y mejora de la cobertura vegetal. | <p>*Se tiene una superficie destinada de 4.5 ha para obras de reforestación (5,000 plantas/ha contado también a las plantas de rescate), terrazas individuales (para cada planta reforestada, y reubicada) y acomodo del material vegetal producto del desmonte (2,500 metros por hectárea).</p> <p>En el año 5 de la restauración, permite contar con niveles menores de erosión a los que se tiene actualmente sin proyecto, por lo que, no se tiene un volumen de suelo de pérdida acumulativo.</p> | <p>Se promoverá la captación de suelo orgánico, permitiendo la revegetación. Propiciará de fuentes de refugio y alimento para la fauna silvestre.</p> <p>Aumentará la infiltración del agua y la reducción del escurrimiento superficial.</p> | Iniciando durante la temporada de lluvia más próxima al inicio de la preparación del sitio. | 12 meses durante la etapa de preparación del sitio y construcción. Y se realizarán actividades de mantenimiento durante la etapa de operación y mantenimiento del proyecto. | <p>Realizar actividades que aseguren el establecimiento de la reforestación, tales como la reposición de plantas muertas y/o la aplicación de fertilizantes.</p> <p>Remplazar le pérdida de plantas si la sobrevivencia es menor al 80%.</p> |
| | | | Retiro y acopio temporal de la capa de suelo fértil | Retiro, almacenamiento y reutilización de la capa fértil del suelo. | Se evita la pérdida del suelo del área del proyecto, su posible banco de semillas, nutrientes y microorganismos. | Inmediatamente después del desmonte, se almacena en un sitio ex profeso para su conservación y reutilización posteriormente. | Seis meses durante la etapa de preparación del sitio. | Conservación de suelo para uso en el mejoramiento de predios degradados. |

| MEDIO | COMPONENTE | IMPACTO | MEDIDA DE MITIGACION | DESCRIPCION | BENEFICIOS ADICIONALES | MOMENTO DE APLICACION | DURACION | MEDIDA CORRECTIVA |
|-------|------------|---------------------------------|--|---|---|---|---|--|
| | AGUA | Disminución en la infiltración. | Restauración de un predio de compensación adicional mediante la implementación de un programa de reforestación y un programa de obras de conservación, como medida de mitigación para la recuperación de la capacidad de infiltración, conservación de suelo y mejora de la cobertura vegetal. | Trabajos de reforestación en 4.5 hectáreas (área de compensación), con los que se mitigará la disminución de la infiltración por la realización del proyecto (3,354.034 m ³ /año), considerando que se le dará mantenimiento durante 5 años y la cobertura vegetal irá mejorando de manera gradual cada año. | <p>Proveerá mayor protección al suelo contra los procesos erosivos.</p> <p>Propiciará de fuentes de refugio y alimento para la fauna silvestre.</p> | Iniciando durante la temporada de lluvia más próxima al inicio de la preparación del sitio. | 12 meses durante la etapa de preparación del sitio y construcción. Y se realizarán actividades de mantenimiento durante la etapa de operación y mantenimiento del proyecto. | <p>Realizar actividades que aseguren el establecimiento de la reforestación, tales como la reposición de plantas muertas y/o la aplicación de fertilizantes.</p> <p>Remplazar le perdida de plantas si la sobrevivencia es menor al 80%.</p> |
| | | | Terrazas Individuales como medida de mitigación para recuperar los niveles de infiltración. | Se construirán 5,000 terrazas individuales de 1 m de diámetro x 0.2 m de profundidad en el área de compensación (mismas que se consideraron para el factor suelo). Las cuales tendrán una infiltración real de 7198.924 m ³ /año, desde el primer año. | Permitirá almacenar mayor humedad del suelo. | Iniciando durante la temporada de lluvia más próxima al inicio de la preparación del sitio. | 12 meses durante la etapa de preparación del sitio y construcción. Y se realizarán actividades de mantenimiento durante la etapa de operación y mantenimiento del proyecto. | Mantenimiento y desazolve de las terrazas. |

VI.1.3. MEDIDAS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

La elaboración de la Estrategia Nacional de Cambio Climático estuvo a cargo de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), con la participación del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), la opinión del Consejo de Cambio Climático (C3) y aprobada por la Comisión Intersecretarial de Cambio (CICC).

La ENCC tiene como objetivo regular, fomentar y posibilitar la instrumentación de la política nacional de cambio climático e incorpora acciones de adaptación y mitigación con un enfoque de largo plazo, sistemático, descentralizado, participativo e integral.

La ENCC está estructurada en seis pilares de política nacional de cambio climático (P), tres ejes estratégicos en el tema de adaptación (A) y cinco ejes estratégicos en materia de mitigación (M). Dentro de estos ejes estratégicos, el Proyecto está vinculado a los cinco relativos a la mitigación y desarrollo bajo en emisiones de la siguiente forma: P2 Desarrollar políticas fiscales e instrumentos económicos y financieros con enfoque climático.

El proyecto, por tratarse de la construcción de una vía férrea (de conexión para incrementar la eficiencia de la entrada y salida al recinto portuario de Veracruz) el proyecto es acorde a la línea de acción P2.13 de la Estrategia Nacional de Cambio Climático.

Línea de acción

P2.13 redirigir los subsidios a los combustibles fósiles para fortalecer, entre otro, el transporte público sustentable, eficiente y seguro, y el sistema ferroviario. M2, M3, M5.

- M2 Reducir la intensidad energética mediante esquemas de eficiencia y consumo responsable.
- M3 transitar a modelos de ciudades sustentables con sistemas de movilidad gestión integral de residuos y edificaciones de baja huella de carbono
- M5 Reducir emisiones de Contaminantes Climáticos de Vida Corta y propiciar beneficios de salud y bienestar.

Por su parte el proyecto tiene relación con el Programa Veracruzano ante el cambio climático (UV, 2009), en su punto 6. *Mitigación de emisiones*, inciso f) *Tecnologías de mitigación en el sector transporte*, en el cual considera la demanda proyectada de pasajeros y de transporte de mercancías, así como la planeación del transporte (entre otras), y propone como opción de mitigación el incremento de la eficiencia, el incremento de la eficiencia de los sistemas y promover el uso de transporte con menores emisiones.

Además, en su apartado de *Propuestas de adaptación* en la parte de *gestión de aguas* recomiendan fomentar la ampliación de la cobertura y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento a los sectores desprotegidos, por lo que la obra complementaria de rectificación y encauzamiento de descargas pluviales, al reducir las aguas estancadas (entre las cuales hay aguas negras), influye directamente en el punto anterior, al beneficiar el saneamiento.

Así mismo, con la realización del proyecto, se contemplan medidas como la restauración de un predio con una superficie similar a la afectada, por medio de actividades de reforestación y reubicación de flora rescatada, así como la construcción de obras de conservación de suelo y agua, de esta manera se está contribuyendo al mantenimiento de los ecosistemas nativos, así como la protección y el aumento de los servicios provenientes de los ecosistemas, tales como la captura de carbono y recarga de mantos acuíferos. De esta manera se reduce la vulnerabilidad de los ecosistemas y de los humanos antes los efectos del cambio climático.

VI.1.4. DESCRIPCIÓN DE LOS PROGRAMAS AMBIENTALES

VI.1.4.1. Programa de Rescate y Reubicación de Flora

La implementación de este programa supone la mitigación en la afectación de la diversidad y riqueza de especies. El área de reubicación de especies se realizará en un área de compensación.

Con base en los resultados obtenidos en el apartado IV del presente estudio, respecto a la flora en el Sistema Ambiental Regional y el área del proyecto, se realizó una selección de las especies a rescatar, para lo cual se consideró el siguiente criterio;

1. Mayor abundancia absoluta de especies en el área del proyecto respecto al Sistema Ambiental Regional. Considerando como método de rescate la extracción del 75 % de los renuevos con alturas menores a 1.5 m. Además, para obtener un mayor beneficio ecológico se rescatarán las plantas de las especies arbóreas con alturas menores a 1.5 m.

Es importante mencionar que no se tuvo registro de especies bajo alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNART. A continuación, se presenta la tabla que contiene la cantidad total de especies que se van a rescatar; dicho valor es de 1,393 individuos distribuidos en 18 especies.

Tabla 3. Especies consideradas para su rescate.

| ESTRATO | ESPECIE | CRITERIO DE SELECCIÓN | INDIVIDUOS POR RESCATAR | MÉTODO DE RESCATE |
|---------|------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------|---|
| Arbóreo | <i>Acacia cornigera</i> | Renuevos con altura menor a 1.5 m | 94 | Extracción de renuevos |
| | <i>Coccoloba barbadensis</i> | Renuevos con altura menor a 1.5 m | 10 | Extracción de renuevos |
| | <i>Cordia megalantha</i> | Renuevos con altura menor a 1.5 m | 7 | Extracción de renuevos |
| | <i>Daphnopsis americana</i> | Renuevos con altura menor a 1.5 m | 13 | Extracción de renuevos |
| | <i>Ehretia tinifolia</i> | Renuevos con altura menor a 1.5 m | 4 | Extracción de renuevos |
| | <i>Gliricidia sepium</i> | Renuevos con altura menor a 1.5 m | 4 | Extracción de renuevos |
| | <i>Guazuma ulmifolia</i> | Renuevos con altura menor a 1.5 m | 4 | Extracción de renuevos |
| | <i>Parmentiera aculeata</i> | Renuevos con altura menor a 1.5 m | 4 | Extracción de renuevos |
| | <i>Pithecellobium lanceolatum</i> | Renuevos con altura menor a 1.5 m | 48 | Extracción de renuevos |
| | <i>Stemmadenia donnell-smithii</i> | Renuevos con altura menor a 1.5 m | 16 | Extracción de renuevos |
| | <i>Tabebuia rosea</i> | Renuevos con altura menor a 1.5 m | 4 | Extracción de renuevos |
| | <i>Gliricidia sepium</i> | Abundancia absoluta | 24 | Esquejen o planta obtenida de viveros locales |

| ESTRATO | ESPECIE | CRITERIO DE SELECCIÓN | INDIVIDUOS POR RESCATAR | MÉTODO DE RESCATE |
|--------------|------------------------------------|-----------------------|-------------------------|--|
| | <i>Xylosma panamensis</i> | Abundancia absoluta | 24 | Esqueje o planta obtenida de viveros locales |
| Arbustivo | <i>Acacia farnesiana</i> | Abundancia absoluta | 63 | Extracción de renuevos |
| | <i>Lasiacis divaricata</i> | Abundancia absoluta | 684 | Extracción de renuevos |
| | <i>Mimosa dormiens</i> | Abundancia absoluta | 171 | Extracción de renuevos |
| | <i>Mimosa polyantha</i> | Abundancia absoluta | 16 | Extracción de renuevos |
| | <i>Paullinia fuscescens</i> | Abundancia absoluta | 78 | Extracción de renuevos |
| | <i>Prunus serotina var. Capuli</i> | Abundancia absoluta | 125 | Extracción de renuevos |
| TOTAL | | | 1,393 | - |

Las actividades de rescate, manejo, reubicación y trasplante se harán previa y durante la ejecución de las actividades de desmonte, de manera que se rescaten todos los individuos considerados. A manera de asegurar el éxito de la reubicación, los sitios donde se reubicarán los ejemplares serán similares a los del sitio de extracción, por lo que esta actividad será en un área de compensación. Las actividades correspondientes a este programa se describen y desarrollan detalladamente en el ANEXO "11.32".

VI.1.4.2. Programa de Rescate y Reubicación de Fauna

Debido a la movilidad de los ejemplares de la fauna resulta difícil cuantificar el número de individuos que pudieran verse afectados, sin embargo, con los datos obtenidos del muestreo de la fauna en el área del proyecto, es posible un número aproximado de cuantas especies se tienen que rescatar.

En este sentido en las siguientes tablas se presentan los grupos faunísticos registrados en el área del proyecto, así como el número de individuos contabilizados, esto con la finalidad de estimar el número de ejemplares de fauna que deben ser rescatados.

Tabla 4. Especies encontradas en la Vegetación de Selva Baja Caducifolia

| AVES-ORNITOFAUNA | | | | |
|------------------|--------------------------------|-----------------------------|----------------|-----------------------|
| FAMILIA | NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN | No. INDIVIDUOS | NOM-059-SEMARNAT-2010 |
| Trochilidae | <i>Amazilia yucatanensis</i> | Colibrí Vientre Canelo | 1 | - |
| Cardinalidae | <i>Cardinalis cardinalis</i> | Cardenal rojo | 1 | - |
| Columbidae | <i>Columbina inca</i> | Tortolita Cola Larga | 13 | - |
| Tyrannidae | <i>Contopus virens</i> | Papamoscas del Este | 3 | - |
| Cathartidae | <i>Coragyps atratus</i> | Zopilote negro | 10 | - |
| Cuculidae | <i>Crotophaga sulcirostris</i> | Garrapatero pijuy | 18 | - |
| Icteridae | <i>Dives dives</i> | Tordo cantor | 4 | - |
| Picidae | <i>Dryocopus lineatus</i> | Carpintero de líneas | 1 | - |
| Hirundinidae | <i>Hirundo rustica</i> | Golondrina tijereta | 10 | - |
| Icteridae | <i>Icterus galbula</i> | Calandria de Baltimore | 2 | - |
| Icteridae | <i>Icterus gularis</i> | Calandria Dorso Negro Mayor | 5 | - |
| Icteridae | <i>Icterus mesomelas</i> | Calandria Cola Amarilla | 9 | - |
| Picidae | <i>Melanerpes aurifrons</i> | Carpintero cheje | 6 | - |
| Tyrannidae | <i>Myiozetetes similis</i> | Luisito Común | 3 | - |

| AVES-ORNITOFAUNA | | | | |
|-----------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|----------------|-----------------------|
| FAMILIA | NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN | No. INDIVIDUOS | NOM-059-SEMARNAT-2010 |
| Tityridae | <i>Pachyramphus aglaiae</i> | Cabezón Degollado | 1 | - |
| Cuculidae | <i>Piaya cayana</i> | Cuclillo Canelo | 1 | - |
| Tyrannidae | <i>Pitangus sulphuratus</i> | Bienteveo común | 5 | - |
| Parulidae | <i>Setophaga petechia</i> | Chipe amarillo | 4 | - |
| Hirundinidae | <i>Stelgidopteryx serripennis</i> | Golondrina Alas Aserradas | 4 | - |
| Columbidae | <i>Streptopelia decaocto</i> | Paloma turca de collar | 3 | - |
| Turdidae | <i>Turdus grayi</i> | Mirlo Café | 2 | - |
| Tyrannidae | <i>Tyrannus melancholicus</i> | Tirano Pirirí | 4 | - |
| Tyrannidae | <i>Tyrannus vociferans</i> | Tirano Chibiú | 3 | - |
| Columbidae | <i>Zenaida asiatica</i> | Paloma Alas Blancas | 5 | - |
| MAMIFEROS-MASTOFAUNA | | | | |
| FAMILIA | NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN | No. INDIVIDUOS | NOM-059-SEMARNAT-2010 |
| Didelphidae | <i>Didelphis virginiana</i> | Tlacuache | 1 | - |
| <i>Artibeus jamaicensis</i> | Phyllostomidae | Murciélago frutero | 6 | - |
| Phyllostomidae | <i>Desmodus rotundus</i> | Murciélago vampiro | 4 | - |
| Sciuridae | <i>Sciurus aureogaster</i> | Ardilla vientre rojo | 2 | - |
| REPTILES-HERPETOFAUNA | | | | |
| FAMILIA | NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN | No. INDIVIDUOS | NOM-059-SEMARNAT-2010 |
| Teiidae | <i>Aspidozelis deppii</i> | Huico siete líneas | 4 | - |
| Teiidae | <i>Aspidozelis guttatus</i> | Ticuiliche mexicano | 7 | - |
| Viperidae | <i>Crotalus simus</i> | Cascabel centroamericana | 1 | - |
| Iguanidae | <i>Ctenosaura acanthura</i> | Iguana de cola espinosa del noreste | 1 | Pr |
| <i>Basiliscus vittatus</i> | Corytophanidae | Toloque rayado | 1 | - |

Tabla 5. Especies encontradas en la Vegetación de Tular.

| AVES-ORNITOFAUNA | | | | |
|-----------------------------------|-------------------|---------------------------|----------------|-----------------------|
| FAMILIA | NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN | No. INDIVIDUOS | NOM-059-SEMARNAT-2010 |
| Ardeidae | <i>Ardea alba</i> | Garza blanca | 1 | |
| <i>Dendrocygna autumnalis</i> | Anatidae | Pijije Alas Blancas | 1 | |
| <i>Jacana spinosa</i> | Jacanidae | Jacana norteña | 1 | |
| <i>Leucophaeus atricilla</i> | Laridae | Gaviota reidora | 2 | |
| <i>Stelgidopteryx serripennis</i> | Hirundinidae | Golondrina Alas Aserradas | 3 | |
| <i>Turdus grayi</i> | Turdidae | Mirlo Café | 1 | |
| MAMIFEROS-MASTOFAUNA | | | | |
| FAMILIA | NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN | No. INDIVIDUOS | NOM-059-SEMARNAT-2010 |
| <i>Artibeus jamaicensis</i> | Phyllostomidae | Murciélago frutero | 5 | |
| <i>Desmodus rotundus</i> | Phyllostomidae | Murciélago vampiro | 10 | |
| REPTILES-HERPETOFAUNA | | | | |
| FAMILIA | NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN | No. INDIVIDUOS | NOM-059-SEMARNAT-2010 |
| <i>Basiliscus vittatus</i> | Corytophanidae | Toloque rayado | 2 | |

| | | | | |
|----------------------------|-------------|---------------|---|--|
| <i>Incilius marmoratus</i> | <i>Bufo</i> | Sapo jaspeado | 1 | |
| <i>Rhinella horribilis</i> | <i>Bufo</i> | Sapo gigante | 1 | |

Tabla 6. Especies encontradas en el uso de suelo de Pastizal Cultivado.

| AVES-ORNITOFAUNA | | | | |
|-----------------------|------------------------------------|-------------------------------------|----------------|-----------------------|
| FAMILIA | NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN | No. INDIVIDUOS | NOM-059-SEMARNAT-2010 |
| <i>Columbidae</i> | <i>Columba inca</i> | <i>Tortolita Cola Larga</i> | 6 | - |
| <i>Cathartidae</i> | <i>Coragyps atratus</i> | <i>Zopilote negro</i> | 8 | - |
| <i>Cuculidae</i> | <i>Crotophaga sulcirostris</i> | <i>Garrapatero pijuy</i> | 9 | - |
| <i>Anatidae</i> | <i>Dendrocygna autumnalis</i> | <i>Pijije Alas Blancas</i> | 1 | - |
| <i>Hirundinidae</i> | <i>Hirundo rustica</i> | <i>Golondrina tijereta</i> | 6 | - |
| <i>Tyrannidae</i> | <i>Myiozetetes similis</i> | <i>Luisito Común</i> | 2 | - |
| <i>Tityridae</i> | <i>Pachyrhamphus aglaiae</i> | <i>Cabezón Degollado</i> | 1 | - |
| <i>Tyrannidae</i> | <i>Pitangus sulphuratus</i> | <i>Bienteveo común</i> | 3 | - |
| <i>Parulidae</i> | <i>Setophaga petechia</i> | <i>Chipe amarillo</i> | 1 | - |
| <i>Columbidae</i> | <i>Streptopelia decaocto</i> | <i>Paloma turca de collar</i> | 1 | - |
| <i>Tyrannidae</i> | <i>Tyrannus melancholicus</i> | <i>Tirano Piriri</i> | 3 | - |
| <i>Tyrannidae</i> | <i>Tyrannus vociferans</i> | <i>Tirano Chibiú</i> | 2 | - |
| <i>Columbidae</i> | <i>Zenaida asiatica</i> | <i>Paloma Alas Blancas</i> | 2 | - |
| MAMIFEROS-MASTOFAUNA | | | | |
| FAMILIA | NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN | No. INDIVIDUOS | NOM-059-SEMARNAT-2010 |
| <i>Phyllostomidae</i> | <i>Artibeus jamaicensis</i> | Murciélago frutero | 5 | - |
| <i>Sciuridae</i> | <i>Sciurus aureogaster</i> | Ardilla vientre rojo | 1 | - |
| <i>Phyllostomidae</i> | <i>Desmodus rotundus</i> | Murciélago vampiro | 4 | - |
| REPTILES-HERPETOFAUNA | | | | |
| FAMILIA | NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN | No. INDIVIDUOS | NOM-059-SEMARNAT-2010 |
| <i>Teiidae</i> | <i>Aspidocheilichthys deppii</i> | <i>Huico siete líneas</i> | 2 | - |
| <i>Teiidae</i> | <i>Aspidocheilichthys guttatus</i> | Ticuiliche mexicano | 3 | - |
| <i>Iguanidae</i> | <i>Ctenosaura acanthura</i> | Iguana de cola espinosa del noreste | 1 | Pr |

Cabe mencionar que durante los muestreos realizados se detectó una especie considerada en alguna categoría de riesgo de acuerdo con la **NOM-059-SEMARNAT-2010** (*Ctenosaura acanthura*), mientras que en la base potencias de especies posibles en el área del proyecto se detectaron 120 especies, estas tienen probabilidad de desplazarse a sitios aledaños al polígono del área del proyecto.

En este sentido, se propone realizar actividades de rescate, reubicación y ahuyentamiento de fauna las cuales se mencionan a detalle en el Programa de Rescate y Reubicación de Fauna (**ANEXO "11.33"**).

La aplicación del programa contempla el rescate de todos los ejemplares que sean encontrados durante las actividades de desmonte, por lo que todas las especies con distribución dentro del área de remoción de vegetación y en el sistema ambiental regional son potencialmente susceptibles de ser rescatadas y reubicadas.

Una vez obtenida la autorización de la presente Manifestación Ambiental de Modalidad Regional y previo a las actividades de desmonte (una vez que se tengan las autorizaciones correspondientes), se realizará un estudio prospectivo para determinar con mayor exactitud el número de individuos que van a ser rescatados, este estudio será necesario ya que no se asegura que el responsable de elaborar el programa sea el mismo que lo va a llevar a cabo.

Debido al grado de dificultad que implica capturar ciertas especies como las aves y los roedores, se propone realizar como actividad complementaria, el ahuyentamiento para que las especies de fauna abandonen el área del proyecto por sí solas.

Todos los individuos rescatados (capturados) serán reubicados fuera de la remoción de vegetación, a una distancia que asegure la mínima probabilidad de su retorno al área del proyecto; se dará preferencia a zonas que presenten condiciones naturales similares a las del sitio de rescate.

VI.1.4.3. Programa de Reforestación

Para mitigar el impacto negativo que ocasionará la ejecución del proyecto sobre el componente de vegetación enfocado a la pérdida de cobertura vegetal, será necesario realizar actividades de reforestación utilizando las especies de mayor valor de importancia ecológica, es decir, especies nativas y que sean representativas del ecosistema que se verá afectado.

Esta actividad se realizará en una superficie de 4.5 hectáreas, donde se establecerán las especies *Coccoloba barbadensis*, *Guazuma ulmifolia* y *Pithecellobium lanceolatum* (Tabla 7) obtenidas de viveros locales, además de las 1,393 plantas provenientes del rescate de flora listadas en la Tabla 3.

Tabla 7. Número de individuos por especie a reforestar.

| ESPECIE | CANTIDAD |
|-----------------------------------|--------------|
| <i>Coccoloba barbadensis</i> | 1,266 |
| <i>Guazuma ulmifolia</i> | 1,211 |
| <i>Pithecellobium lanceolatum</i> | 1,130 |
| TOTAL | 3,607 |

Se contempla un sistema de plantación mediante la técnica de marco real, con un distanciamiento de plantación de 3 metros y una densidad de 1,111 plantas por hectárea.

En el ANEXO "11.34". "Programa de reforestación del Predio de Compensación Adicional", se describe a detalle el procedimiento para llevar a cabo la reforestación, incluyendo las actividades de mantenimiento y seguimiento.

VI.1.4.4. Programa de Protección y Conservación de Suelo y Agua

Con la ejecución de las actividades de conservación y restauración de suelo y agua se mitigará el impacto negativo que generará la ejecución del proyecto sobre estos componentes ambientales suelo y agua.

VI.1.4.4.1. Componente suelo

El suelo es uno de los componentes ambientales que se ven más afectados al realizar el proyecto, ya que, al eliminar la cobertura vegetal, la capa superficial del suelo queda expuesta al viento y el agua, provocando el desprendimiento de partículas, lo que da como resultado la erosión.

Para conocer el efecto que implica la ejecución del proyecto, en el capítulo IV del presente estudio se realizó un análisis comparativo entre escenarios sobre la pérdida de suelo, el primero presenta los valores actuales de la erosión sin la remoción de vegetación, el segundo una vez realizada la remoción y finalmente se presentan los resultados comparativos en ambos escenarios.

A continuación, se presentan los datos obtenidos por cada escenario, con la erosión de suelo a mitigar se determinó la cantidad de obra y superficie destinada para la conservación y restauración de suelo.

Escenario 1: Erosión hídrica y eólica en el área del proyecto en condiciones actuales (Tabla 8).

Tabla 8. Erosión hídrica y eólica actual en el área del proyecto.

| TIPO DE VEGETACIÓN | SUPERFICIE (ha) | EROSIÓN HÍDRICA (ton/año) | EROSIÓN EÓLICA (ton/año) | VOLUMEN TOTAL (ton/año) |
|------------------------|-----------------|---------------------------|--------------------------|-------------------------|
| Selva baja caducifolia | 3.931 | 4.29 | 0.01 | 4.30 |
| Tular | 0.554 | 6.04 | 0.01 | 6.05 |
| TOTAL | 4.485 | 10.33 | 0.02 | 10.36 |

Escenario 2: Erosión hídrica y eólica una vez realizada la remoción de vegetación (Tabla 9).

Tabla 9. Erosión hídrica y eólica una vez realizado la remoción de vegetación.

| TIPO DE VEGETACIÓN | SUPERFICIE (ha) | EROSIÓN HÍDRICA (ton/año) | EROSIÓN EÓLICA (ton/año) | VOLUMEN TOTAL (ton/año) |
|------------------------|-----------------|---------------------------|--------------------------|-------------------------|
| Selva baja caducifolia | 3.931 | 96.51 | 0.23 | 96.74 |
| Tular | 0.554 | 13.60 | 0.03 | 13.63 |
| TOTAL | 4.485 | 110.11 | 0.26 | 110.37 |

Comparativa: Diferencia de erosión generado en la remoción de vegetación (Tabla 10).

Tabla 10. Comparativa de la erosión hídrica y eólica con proyecto y sin proyecto.

| EROSIÓN A MITIGAR | | | | |
|--------------------------|-----------------|--------------------------------|----------------------|-----------------------------------|
| TIPO DE VEGETACIÓN | SUPERFICIE (ha) | EROSIÓN EN CONDICIONES ACTUAES | DESPUES DEL PROYECTO | VOLUMEN TOTAL A MITIGAR (ton/año) |
| SBC-Tular/Sin vegetación | 4.485 | 10.36 | 110.37 | 100.009 |

Tomando en cuenta que se desea mitigar 100.009 ton /año de suelo, que se pierden por efecto de la remoción de la vegetación, se propone la realización de una reforestación con la cual se logrará mitigar la perdida de suelo en el año 5 una vez ejecutado el proyecto, así como 2,250 metros lineales de barreras de material vegetal (barreras sedimentadoras con una capacidad de retención de 2,160 ton de suelo total). El cálculo de estas obras está descrito en el programa de conservación de suelo (ANEXO "11.36") y agua producto del desmonte

Con esta cantidad de obras no solamente se mitigará el impacto causado por la remoción de la vegetación, sino que se retendrá una cantidad mayor de suelo de tal manera que la cantidad que se erosionaría una vez implementadas las obras de conservación de suelo y la reforestación sería menor a la que se da en condiciones actuales, en este sentido por su parte las medidas de mitigación que se plantearon para retener la misma cantidad de suelo a partir del año 5 después de haber ejecutado el proyecto y, de esta manera, generar un beneficio ambiental mayor para la zona (Tabla 11).

Tabla 11. Comparativa de la erosión en condiciones actuales, con proyecto y con medidas de mitigación.

| TIPO DE EROSIÓN | ESCENARIO 1 | ESCENARIO 2 | ÁREA DE COMPENSACIÓN EN CONDICIONES ACTUALES (TON/HA/AÑO) | ESCENARIO 3 EROSIÓN CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN (TON/HA/AÑO) | | | | |
|--|---------------------|---------------------------|---|--|---------------|---------------|---------------|----------------|
| | ACTUAL (TON/HA/AÑO) | CON PROYECTO (TON/HA/AÑO) | | AÑO 1 | AÑO 2 | AÑO 3 | AÑO 4 | AÑO 5 |
| Erosión hídrica | 10.334 | 110.108 | 110.476 | 88.381 | 68.741 | 49.100 | 27.005 | 7.365 |
| Erosión eólica | 0.024 | 0.259 | 0.260 | 0.208 | 0.162 | 0.115 | 0.064 | 0.017 |
| Total | 10.358 | 110.367 | 110.736 | 88.589 | 68.902 | 49.216 | 27.069 | 7.382 |
| DIFERENCIA EROSIÓN CON REFORESTACIÓN Y EROSIÓN EN CONDICIONES ACTUALES DEL ÁREA DE COMPENSACIÓN | | | | 22.147 | 41.834 | 61.520 | 83.667 | 103.353 |

Al realizar el comparativo entre la cantidad de suelo que se perdería por la construcción del proyecto y el que sería retenido con las obras propuestas se puede observar un balance positivo, con lo que se asevera que la realización del proyecto no provocará mayor erosión a la que actualmente se presenta en el área de manera natural.

La descripción técnica de las obras, ubicación, diseño y cantidad a establecer se describe a detalle en el Programa de Obras de Conservación de Suelo y Agua (ANEXO "11.36").

VI.1.4.4.2. Componente agua

Actualmente 4.485 hectáreas del proyecto (cuya superficie total es de 10.146 Ha) se encuentran cubiertas por vegetación forestal la cual favorece en buena medida el proceso de infiltración; por tanto, eliminar la cubierta forestal implica la disminución de la captación de agua e incrementar la generación de escurrimientos superficiales.

Para mitigar el impacto ocasionado se establecerán obras de captación de agua, favoreciendo el aumento de la infiltración y disminuyendo la pérdida de agua por escurrimiento superficial; por otra parte, al retener suelo, se propicia la revegetación principalmente de especies herbáceas, las cuales, establecen por lo general una cobertura de hasta el 100 %, incrementando así, la capacidad de infiltración.

A continuación, se presentan los valores de la cantidad de agua que se infiltra, estimado bajo tres escenarios: en condiciones actuales, una vez realizada la remoción de la vegetación y la diferencia entre ambos escenarios. Los datos fueron retomados del capítulo IV del presente estudio.

Escenario 1. Infiltración en condiciones actuales (Tabla 12).

Tabla 12. Infiltración en condiciones actuales en el área del proyecto.

| TIPO DE VEGETACIÓN | ÁREA (ha) | INFILTRACIÓN (m ³ /año) |
|------------------------|--------------|------------------------------------|
| Selva baja caducifolia | 3.931 | 44,293.351 |
| Tular | 0.554 | 5,865.684 |
| TOTAL | 4.485 | 50,159.034 |

Escenario 2. Cantidad de agua infiltrada después de realizado la remoción de vegetación (Tabla 13).

Tabla 13. Infiltración una vez realizada la remoción de vegetación.

| TIPO DE VEGETACIÓN | ÁREA (ha) | INFILTRACIÓN (m ³ /año) |
|------------------------|--------------|------------------------------------|
| Selva baja caducifolia | 3.931 | 41,068.238 |
| Tular | 0.554 | 5,787.790 |
| TOTAL | 4.485 | 46,856.028 |

Comparativa. Valores de infiltración antes y después de realizar la remoción de vegetación (Tabla 14).

Con los datos presentados en ambos escenarios, se estimó la diferencia generada con la remoción de la vegetación, con lo que se estima que se dejará de infiltrar 3,303.006 m³.

Tabla 14. Comparativa de la infiltración antes y después de la remoción de la vegetación.

| TIPO DE VEGETACIÓN | AGUA QUE SE INFILTRA EN EL ÁREA DEL PROYECTO (m ³ /año) | | |
|---------------------------------------|--|-------------------|-------------------|
| | ESCENARIO 1 | ESCENARIO 2 | VOLUMEN A MITIGAR |
| Selva baja caducifolia/sin vegetación | 44,293.351 | 41,068.238 | 3,225.113 |
| Tular/sin vegetación | 5,865.684 | 5,787.790 | 77.893 |
| Total | 50,159.034 | 46,856.028 | 3,303.006 |

En la tabla anterior se puede apreciar que la cantidad de agua que se infiltra en condiciones actuales es de 50,159.034 m³, mientras que, una vez eliminada la cobertura vegetal, la cantidad de agua infiltrada es de 46,856.028 m³ aproximadamente; de ahí la importancia de aplicar medidas que compensen esta pérdida.

Por lo anterior y para mitigar el impacto causado por la realización del proyecto sobre la infiltración, se propone realizar una reforestación y la implementación de 5,000 terrazas individuales con lo se logrará mitigar con estas obras la disminución de la infiltración generada por el proyecto (Tabla 15).

Tabla 15. Comparativa de la infiltración del agua con las obras.

| AÑO DE ANÁLISIS | DISMINUCIÓN DE INFILTRACIÓN | GANANCIA DE INFILTRACIÓN TERRAZAS INDIVIDUALES | GANANCIA DE INFILTRACIÓN REFORESTACIÓN | BALANCE GLOBAL |
|-----------------|-----------------------------|--|--|----------------|
| Año 1 | 3,303.006 | 7,198.924 | 1,286.963 | 5,182.881 |
| Año 2 | 3,303.006 | 7,198.924 | 1,677.017 | 5,572.935 |
| Año 3 | 3,303.006 | 7,198.924 | 2,067.071 | 5,962.989 |
| Año 4 | 3,303.006 | 7,198.924 | 3,354.034 | 7,249.952 |
| Año 5 | 3,303.006 | 7,198.924 | 3,744.088 | 7,640.006 |

Nota: El balance global = (ganancia de infiltración terrazas individuales + ganancia de infiltración reforestación) - disminución de infiltración.

De acuerdo con la tabla 15, la cantidad de agua que captará la reforestación y las obras, es superior a la que deja de infiltrarse con la realización del proyecto, este dato se obtuvo al comparar la cantidad de agua que se infiltra en condiciones actuales y la que se infiltrará una vez realizada la remoción de vegetación forestal o el cambio de uso de suelo (desmonte), obteniendo una disminución de 3,303.006 m³. Con lo que se asegura que las obras son suficientes para mitigar el impacto en la disminución de la infiltración. Los cálculos se describen en el **ANEXO "11.16"**.

VI.1.5. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PARA LA APLICACIÓN DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN.

En la siguiente tabla se presenta el cronograma de actividades para implementar las medidas de prevención y mitigación de impactos. Teniendo en cuenta que las actividades de preparación del sitio y la construcción del proyecto se realizará en 12 meses, y la operación del proyecto tendrá un periodo de 50 años (pudiéndose alargar indefinidamente).

Tabla 16. Cronograma de actividades para la aplicación de las medidas de prevención y mitigación.

| ETAPA/TIPO DE MEDIDA | ACTIVIDAD/MEDIDA | AÑOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|--|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|-------|-------|-------|-------|---------|---|---|--|
| | | MESES | | | | | | | | | | | | AÑO 2 | AÑO 3 | AÑO 4 | AÑO 5 | 5-50... | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | | | | | | | | |
| Preparación del sitio | Delimitación | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Desmante y Despalme | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | |
| | Cortes y Nivelación | | | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | |
| Construcción | Suministro, recepción y acopio de materiales | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | |
| | Obras de Drenaje | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | |
| | Conformación de terracería | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | |
| | Armado de vía | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | |
| | Encauzamiento de descarga pluvial | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | |
| Operación y mantenimiento | | | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | |
| Prevención | Realizar el proyecto únicamente en la superficie autorizada (Delimitación e identificación de las áreas autorizadas). | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | |
| | El desmante se deberá realizar de forma manual, con machetes, sierras eléctricas y otros instrumentos manuales, de forma paulatina y progresiva, conforme al avance de la construcción de la obra; aplicando un correcto derribo direccional, en caso de utilizar medios mecánicos, deberá realizarse en la parte central acompañándose de métodos manuales en los límites del área autorizada para evitar afectaciones fuera de esta. | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | |
| | Concientización y capacitación del personal de trabajo a fin de evitar o disminuir daños a la flora y fauna. | ■ | | | | | | ■ | | | | | | | | ■ | | | | | |
| | Manejo adecuado de los residuos sólidos y líquidos. | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | |
| | De ser necesario, se llevarán a cabo riegos con camiones cisterna, a fin de reducir lo máximo posible la generación de partículas de polvo con el paso de la maquinaria. | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | |
| | Se utilizarán lonas para cubrir los camiones que transporten material terrígeno hacia el sitio de la obra o lo saquen del mismo. | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | |
| | El almacenamiento y manejo de materiales deberá evitar la dispersión de polvos. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | La circulación de los vehículos de carga en la zona del proyecto será con velocidad menor a 20 Km/h. | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | |
| | La maquinaria, equipo y vehículos que se utilicen durante el desarrollo del proyecto, se someterán a un programa de mantenimiento preventivo, llevándose una bitácora para dar seguimiento a dichas actividades, con el fin de evitar fugas de lubricantes y combustibles, o emisiones de gases y | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | |

| ETAPA/TIPO DE MEDIDA | ACTIVIDAD/MEDIDA | AÑOS | | | | | | | | | | | | | 5-50... | | | | |
|----------------------------------|--|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|-------|---------|-------|-------|-------|---|
| | | MESES | | | | | | | | | | | | AÑO 2 | | AÑO 3 | AÑO 4 | AÑO 5 | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | | | | | | |
| Preparación del sitio | Delimitación | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Desmante y Despalme | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | |
| | Cortes y Nivelación | | | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | |
| Construcción | Suministro, recepción y acopio de materiales | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | |
| | Obras de Drenaje | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | |
| | Conformación de terracería | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | |
| | Armado de vía | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | |
| | Encauzamiento de descarga pluvial | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | |
| Operación y mantenimiento | | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | |
| Prevención | ruido que sobrepasen a las normas oficiales correspondientes. | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | |
| | Toda reparación, mantenimiento y lavado de maquinaria, equipo y vehículos se efectuará en áreas de servicio preestablecidas en comunidades cercanas. | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | |
| | En caso de una situación de emergencia, se tomarán las medidas necesarias para evitar contaminar el suelo como la utilización de un kit antiderrames. | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | |
| | Se acatará lo establecido en el reglamento de conservación de vía y estructura para los ferrocarriles mexicanos, emitido el 1° de septiembre de 1996. | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | Cumplimiento puntual al plan maestro para la Prevención, Atención y Remediación de Emergencias Químicas (PAREQ), que tiene FerroSur S.A de C.V., así como procedimientos de prevención y atención a accidentes ferroviarios. | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| Mitigación | Ejecución del programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna (previa y durante el desmante). * | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | |
| | Ejecución del programa de rescate y reubicación de flora. ** | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | |
| | Retiro y acopio temporal de la capa de suelo fértil | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | |
| | Ejecución del programa de Reforestación, quedando prohibido considerar especies exóticas y/o agresivas que puedan provocar desplazamiento y competencia de poblaciones vegetales. *** | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | Restauración de un predio de compensación adicional mediante la implementación de un programa de reforestación y un programa de obras de conservación de suelo y agua, como medida de mitigación para la recuperación de la capacidad de infiltración, conservación de suelo y mejora de la cobertura vegetal. | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |

| ETAPA/TIPO DE MEDIDA | ACTIVIDAD/MEDIDA | AÑOS | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|-------|-------|-------|-------|---------|---|
| | | MESES | | | | | | | | | | | | AÑO 2 | AÑO 3 | AÑO 4 | AÑO 5 | 5-50... | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | | | | | | |
| Preparación del sitio | Delimitación | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Desmante y Despalme | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | |
| | Cortes y Nivelación | | | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | |
| Construcción | Suministro, recepción y acopio de materiales | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | |
| | Obras de Drenaje | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | |
| | Conformación de terracería | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | |
| | Armado de vía | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | |
| | Encauzamiento de descarga pluvial | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Operación y mantenimiento | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Ejecución del programa de obras de conservación de suelo y agua. | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| SUPERVISIÓN DE LAS MEDIDAS Y SEGUIMIENTO A LOS PROGRAMAS | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |

* La Ejecución del programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna comenzará diez días antes de comenzar con las actividades de desmante.

** La Ejecución del programa de rescate y reubicación de flora comenzará quince días antes de comenzar con las actividades de desmante.

*** La Ejecución del programa de Reforestación se llevará a cabo en la temporada de lluvias más próxima al inicio del proyecto.

VI.2. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

El programa de vigilancia ambiental es un instrumento de gestión que tiene como función básica establecer un sistema que garantice el cumplimiento de las indicaciones y medidas de mitigación incluidas en el estudio de impacto ambiental (SEMARNAT, 2008) en el que se incluye la acción u obra de mitigación, señalando los indicadores para verificar el cumplimiento de las medidas de mitigación.

Dicho de otra manera, consiste en la programación de las medidas, acciones y políticas a seguir para: prevenir, eliminar, reducir y/o compensar los impactos adversos que el proyecto o el conjunto de proyectos pueden provocar en cada fase de su desarrollo (SEMARNAT, 2008)

Además de garantizar el cumplimiento de las medidas ayuda a cubrir los siguientes puntos;

- Prevenir los impactos negativos inesperados o súbitos cambios en las tendencias de los impactos.
- Proporcionar un aviso inmediato cuando un indicador de impacto preseleccionado se acerca a un nivel crítico predeterminado.
- Proporcionar información que puede ser utilizada para el control del tiempo de ocurrencia, localización y nivel de impactos de un proyecto.
- Proporcionar información que puede utilizarse para valorar la eficacia de las medidas correctoras aplicadas y verificar los impactos previstos y, por tanto, validar las técnicas de predicción de estos.

VI.2.1. OBJETIVOS

VI.2.1.1. Objetivo general

Presentar las medidas de prevención y mitigación aplicable de los impactos ambientales identificados en la manifestación de impacto ambiental y dar seguimiento mediante la medición de indicadores de éxito determinados, y así dar cumplimiento de las actividades establecidas.

VI.2.1.2. Objetivos particulares

- Presentar las medidas preventivas y de mitigación para cada uno de los impactos negativos identificados por componente ambiental y etapa del proyecto.
- Presentar los indicadores de éxito establecidos en cada medida preventiva y de mitigación propuesta por componente ambiental y actividad del proyecto.
- Presentar los requerimientos e información a integrar, para mostrar cumplimiento de las actividades.

VI.2.2. INDICADORES PARA MEDIR EL ÉXITO DE LAS MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN

A continuación, se describen los indicadores para medir el éxito de las medidas preventivas y de mitigación. Cabe mencionar que los materiales y costos se encuentran en el Estudio Técnico Económico (ETE), **ANEXO "11.42"**, el cual describe el cual permite obtener la base para para el cálculo financiero y la evaluación económica del proyecto, mostrando los costos que cada proceso. Con esto se cumple con lo dispuesto en la guía de la MIA-R SEMARNAT 2008.

VI.2.2.1. Indicadores para medir el éxito de las medidas preventivas

Con base en la identificación y evaluación de impactos ambientales que se producirán en cada una de las etapas del proyecto, en las siguientes tablas se describen cada una de las medidas de prevención para cada uno de los componentes ambientales de acuerdo con el impacto a generarse, así como los indicadores de éxito y evidencias de cumplimiento.

VI.2.2.1.1. Suelo

Tabla 17. Indicadores de éxito y seguimiento a las medidas de prevención en el factor suelo.

| IMPACTO | MEDIDA DE PREVENCIÓN | PERIODO DE APLICACIÓN | DURACIÓN | INDICADOR DE ÉXITO | MEDIDA CORRECTIVA | EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO |
|----------------------------------|---|--|--|---|--|--|
| Aumento de la erosión. | *Realizar el proyecto únicamente en la superficie autorizada (Delimitación e identificación de las áreas autorizadas). | Durante la preparación del sitio. | Seis meses, en los días laborables del proyecto. | Nula afectación de la vegetación en las áreas aledañas al proyecto. Nula extracción ilegal, o maltrato de las especies silvestres. | Restaurar las áreas afectadas. | Bitácoras de control. Memoria Fotografía |
| | *Los residuos vegetales generados durante las acciones de preparación del sitio se utilizarán en el área de compensación (obras de conservación de suelo) y para proteger el suelo fértil rescatado. | Durante la preparación del sitio. | Seis meses, en los días laborables del proyecto. | Construcción de obras de conservación (acomodo a curvas de nivel) con material del desmonte y el establecimiento de una cubierta para la conservación del suelo fértil. | Pica y dispersión de material vegetal en el DDV. Disposición de residuos vegetales ante el municipio considerando un plan de manejo. | Bitácoras de actividades relacionadas con las medidas. Memoria fotográfica de la disposición de almacenamiento de la clasificación de los residuos sólidos. Bitácora de volumen de suelo recuperado con registro de día y sitio. |
| Posible contaminación del suelo. | *El desmonte se deberá realizarse de forma manual, con machetes, sierras eléctricas y otros instrumentos manuales, de forma paulatina y progresiva, conforme al avance de la construcción de la obra; aplicando un correcto derribo direccional, en caso de utilizar medios mecánicos, deberá realizarse en la parte central acompañándose de métodos manuales en los límites del área autorizada para evitar afectaciones fuera de esta. | Durante la preparación del sitio y la construcción del proyecto. | Seis meses, en los días laborables del proyecto. | Nula afectación de la vegetación en las áreas aledañas al proyecto. | Pausar las actividades de desmonte hasta corregir el método de trabajo. | Bitácoras de actividades relacionadas con las medidas. Registro de capacitación a los empleados para el buen manejo de residuos. Memoria fotográfica. |
| | *Concientización y capacitación del personal de trabajo. | Al inicio de cada etapa del proyecto. | Diez días laborables al inicio de cada etapa del proyecto. | Nula afectación de la vegetación en las áreas aledañas al proyecto. Nula extracción ilegal, o maltrato de las especies silvestres. | Capacitación de medio ambiente a todo el personal de trabajo. | Registro de capacitación a los empleados |
| | *Manejo adecuado de los residuos sólidos y líquidos. | Durante la preparación del sitio, la construcción del proyecto. | 12 meses laborables del proyecto. | Que no se presente contaminación del suelo y se mantengan sus propiedades fisicoquímicas. | Recoger todos los residuos generados y disponerlos en sitios autorizados. | Registros actualizados de la empresa encargada del manejo del agua sanitaria ante la SEMARNAT. Registro actualizado de la empresa encargada del manejo de los residuos sanitarios. |
| | *La circulación de los vehículos de carga en la zona del proyecto será con velocidad menor a 20 Km/h. | Durante la construcción del proyecto. | Durante 12 meses, en los días laborables del proyecto. | Presencia de señaléticas de velocidad máxima. Ausencia de reportes por manejo a velocidades superiores a 20 km/h. | Colocación de topes o reductores de velocidad. | Bitácoras de actividades relacionadas con las medidas. |
| | *La maquinaria, equipo y vehículos que se utilicen durante el desarrollo del proyecto, se someterán a un programa de mantenimiento | Durante la preparación del sitio, y la | Durante 12 meses, en los días laborables del proyecto. | Buen funcionamiento de la maquinaria, vehículos y equipo de combustión interna. Niveles | Se prohibirá el tránsito de maquinaria, vehículo o equipo de combustión interna que no | Comprobantes de verificación vehicular. Bitácora de mantenimiento y hojas de |

| IMPACTO | MEDIDA DE PREVENCIÓN | PERIODO DE APLICACIÓN | DURACIÓN | INDICADOR DE ÉXITO | MEDIDA CORRECTIVA | EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO |
|----------------------------------|---|---|--|---|---|---|
| Posible contaminación del suelo. | preventivo, llevándose una bitácora para dar seguimiento a dichas actividades, con el fin de evitar fugas de lubricantes y combustibles, o emisiones de gases y ruido que sobrepasen a las normas oficiales correspondientes. | construcción del proyecto. | | de emisión de gases y ruido por debajo del límite máximo permisible. | cuenta con la bitácora de mantenimiento en regla y si es necesario se realizará mantenimiento y monitoreo constante. | mantenimiento recomendado para los vehículos, maquinaria y equipos. Memoria fotográfica. Reportes de fallas de algún equipo, maquinaria o vehículo. Reportes de cumplimiento con las normas aplicables. |
| | *Toda reparación, mantenimiento y lavado de maquinaria, equipo y vehículos se efectuará en áreas de servicio preestablecidas en comunidades cercanas. | Durante la preparación del sitio, y la construcción del proyecto. | Durante 12 meses, en los días laborables del proyecto. | Bitácoras de mantenimiento de maquinaria y vehículo que intervenga en el proyecto. Que no se presenten derrames de contaminantes (residuos químicos) al suelo, debido a cualquier avería de maquinaria o equipo. | Retiro de maquinaria y vehículos que no cuenten con mantenimiento previo a las actividades y etapas del proyecto. De ser necesario, contener cada derrame y proceder al adecuado manejo de residuos. Además de dar el mantenimiento necesario a la maquinaria. | Bitácoras de control y Memoria fotográfica. |
| | *En caso de una situación de emergencia, se tomarán las medidas necesarias para evitar contaminar el suelo (lo que afectaría la calidad del agua infiltrada) como la utilización de un kit antiderrames. | | | Nula contaminación por derrames (residuos químicos) al suelo, derivados de averías de maquinaria o equipo. | Contener cada derrame y proceder al adecuado manejo de residuos. Además de dar el mantenimiento necesario a la maquinaria en los lugares establecidos para ello. | Bitácoras de control y Memoria fotográfica. |
| | Se acatará lo establecido en el reglamento de conservación de vía y estructura para los ferrocarriles mexicanos, emitido el 1° de septiembre de 1996. | Durante la operación y mantenimiento. | Durante la vida útil del proyecto. | Sitio seguro para los pasajeros, empleados y para la protección de toda la propiedad. | Ajustarse a lo establecido en el reglamento de conservación de vía y estructura para los ferrocarriles mexicanos. | Bitácoras de control y Memoria fotográfica. |
| | Cumplimiento puntual al plan maestro para la Prevención, Atención y Remediación de Emergencias Químicas (PAREQ), que tiene FerroSur S.A. de C.V., así como procedimientos de prevención y atención a accidentes ferroviarios. | Durante la operación y mantenimiento. | Durante la vida útil del proyecto. | Área del proyecto libre de contaminantes químicos. | Contención de residuos y remediación del sitio afectado. | Bitácoras de control y Memoria fotográfica. |

VI.2.2.1.2. Agua

Tabla 18. Indicadores de éxito y seguimiento a las medidas de prevención en el factor agua.

| IMPACTO | MEDIDA DE PREVENCIÓN | PERIODO DE APLICACIÓN | DURACIÓN | INDICADOR DE ÉXITO | MEDIDA CORRECTIVA | EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO |
|--|--|---|--|---|---|--|
| Disminución de la infiltración. | *Realizar el proyecto únicamente en la superficie autorizada (Delimitación e identificación de las áreas autorizadas). | Durante la preparación del sitio. | Seis meses, en los días laborables del proyecto. | Nula afectación de la vegetación en las áreas aledañas al proyecto. Nula extracción ilegal, o maltrato de las especies silvestres. | Restaurar las áreas afectadas. | Bitácoras de control. Memoria Fotografía |
| Disminución de la calidad del agua. | *Concientización y capacitación del personal de trabajo. | Al inicio de cada etapa del proyecto. | Diez días laborables al inicio de cada etapa del proyecto. | Nula afectación de la vegetación en las áreas aledañas al proyecto. Nula extracción ilegal, o maltrato de las especies silvestres. | Capacitación de medio ambiente a todo el personal de trabajo. | Registro de capacitación a los empleados |
| | *Manejo adecuado de los residuos sólidos y líquidos. | Durante la preparación del sitio, y la construcción del proyecto. | 12 meses laborables del proyecto. | Que no se presente contaminación del suelo y se mantengan sus propiedades fisicoquímicas. | Recoger todos los residuos generados y disponerlos en sitios autorizados. | Registros actualizados de la empresa encargada del manejo del agua sanitaria ante la SEMARNAT. Registro actualizado de la empresa encargada del manejo de los residuos sanitarios. |
| | *La maquinaria, equipo y vehículos que se utilicen durante el desarrollo del proyecto, se someterán a un programa de mantenimiento preventivo, llevándose una bitácora para dar seguimiento a dichas actividades, con el fin de evitar fugas de lubricantes y combustibles, o emisiones de gases y ruido que sobrepasen a las normas oficiales correspondientes. | | | Buen funcionamiento de la maquinaria, vehículos y equipo de combustión interna. Niveles de emisión de gases y ruido por debajo del límite máximo permisible. | Se prohibirá el tránsito de maquinaria, vehículo o equipo de combustión interna que no cuente con la bitácora de mantenimiento en regla y si es necesario se realizará mantenimiento y monitoreo constante. | Comprobantes de verificación vehicular. Bitácora de mantenimiento y hojas de mantenimiento recomendado para los vehículos, maquinaria y equipos. Memoria fotográfica. Reportes de fallas de algún equipo, maquinaria o vehículo. Reportes de cumplimiento con las normas aplicables. |
| | *Toda reparación, mantenimiento y lavado de maquinaria, equipo y vehículos se efectuará en áreas de servicio preestablecidas en comunidades cercanas. | | | Bitácoras de mantenimiento de maquinaria y vehículo que intervenga en el proyecto. Que no se presenten derrames de contaminantes (residuos químicos) al suelo, debido a cualquier avería de maquinaria o equipo. | Retiro de maquinaria y vehículos que no cuenten con mantenimiento previo a las actividades y etapas del proyecto. De ser necesario, contener cada derrame y proceder al adecuado manejo de residuos. Además de dar el mantenimiento necesario a la maquinaria. | Bitácoras de control y Memoria fotografía. |
| *En caso de una situación de emergencia, se tomarán las medidas necesarias para evitar contaminar el suelo como la utilización de un kit antiderrames. | Nula contaminación por derrames (residuos químicos) al suelo, derivados de averías de maquinaria o equipo. | | | Contener cada derrame y proceder al adecuado manejo de residuos. Además de dar el mantenimiento necesario a la maquinaria en los lugares establecidos para ello. | Bitácoras de control y Memoria fotografía. | |

| IMPACTO | MEDIDA DE PREVENCIÓN | PERIODO DE APLICACIÓN | DURACIÓN | INDICADOR DE ÉXITO | MEDIDA CORRECTIVA | EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO |
|---------|---|---------------------------------------|------------------------------------|---|---|--|
| | Se acatará lo establecido en el reglamento de conservación de vía y estructura para los ferrocarriles mexicanos, emitido el 1° de septiembre de 1996. | Durante la operación y mantenimiento. | Durante la vida útil del proyecto. | Sitio seguro para los pasajeros, empleados y para la protección de toda la propiedad. | Ajustarse a lo establecido en el reglamento de conservación de vía y estructura para los ferrocarriles mexicanos. | Bitácoras de control y Memoria fotografía. |
| | Cumplimiento puntual al plan maestro para la Prevención, Atención y Remediación de Emergencias Químicas (PAREQ), que tiene Ferrosur S.A. de C.V., así como procedimientos de prevención y atención a accidentes ferroviarios. | Durante la operación y mantenimiento. | Durante la vida útil del proyecto. | Área del proyecto libre de contaminantes químicos. | Contención de residuos y remediación del sitio afectado. | Bitácoras de control y Memoria fotografía. |

VI.2.2.1.3. Flora

Tabla 19. Impactos generados hacia el componente flora, medidas de prevención aplicables, indicadores de éxito y evidencia de cumplimiento.

| IMPACTO | MEDIDA DE PREVENCIÓN | PERIODO DE APLICACIÓN | DURACIÓN | INDICADOR DE ÉXITO | MEDIDA CORRECTIVA | EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO |
|---|--|---------------------------------------|--|--|---|---|
| Disminución de la diversidad y abundancia de flora. | Realizar el proyecto únicamente en la superficie autorizada (Delimitación e identificación de las áreas autorizadas). | Durante la preparación del sitio. | Seis meses, en los días laborables del proyecto. | Nula afectación de la vegetación en las áreas aledañas al proyecto. Nula extracción ilegal, o maltrato de las especies silvestres. | Restaurar las áreas afectadas. | Bitácoras de control. Memoria Fotografía |
| | Concientización y capacitación del personal de trabajo. | Al inicio de cada etapa del proyecto. | Diez días laborables al inicio de cada etapa del proyecto. | Nula afectación de la vegetación en las áreas aledañas al proyecto. Nula extracción ilegal, o maltrato de las especies silvestres. | Capacitación de medio ambiente a todo el personal de trabajo. | Registro de capacitación a los empleados |
| Disminución de la cobertura de flora. | El desmonte se deberá realizarse de forma manual, con machetes, sierras eléctricas y otros instrumentos manuales, de forma paulatina y progresiva, conforme al avance de la construcción de la obra; aplicando un correcto derribo direccional, en caso de utilizar medios mecánicos, deberá realizarse en la parte central acompañándose de métodos manuales en los límites del área autorizada para evitar afectaciones fuera de esta. | Durante el desmonte. | Seis meses, en los días laborables del proyecto. | Nula afectación de la vegetación en las áreas aledañas al proyecto. | Pausar las actividades de desmonte hasta corregir el método de trabajo. | Bitácoras de actividades relacionadas con las medidas. Registro de capacitación a los empleados para el buen manejo de residuos. Memoria fotográfica. |
| | Concientización del personal de trabajo a fin de evitar o disminuir daños a la flora. | Al inicio de cada etapa del proyecto. | Diez días laborables al inicio de cada etapa del proyecto. | Nula afectación de la vegetación en las áreas aledañas al proyecto. Nula extracción ilegal, o maltrato de las especies silvestres. | Capacitación de medio ambiente a todo el personal de trabajo. | Registro de capacitación a los empleados |

VI.2.2.1.4. Fauna

Tabla 20. Impactos generados hacia el componente fauna, medidas de prevención aplicables, indicadores de éxito y evidencia de cumplimiento.

| IMPACTO | MEDIDA DE PREVENCIÓN | PERIODO DE APLICACIÓN | DURACIÓN | INDICADOR DE ÉXITO | MEDIDA CORRECTIVA | EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO |
|---|---|---|--|--|---|--|
| Disminución de riqueza y diversidad de fauna en el sitio. Reducción del Hábitat. | Realizar el proyecto únicamente en la superficie autorizada (Delimitación e identificación de las áreas autorizadas). | Durante la preparación del sitio. | Seis meses, en los días laborables del proyecto. | Nula afectación de la vegetación en las áreas aledañas al proyecto. Nula extracción ilegal, o maltrato de las especies silvestres. | Restaurar las áreas afectadas. | Bitácoras de control. Memoria Fotografía |
| | Concientización y capacitación del personal de trabajo a fin de evitar o disminuir daños a la fauna. | Al inicio de cada etapa del proyecto. | Diez días laborables al inicio de cada etapa del proyecto. | Nula afectación de la vegetación en las áreas aledañas al proyecto. Nula extracción ilegal, o maltrato de las especies silvestres. | Capacitación de medio ambiente a todo el personal de trabajo. | Registro de capacitación a los empleados |
| | La circulación de los vehículos de carga en la zona del proyecto será con velocidad menor a 20 Km/h. | Durante la preparación del sitio, la construcción del proyecto. | Durante 12 meses, en los días laborables del proyecto. | Presencia de señaléticas de velocidad máxima. Ausencia de reportes por manejo a velocidades superiores a 20 km/h. | Colocación de topes o reductores de velocidad. | Bitácoras de actividades relacionadas con las medidas. |

VI.2.2.1.5. Aire

Tabla 21. Impactos generados hacia el componente aire, medidas de prevención aplicables, indicadores de éxito y evidencia de cumplimiento.

| IMPACTO | MEDIDA DE PREVENCIÓN | PERIODO DE APLICACIÓN | DURACIÓN | INDICADOR DE ÉXITO | MEDIDA CORRECTIVA | EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO |
|-------------------------------------|--|--|--|--|---|--|
| Disminución de la calidad del aire. | De ser necesario, se llevarán a cabo riegos con camiones cisterna, a fin de reducir lo máximo posible la generación de partículas de polvo con el paso de la maquinaria. | Durante la preparación del sitio y la construcción del proyecto. | Durante 12 meses, en los días laborables del proyecto. | Mínima presencia de polvos suspendidos. | Se prohibirá el paso de maquinaria, hasta que se haga riegos con camiones cisterna y/o los niveles de polvo disminuyan. | Bitácora con registro de la aplicación de riegos periódicos. |
| Disminución de la calidad del aire. | Se utilizarán lonas para cubrir los camiones que transporten material terrígeno hacia el sitio de la obra o lo saquen del mismo. | | | Nula dispersión de polvos durante el transporte de material. | Se prohibirá el tránsito de camiones sin lonas. Además, se registrará el número de camión o placas de la misma en bitácora, a manera de antecedente y posteriores revisiones. | Memoria fotográfica. |

| IMPACTO | MEDIDA DE PREVENCIÓN | PERIODO DE APLICACIÓN | DURACIÓN | INDICADOR DE ÉXITO | MEDIDA CORRECTIVA | EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO |
|-------------------------------------|---|---|----------|--|--|--|
| | El almacenamiento y manejo de materiales deberá evitar la dispersión de polvos. | | | Nula dispersión de polvos. | Se colocarán lonas o cubiertas sobre los materiales a manera de medida temporal, y se deberán establecer las acciones necesarias para evitar la dispersión de polvo durante el almacenamiento y manejo de estos. | Reportes de cumplimiento con las normas aplicables. Memoria fotográfica. |
| | La circulación de los vehículos de carga en la zona del proyecto será con velocidad menor a 20 Km/h. | | | Presencia de señaléticas de velocidad máxima. Ausencia de reportes por manejo a velocidades superiores a 20 km/h. | Colocación de topes o reductores de velocidad. | Bitácoras de actividades relacionadas con las medidas. |
| Disminución de la calidad del aire. | La maquinaria, equipo y vehículos que se utilicen durante el desarrollo del proyecto, se someterán a un programa de mantenimiento preventivo, llevándose una bitácora para dar seguimiento a dichas actividades, con el fin de evitar fugas de lubricantes y combustibles, o emisiones de gases y ruido que sobrepasen a las normas oficiales correspondientes. | Durante la preparación del sitio, y la construcción del proyecto. | | Buen funcionamiento de la maquinaria, vehículos y equipo de combustión interna. Niveles de emisión de gases y ruido por debajo del límite máximo permisible. | Se prohibirá el tránsito de maquinaria, vehículo o equipo de combustión interna que no cuente con la bitácora de mantenimiento en regla y si es necesario se realizará mantenimiento y monitoreo constante. | Comprobantes de verificación vehicular. Bitácora de mantenimiento y hojas de mantenimiento recomendado para los vehículos, maquinaria y equipos. Memoria fotográfica. Reportes de fallas de algún equipo, maquinaria o vehículo. Reportes de cumplimiento con las normas aplicables. |

| IMPACTO | MEDIDA DE PREVENCIÓN | PERIODO DE APLICACIÓN | DURACIÓN | INDICADOR DE ÉXITO | MEDIDA CORRECTIVA | EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO |
|------------------------------|---|---|--|---|---|--|
| Aumento en el nivel de ruido | La maquinaria, equipo y vehículos que se utilicen durante el desarrollo del proyecto, se someterán a un programa de mantenimiento preventivo, llevándose una bitácora para dar seguimiento a dichas actividades, con el fin de evitar fugas de lubricantes y combustibles, o emisiones de gases y ruido que sobrepasen a las normas oficiales correspondientes. | Durante la preparación del sitio, y la construcción del proyecto. | Durante 12 meses, en los días laborables del proyecto. | Buen funcionamiento de la maquinaria, vehículos y equipo de combustión interna. Niveles de emisión de gases y ruido por debajo del límite máximo permisible | Se prohibirá el tránsito de maquinaria, vehículo o equipo de combustión interna que no cuente con la bitácora de mantenimiento en regla y si es necesario se realizará mantenimiento y monitoreo constante. | Comprobantes de verificación vehicular. Bitácora de mantenimiento y hojas de mantenimiento recomendado para los vehículos, maquinaria y equipos. Memoria fotográfica. Reportes de fallas de algún equipo, maquinaria o vehículo. Reportes de cumplimiento con las normas aplicables. |

VI.2.2.1.6. Paisaje

Tabla 22. Impactos generados hacia el componente paisaje, medidas de prevención aplicables, indicadores de éxito y evidencia de cumplimiento.

| IMPACTO | MEDIDA DE PREVENCIÓN | PERIODO DE APLICACIÓN | DURACIÓN | MEDIDA CORRECTIVA | EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO |
|--|--|-----------------------------------|--|--------------------------------|--|
| Cambio en la estructura y/o calidad del paisaje. | *Realizar el proyecto únicamente en la superficie autorizada (Delimitación e identificación de las áreas autorizadas). | Durante la preparación del sitio. | Seis meses, en los días laborables del proyecto. | Restaurar las áreas afectadas. | Bitácoras de control. Memoria Fotografía |

VI.2.2.2. Indicadores para medir el éxito de las medidas de mitigación

Las medidas de mitigación consisten en la implementación o aplicación de cualquier política, estrategia, obra y/o acción para compensar los impactos adversos que puedan presentarse durante las etapas de ejecución del proyecto.

En las siguientes tablas, se presentan las medidas de mitigación a implementarse antes, durante y al término de las actividades del proyecto, para mitigar los impactos generados en cada uno de los diferentes componentes ambientales, así como los indicadores de éxito para la evaluación de la implementación de las medidas aplicadas y finalmente los requerimientos para las evidencias de cumplimiento.

VI.2.2.2.1. Suelo

Tabla 23. Impactos generados hacia el componente suelo, las medidas de mitigación, indicadores de éxito y evidencia de cumplimiento aplicables.

| IMPACTO | MEDIDA DE MITIGACION | DESCRIPCION | BENEFICIOS ADICIONALES | MOMENTO DE APLICACION | DURACIÓN | MEDIDA CORRECTIVA |
|------------------------|--|---|---|--|---|---|
| Aumento de la erosión. | Restauración de un predio de compensación adicional mediante la implementación de un programa de reforestación y un programa de obras de conservación, como medida de mitigación para la recuperación de la capacidad de infiltración, conservación de suelo y mejora de la cobertura vegetal. | * Reforestación de 4.5 hectáreas (5,000 plantas en total incluyendo los ejemplares rescatados), terrazas individuales (para cada planta) y acomodo del material vegetal producto del desmonte (2,250 metros). Lo que permitirá contar con niveles menores de erosión a los que se tiene actualmente sin proyecto. | Se promoverá la captación de suelo orgánico, permitiendo la revegetación. Propiciará de fuentes de refugio y alimento para la fauna silvestre. Aumentará la infiltración del agua y la reducción del escurrimiento superficial. | Iniciando durante la temporada de lluvia más próxima al inicio de la preparación del sitio. | 12 meses durante la etapa de preparación del sitio y construcción. Y se realizarán actividades de mantenimiento durante la etapa de operación y mantenimiento del proyecto. | Realizar actividades que aseguren el establecimiento de la reforestación, tales como la reposición de plantas muertas y/o la aplicación de fertilizantes. Remplazar le pérdida de plantas si la sobrevivencia es menor al 80%. |
| | Retiro y acopio temporal de la capa de suelo fértil | Retiro, almacenamiento y reutilización de la capa fértil del suelo. | Se evita la pérdida del suelo del área del proyecto, su posible banco de semillas, nutrientes y microorganismos. | Inmediatamente después del desmonte, se almacena en un sitio expuesto para su conservación y reutilización posteriormente. | Seis meses durante la etapa de preparación del sitio. | Conservación de suelo para uso en el mejoramiento de predios degradados. |

VI.2.2.2.2. Agua

Tabla 24. Impactos generados hacia el componente agua, medidas de mitigación aplicables, indicadores de éxito y evidencia de cumplimiento.

| IMPACTO | MEDIDA DE MITIGACION | DESCRIPCION | BENEFICIOS ADICIONALES | MOMENTO DE APLICACION | DURACION | MEDIDA CORRECTIVA |
|---------------------------------|--|---|---|---|---|---|
| Disminución en la infiltración. | Restauración de un predio de compensación adicional mediante la implementación de un programa de reforestación y un programa de obras de conservación, como medida de mitigación para la recuperación de la capacidad de infiltración, conservación de suelo y mejora de la cobertura vegetal. | Trabajos de reforestación en 4.5 hectáreas (área de compensación), con los que se mitigará la disminución de la infiltración por la realización del proyecto (3,354.034 m ³ /año), considerando que se le dará mantenimiento durante 5 años y la cobertura vegetal irá mejorando de manera gradual cada año. | <p>Proveerá mayor protección al suelo contra los procesos erosivos.</p> <p>Propiciará de fuentes de refugio y alimento para la fauna silvestre.</p> | Iniciando durante la temporada de lluvia más próxima al inicio de la preparación del sitio. | 12 meses durante la etapa de preparación del sitio y construcción. Y se realizarán actividades de mantenimiento durante la etapa de operación y mantenimiento del proyecto. | <p>Realizar actividades que aseguren el establecimiento de la reforestación, tales como la reposición de plantas muertas y/o la aplicación de fertilizantes.</p> <p>Reemplazar le perdida de plantas si la sobrevivencia es menor al 80%.</p> |
| | Terrazas Individuales como medida de mitigación para recuperar los niveles de infiltración. | Se construirán 5,000 terrazas individuales de 1 m de diámetro x 0.2 m de profundidad en el área de compensación (mismas que se consideraron para el factor suelo). Las cuales tendrán una infiltración real de 7,198.924 m ³ /año, desde el primer año. | Permitirá almacenar mayor humedad del suelo. | Iniciando durante la temporada de lluvia más próxima al inicio de la preparación del sitio. | 12 meses durante la etapa de preparación del sitio y construcción. Y se realizarán actividades de mantenimiento durante la etapa de operación y mantenimiento del proyecto. | Mantenimiento y desazolve de las terrazas. |

VI.2.2.2.3. Flora

Tabla 25. Impactos generados hacia el componente flora y vegetación, medidas de mitigación aplicables, indicadores de éxito y evidencia de cumplimiento.

| IMPACTO | MEDIDA DE MITIGACION | DESCRIPCION | BENEFICIOS ADICIONALES | MOMENTO DE APLICACION | DURACION | MEDIDA CORRECTIVA | | | |
|---|---|--|------------------------------------|--|--|---|---|--|---|
| Disminución de la diversidad y abundancia de flora. | Ejecución del programa de rescate y reubicación de flora. | *Se rescatarán y reubicarán 1,393 individuos de las siguientes especies: | | Se rescatará la diversidad conservando las especies de mayor valor de importancia. | Antes y durante el desmonte y despilme | 12 meses durante la etapa de preparación del sitio y construcción. Y se realizarán actividades de mantenimiento durante la etapa de operación y mantenimiento del proyecto. | Reposición de individuos muertos. Monitoreo e intensificación de actividades de mantenimiento a las plantas. | | |
| | | ESTRATO | NOMBRE CIENTÍFICO | | | | | NO. DE INDIVIDUOS A RESCATAR EN 3.931 HA | MÉTODO |
| | | Árboreo | <i>Acacia cornigera</i> | | | | | 94 | Extracción de renuevos |
| | | | <i>Coccoloba barbadensis</i> | | | | | 10 | Extracción de renuevos |
| | | | <i>Cordia megalantha</i> | | | | | 7 | Extracción de renuevos |
| | | | <i>Daphnopsis americana</i> | | | | | 13 | Extracción de renuevos |
| | | | <i>Ehretia tinifolia</i> | | | | | 4 | Extracción de renuevos |
| | | | <i>Gliricidia sepium</i> | | | | | 4 | Extracción de renuevos |
| | | | <i>Guazuma ulmifolia</i> | | | | | 4 | Extracción de renuevos |
| | | | <i>Parmentiera aculeata</i> | | | | | 4 | Extracción de renuevos |
| | | | <i>Pithecellobium lanceolatum</i> | | | | | 48 | Extracción de renuevos |
| | | | <i>Stemmadenia donnell-smithii</i> | | | | | 16 | Extracción de renuevos |
| | | <i>Tabebuia rosea</i> | 4 | | | | | Extracción de renuevos | |
| | | | <i>Gliricidia sepium</i> | | | | | 24 | Esquejen o planta obtenida de viveros locales |
| | | | <i>Xylosma panamensis</i> | | | | | 24 | Esqueje o planta obtenida de viveros locales |
| | | arbustivo | <i>Acacia farnesiana</i> | | | | | 63 | Extracción de renuevos |
| | | | <i>Lasiacis divaricata</i> | | | | | 684 | Extracción de renuevos |
| | | | <i>Mimosa dormiens</i> | | | | | 171 | Extracción de renuevos |
| | | | <i>Mimosa polyantha</i> | | | | | 16 | Extracción de renuevos |
| | | | <i>Paullinia fuscescens</i> | | | | | 78 | Extracción de renuevos |
| <i>Prunus serotina var. Capuli</i> | 125 | | Extracción de renuevos | | | | | | |
| TOTAL | | 1,393 | - | | | | | | |
| *Las especies se reubicarán en el área de compensación. | | | | | | | | | |

| IMPACTO | MEDIDA DE MITIGACION | DESCRIPCION | BENEFICIOS ADICIONALES | MOMENTO DE APLICACION | DURACION | MEDIDA CORRECTIVA | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|--|--|------------------------|-----------------------|------------------------------|-------------------|--------------------------|-------|-----------------------------------|-------|--------------|--------------|---|--|--|--|
| Disminución de la cobertura de flora. | Restauración de un predio de compensación adicional mediante la implementación de un programa de reforestación y un programa de obras de conservación, como medida de mitigación para la recuperación de la capacidad de infiltración, conservación de suelo y mejora de la cobertura vegetal. | <p>*Se reforestará una superficie de 4.5 ha con 3,607 individuos obtenidas de viveros locales, de las especies:</p> <table border="1" data-bbox="579 560 1024 683"> <thead> <tr> <th>ESPECIE</th> <th>CANTIDAD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><i>Coccoloba barbadensis</i></td> <td>1,266</td> </tr> <tr> <td><i>Guazuma ulmifolia</i></td> <td>1,211</td> </tr> <tr> <td><i>Pithecellobium lanceolatum</i></td> <td>1,130</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td>3,607</td> </tr> </tbody> </table> <p>Además de las 1,393 plantas provenientes del rescate de flora.</p> | ESPECIE | CANTIDAD | <i>Coccoloba barbadensis</i> | 1,266 | <i>Guazuma ulmifolia</i> | 1,211 | <i>Pithecellobium lanceolatum</i> | 1,130 | TOTAL | 3,607 | <p>Proveerá mayor protección al suelo contra los procesos erosivos.</p> <p>Aumentará la infiltración del agua y la reducción del escurrimiento superficial.</p> <p>Propiciará de fuentes de refugio y alimento para la fauna silvestre.</p> | <p>Iniciando durante la temporada de lluvia más próxima al inicio de la preparación del sitio.</p> | <p>12 meses durante la etapa de preparación del sitio y construcción. Y se realizarán actividades de mantenimiento durante la etapa de operación y mantenimiento del proyecto.</p> | <p>Realizar actividades que aseguren el establecimiento de la reforestación, tales como la reposición de plantas muertas y/o la aplicación de fertilizantes.</p> <p>Remplazar le pérdida de plantas si la sobrevivencia es menor al 80%.</p> |
| ESPECIE | CANTIDAD | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Coccoloba barbadensis</i> | 1,266 | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Guazuma ulmifolia</i> | 1,211 | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Pithecellobium lanceolatum</i> | 1,130 | | | | | | | | | | | | | | | |
| TOTAL | 3,607 | | | | | | | | | | | | | | | |

VII.2.2.2.4. Fauna

Tabla 26. Impactos generados hacia el componente fauna, medidas de mitigación aplicables, indicadores de éxito y evidencia de cumplimiento.

| IMPACTO | MEDIDA DE MITIGACION | DESCRIPCION | BENEFICIOS ADICIONALES | MOMENTO DE APLICACION | DURACIÓN | MEDIDA CORRECTIVA |
|---|---|--|---|--|-----------------------------------|--|
| Disminución de abundancia y diversidad de fauna en el sitio. Reducción de hábitat. | Ejecución del programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna (previa y durante el desmonte) | *Se rescatarán las ejemplares que puedan encontrarse en el área del proyecto al momento de la realización del proyecto. *Se rescatarán-reubicarán nidos y se desalojarán madrigueras que puedan encontrarse en el área del proyecto. *Se ahuyentarán todas las especies presentes durante la realización del proyecto. | Se evitarán posibles afectaciones a la composición de las cadenas tróficas del presente ecosistema. | Antes y durante el desmonte y despalme. Durante la construcción de la obra. | 12 meses laborables del proyecto. | Proveer atención y cuidados veterinarios con la finalidad de asegurar la estabilidad del ejemplar, y posteriormente reubicarlo en un hábitat similar |

Cabe mencionar que se anexa un Programa de Manejo Ambiental (**ANEXO "11.41"**) a la presente MIA-R.

VI.3. SEGUIMIENTO Y CONTROL (MONITOREO).

Mediante el seguimiento es posible obtener información útil para conocer el estado, ambientalmente hablando, del proyecto y su entorno, identificar los problemas ambientales y así aplicar correctamente las medidas para su prevención y mitigación.

El seguimiento de las actividades de prevención y mitigación deberá soportarse documentalmente con los siguientes instrumentos:

- Bitácora: En esta se especificarán las actividades realizadas durante el día.
- Reporte Semestral: En este reporte se señalará el desarrollo de las actividades de la obra, además de señalar la forma en que se llevó a cabo la medida de mitigación del impacto generado.
- Memoria fotográfica: El reporte semestral deberá incluir un anexo fotográfico. Las fotografías que se incluyan deberán avalar y evidenciar la implementación de las medidas de mitigación durante el desarrollo de actividades realizadas.
- Reporte anual: Este se deberá elaborar anualmente y señalará el desarrollo de la obra; de ser necesario.

A continuación, se presenta la estrategia de seguimiento y control de las medidas de **mitigación** propuestas (Indicadores de realización y Puntos de comprobación), para asegurar y comprobar el cumplimiento de las mismas. Así como las medidas de mitigación o control en caso de que las previstas resulten insuficientes o inadecuadas (Medidas de urgente aplicación).

VI.3.1. PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE FLORA

VI.3.1.1. INDICADORES DE REALIZACIÓN

VI.3.1.1.1. Tiempo de ejecución del programa

El rescate y reubicación de flora se llevará a cabo antes y durante la etapa preparación del sitio, con una duración de 6 meses

Será importante llevar a cabo las actividades del proceso de rescate y reubicación de flora en los plazos establecidos en el cronograma de actividades.

VI.3.1.1.2. Cantidad de planta

Los indicadores de éxito se evaluarán con base en el total de ejemplares rescatados y reubicados de las siguientes especies:

Tabla 27. Número de individuos por especie a rescatar.

| ESTRATO | ESPECIE | INDIVIDUOS POR RESCATAR | MÉTODO DE RESCATE |
|--------------|------------------------------------|-------------------------|---|
| Arbóreo | <i>Acacia cornigera</i> | 94 | Extracción de renuevos |
| | <i>Coccoloba barbadensis</i> | 10 | Extracción de renuevos |
| | <i>Cordia megalantha</i> | 7 | Extracción de renuevos |
| | <i>Daphnopsis americana</i> | 13 | Extracción de renuevos |
| | <i>Ehretia tinifolia</i> | 4 | Extracción de renuevos |
| | <i>Gliricidia sepium</i> | 4 | Extracción de renuevos |
| | <i>Guazuma ulmifolia</i> | 4 | Extracción de renuevos |
| | <i>Parmentiera aculeata</i> | 4 | Extracción de renuevos |
| | <i>Pithecellobium lanceolatum</i> | 48 | Extracción de renuevos |
| | <i>Stemmadenia donnell-smithii</i> | 16 | Extracción de renuevos |
| | <i>Tabebuia rosea</i> | 4 | Extracción de renuevos |
| | <i>Gliricidia sepium</i> | 24 | Esquejen o planta obtenida de viveros locales |
| | <i>Xylosma panamensis</i> | 24 | Esqueje o planta obtenida de viveros locales |
| Arbustivo | <i>Acacia farnesiana</i> | 63 | Extracción de renuevos |
| | <i>Lasiacis divaricata</i> | 684 | Extracción de renuevos |
| | <i>Mimosa dormiens</i> | 171 | Extracción de renuevos |
| | <i>Mimosa polyantha</i> | 16 | Extracción de renuevos |
| | <i>Paullinia fuscescens</i> | 78 | Extracción de renuevos |
| | <i>Prunus serotina var. Capuli</i> | 125 | Extracción de renuevos |
| TOTAL | | 1,393 | - |

VI.3.1.1.3. Porcentaje de sobrevivencia

Este indicador se expresa mediante evaluación técnica, con base en el porcentaje de árboles que sobreviven y al número de reposiciones que se realizaron. Se realizará un censo un año después de la reubicación, verificando de manera directa el estado que guarda las especies rescatadas y reubicadas.

La sobrevivencia se representará de acuerdo con tres condiciones (tabla 28):

Tabla 28. Claves para describir la condición de la planta.

| CLAVE | DESCRIPCIÓN |
|-------|---------------------|
| 1 | Árbol vivo |
| 2 | Árbol muerto en pie |
| 3 | Tocón |

El porcentaje se determina mediante una relación de las plantas muertas y vivas, conociendo así, el éxito de sobrevivencia.

$$p = \frac{\sum_{i=1}^n ai}{\sum_{i=1}^n mi} \times 100$$

Donde:

p: Proporción estimada de árboles vivos.

Ai: Número de árboles vivos en el sitio i.

mi: Número de árboles plantados en el sitio i.

Como parte de este indicador, se deberán contemplar los daños presentes en las plantas reforestadas, así como, el vigor de las mismas (tabla 29 y 30).

Tabla 29. Indicadores para descripción de daño de la reforestación establecida.

| CLAVE | AGENTE | DESCRIPCIÓN |
|-------|--------------|---|
| 1 | Ausencia de | El árbol no presenta evidencia de daño físico o causado por plagas y enfermedades. |
| 2 | Incendios | Presencia de carbonización en troncos y ramas, desecación o pérdida del follaje. |
| 3 | Insectos | Daño causado por insectos barrenadores, descortezadores o defoliadores. |
| 4 | Viento | Árboles descopados o ramas y ramillas desgajadas, a consecuencia del embate del |
| 5 | Enfermedades | Daños causados o indicados principalmente por hongos. (deformaciones o protuberancias de los tallos, ramas y frutos, así como manchas foliares o clorosis). |
| 6 | Roedores | Daños en el tallo, ramas, flores, semillas y otras partes, causados por ardillas y ratones. |
| 7 | Pastoreo | Pisoteo y ramoneo principalmente de las plantas. |
| 8 | Otros | Cuando exista daño, pero no sea posible identificar el agente causante del daño. |

Tabla 30. Claves para describir el vigor de las plantas.

| CLAVE | VIGOR |
|-------|-----------|
| A | Óptimo |
| B | Bueno |
| C | Pobre |
| D | Muy pobre |

Una vez determinada la condición en las que se encuentren las plantas vivas, será posible conocer las necesidades de las mismas, buscando soluciones que permitan la sobrevivencia de estas. Los daños presentes en la reforestación serán registrados para tener un mejor control de la situación (tabla 31).

Tabla 31. Formato tipo para el registro de indicadores de éxito de la restauración.

| NO. PROGRESIVO | NOMBRE COMÚN | NOMBRE CIENTÍFICO | CONDICIÓN Y/VIGOR | ALTURA (m) | EVIDENCIA DE ALGUN DAÑO |
|----------------|--------------|-------------------|-------------------|------------|-------------------------|
| 1 | | | | | |
| 2 | | | | | |
| 3 | | | | | |
| <i>n</i> | | | | | |

VI.3.1.2. PUNTOS DE COMPROBACIÓN

El punto de comprobación (lugar y sobre que componente ambiental) tendrá la función de verificar que las diferentes actividades correspondientes al **Programa de rescate y reubicación de flora** sean desarrolladas en tiempo y forma, por lo que, en este caso se plantea que el lugar donde se podrá realizar la comprobación de las actividades serán los sitios de reubicación (en el área de compensación), mismos que serán georreferenciados e integrados en el informe correspondiente para su seguimiento y entrega a las autoridades ambientales correspondientes.

Con el avance de las actividades de reubicación, se irán registrando por medio de bitácoras las ubicaciones de los nuevos sitios de trasplante, mismos que serán los puntos de comprobación.

Así mismo, el componente sobre el cual se comprobará la ejecución de las actividades será la flora, en este caso, la cantidad de plantas rescatadas y reubicadas, así como la sobrevivencia de las mismas mediante monitoreos.

VI.3.1.3. MEDIDAS DE URGENTE APLICACIÓN

En caso de que no se alcancen los objetivos y metas establecidas, se deberán llevar a cabo medidas emergentes o de urgente aplicación. Para lo cual, es necesario tomar en consideración los indicadores de éxito establecidos. A continuación, se presentan las medidas a aplicar (Tabla 32).

Tabla 32. Medidas de urgente aplicación.

| INDICADOR | MEDIDA EMERGENTE |
|---|--|
| Rescatar y reubicar 1,393 individuos ; de los cuales corresponden a: <i>Acacia cornígera</i> 94, <i>Acacia farnesiana</i> 63, <i>Coccoloba barbadensis</i> 10, <i>Cordia megalantha</i> 7, <i>Daphnopsis americana</i> 13, <i>Ehretia tinifolia</i> 4, <i>Gliricidia sepium</i> 28, <i>Guazuma ulmifolia</i> 4, <i>Lasiacis divaricata</i> 684, <i>Mimosa dormiens</i> 171, <i>Mimosa polyantha</i> 16, <i>Parmentiera aculeata</i> 4, <i>Paullinia fuscescens</i> 78, <i>Pithecellobium lanceolatum</i> 48, <i>Prunus serotina var. Capuli</i> 125, <i>Stemmadenia donnell-smithii</i> 16, <i>Tabebuia rosea</i> 4, <i>Xylosma panamensis</i> 24. | Realizar actividades necesarias que aseguren el establecimiento de los individuos rescatados. Y reposición de individuos para alcanzar el 80%, tales como la reposición de plantas muertas y/o la aplicación de fertilizantes. |
| Lograr una sobrevivencia mínima del 80% de las plantas rescatadas durante las actividades de mantenimiento. | Realizar actividades necesarias que aseguren el establecimiento de los individuos rescatados. Y reposición de individuos para alcanzar el 80%, tales como la reposición de plantas muertas y/o la aplicación de fertilizantes. |

Así mismo, si al momento de realizar los monitoreos de las plantas reubicadas se llegasen a detectar presencia de afectaciones por agentes biológicos, se procederá a ejecutar las siguientes medidas:

- Se pondrá en cuarentena el área del predio donde se encuentran las plantas afectadas para evitar su propagación al resto de las plantas.
- Se eliminarán las plantas del predio (de ser necesario) o sus alrededores que pudieran ser hospederas alternas.
- De haber plantas muertas serán repuestas por plantas nuevas, esperando un periodo de cuarentena para evitar que la planta nueva se vea afectada.

Una vez que sean identificada la plaga o enfermedad que afecta a las plantas, se podrán emplear diversos métodos de control y combate.

VI.3.2. PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE FAUNA

VI.3.2.1. INDICADORES DE REALIZACIÓN

Se cuantificará el número de rescates de fauna realizados con respecto a los grupos faunísticos y en la etapa del proyecto en que hayan sucedido. Además, se indicará cuantos de los rescates fueron de individuos de especies identificadas en algún estatus de riesgo conforme a lo establecido en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**.

VI.3.2.2. PUNTOS DE COMPROBACIÓN

El punto de comprobación (lugar y sobre que componente ambiental) tendrá la función de verificar que las diferentes actividades correspondientes al Programa de rescate y reubicación de fauna sean desarrolladas en tiempo y forma, por tanto debido a que la fauna se encuentra en constante movimiento, la ejecución de las actividades de ahuyentamiento, rescate y reubicación, podrán ser comprobadas mediante visitas al área del proyecto durante la ejecución de estas actividades, a manera de verificar la ausencia de fauna en el área del proyecto y la nula afectación de esta; además de que, se deberá contar con la evidencia fotográfica y bitácoras correspondientes.

VI.3.2.3. MEDIDAS DE URGENTE APLICACIÓN

En caso de que no se alcancen los objetivos establecidos, se deberán llevar a cabo medidas emergentes o de urgente aplicación. Para lo cual, es necesario tomar en consideración indicadores de éxito. A continuación, se presentan las medidas a aplicar.

Tabla 33. Medidas de urgente aplicación.

| INDICADORES | MEDIDA EMERGENTE |
|---|--|
| Ausencia de fauna en el área del proyecto durante el desarrollo de las actividades de desmonte. | Realizar el ahuyentamiento de la fauna antes del inicio de las actividades diarias correspondientes a la remoción de vegetación, con la finalidad de que se desplacen a zonas aledañas y evitar algún tipo de afectación. En caso de encontrar individuos faunísticos, rescatar y proveer atención y cuidados veterinarios con la finalidad de asegurar su estabilidad, y posteriormente reubicarlos en sitios distantes. |
| Nula afectación de los individuos durante el proceso de rescate. | Proveer atención y cuidados veterinarios con la finalidad de asegurar su estabilidad, y posteriormente reubicarlos en sitios distantes. |
| Registro de las actividades de rescate y reubicación de individuos de fauna. | Realizar informes de cumplimiento de las actividades, integrando información de los individuos rescatados y reubicados. |

Así mismo, en caso de tener que rescatar ejemplares de la fauna que presenten rasgos de alguna enfermedad contagiosa o lesiones físicas, deberán ser puestas en revisión para evitar el contagio de enfermedades a más individuos de la población.

VI.3.3. PROGRAMA DE OBRA DE SUELO Y AGUA

VI.3.3.1. INDICADORES DE REALIZACIÓN

A continuación, se presentan los indicadores de éxito los cuales se evaluarán con base en el total de obras de conservación de suelo y agua.

Tabla 34. Número de individuos por especie a reforestar.

| IMPACTO | TIPO DE OBRA | Unidad | CANTIDAD |
|----------------------------------|--------------------------------|-----------|----------|
| <i>Pérdida de suelo</i> | <i>Barreras sedimentadoras</i> | Metros | 2,250 |
| | <i>Reforestación</i> | Hectáreas | 4.5 |
| <i>Reducción de infiltración</i> | <i>Terrazas individuales</i> | Pieza | 5,000 |
| | <i>Reforestación</i> | Hectáreas | 4.5 |

VI.3.3.2. PUNTOS DE COMPROBACIÓN

El punto de comprobación (lugar y sobre que componente ambiental) tendrá la función de verificar que las diferentes actividades correspondientes al Programa de conservación y restauración de suelo y agua sean desarrolladas en tiempo y forma, por lo que, en este caso se plantea que el lugar donde se podrá realizar la comprobación de las actividades es en las áreas propuestas en el apartado 4, Localización de las obras, del programa de obras de conservación de suelo y agua. Además, de contar con las bitácoras donde se registre las actividades que se van desarrollando.

En caso de que el área donde se realicen las obras de suelo y agua no sea la que se propuso originalmente, se presentará la justificación técnica, así como el aviso correspondiente a las autoridades para la actualización del punto de comprobación.

VI.3.3.3. MEDIDAS DE URGENTE APLICACIÓN

En caso de que las actividades de acordonamiento de material vegetal muerto y zanjas trincheras no estén alcanzando su eficacia, se deberán implementar aún más actividades de estas mismas obras, con la finalidad de retener aún más suelo y, por ende, más agua.

Así mismo se contempla realizar mantenimiento constante de los colectores de drenaje pluvial, haciendo limpieza para evitar que se presenten residuos, desechos o azolves, para lo cual se deberá formar una brigada de limpieza que se encargue de esta actividad.

VI.3.4. PROGRAMA DE REFORESTACIÓN

VI.3.4.1. INDICADORES DE REALIZACIÓN

VI.3.4.1.1. Superficie por reforestar

La superficie por reforestar corresponde a 4.5 ha.

VI.3.4.1.2. Cantidad de planta

Se reforestarán 5,000 plantas de los cuales: 3,607 individuos, son distribuidos en 3 especies: *Coccoloba barbadensis*, *Guazuma ulmifolia* y *Pithecellobium lanceolatum* y 1,393 plantas provenientes de rescate (ver programa de rescate de flora y programa reforestación).

VI.3.4.1.3. Porcentaje de sobrevivencia

Este indicador se expresa mediante evaluación técnica, con base en el porcentaje de árboles que sobreviven y al número de reposiciones que se realizaron. Se realizará un censo un año después de la reubicación verificando de manera directa el estado que guarda las especies rescatadas y reubicadas.

La sobrevivencia se representará de acuerdo con tres condiciones:

Tabla 35. Claves para describir la condición de la planta.

| CLAVE | DESCRIPCIÓN |
|-------|---------------------|
| 1 | Árbol vivo |
| 2 | Árbol muerto en pie |
| 3 | Tocón |

El porcentaje se determina mediante una relación de las plantas muertas y vivas, conociendo así, el éxito de sobrevivencia.

$$p = \frac{\sum_{i=1}^n ai}{\sum_{i=1}^n mi} \times 100$$

Donde:

p: Proporción estimada de árboles vivos.

ai: Número de árboles vivos en el sitio i.

mi: Número de árboles plantados en el sitio i.

Como parte de este indicador, se deberán contemplar los daños presentes en las plantas reforestadas, así como, el vigor de las mismas (tablas 36 y 37).

Tabla 36. Indicadores para descripción de daño de la reforestación establecida.

| CLAVE | AGENTE | DESCRIPCIÓN |
|-------|--------------|---|
| 1 | Ausencia de | El árbol no presenta evidencia de daño físico o causado por plagas y enfermedades. |
| 2 | Incendios | Presencia de carbonización en troncos y ramas, desecación o pérdida del follaje. |
| 3 | Insectos | Daño causado por insectos barrenadores, descortezadores o defoliadores. |
| 4 | Viento | Árboles descopados o ramas y ramillas desgajadas, a consecuencia del embate del |
| 5 | Enfermedades | Daños causados o indicados principalmente por hongos. (deformaciones o protuberancias de los tallos, ramas y frutos, así como manchas foliares o clorosis). |
| 6 | Roedores | Daños en el tallo, ramas, flores, semillas y otras partes, causados por ardillas y ratones. |
| 7 | Pastoreo | Pisoteo y ramoneo principalmente de las plantas. |
| 8 | Otros | Cuando exista daño, pero no sea posible identificar el agente causante del daño. |

Tabla 37. Claves para describir el vigor de las plantas.

| CLAVE | VIGOR |
|-------|-----------|
| A | Óptimo |
| B | Bueno |
| C | Pobre |
| D | Muy pobre |

Una vez determinada la condición en las que se encuentren las plantas vivas, será posible conocer las necesidades de las mismas, buscando soluciones que permitan la sobrevivencia de estas. Los daños presentes en la reforestación serán registrados para tener un mejor control de la situación.

Tabla 38. Formato tipo para el registro de indicadores de éxito de la restauración.

| NO. PROGRESIVO | NOMBRE COMÚN | NOMBRE CIENTÍFICO | CONDICIÓN Y/VIGOR | ALTURA (m) | EVIDENCIA DE ALGUN DAÑO |
|----------------|--------------|-------------------|-------------------|------------|-------------------------|
| 1 | | | | | |
| 2 | | | | | |
| 3 | | | | | |
| <i>n</i> | | | | | |

VI.3.4.2. PUNTOS DE COMPROBACIÓN

El punto de comprobación (lugar y sobre que componente ambiental) tendrá la función de verificar que las diferentes actividades correspondientes al Programa de reforestación sean desarrolladas en tiempo y forma, por lo que, en este caso se plantea que el lugar donde se podrá realizar la comprobación de las actividades es el área propuesta a reforestar, con una superficie de 4.5 hectáreas. Además de presentar las bitácoras y evidencia fotográfica correspondiente.

En caso de que el área donde se realicen las actividades de reforestación no sea la que se propuso originalmente, se presentará la justificación técnica, así como el aviso correspondiente a las autoridades para la actualización del punto de comprobación.

Así mismo, el componente sobre el cual se comprobará la ejecución de las actividades será la vegetación, en este caso, la cantidad de plantas reforestadas, las especies incluidas en la reforestación y la sobrevivencia de estas.

VI.3.4.3. MEDIDAS DE URGENTE APLICACIÓN

En caso de que no se alcancen los objetivos y metas establecidas, se deberán llevar a cabo medidas emergentes o de urgente aplicación. Para lo cual, es necesario tomar en consideración los indicadores de éxito establecidos. En la siguiente tabla, se presentan las medidas emergentes definidas.

Tabla 39. Medidas de urgente aplicación.

| INDICADORES | MEDIDA EMERGENTE |
|--|--|
| Reforestar una superficie de 4.5 hectáreas. | Realizar un informe al encargado del proyecto para que se logre la reforestación en la superficie indicada, debiendo completar las 4.5 hectáreas propuestas. Y realizar actividades que aseguren el establecimiento de la reforestación, tales como la reposición de plantas muertas y/o la aplicación de fertilizantes. |
| Reforestar 5,000 plantas de los cuales: <ul style="list-style-type: none"> • 3,607 individuos distribuidos en 3 especies: <i>Coccoloba barbadensis</i>, <i>Guazuma ulmifolia</i> y <i>Pithecellobium lanceolatum</i>. • 1,393 plantas provenientes de rescate. | Realizar actividades que aseguren el establecimiento de la reforestación, como implementar acciones de reproducción de las mismas para lograr la reforestación de la cantidad indicada. |
| Realizar las actividades de reforestación, iniciando durante la temporada de lluvia más próxima al inicio de la preparación del sitio. | Realizar actividades que aseguren el establecimiento de la reforestación, como incrementar la cantidad de riegos para favorecer el establecimiento y adaptación de las especies reforestadas. |
| Lograr una sobrevivencia superior o igual a 80% de la reforestación al término de mantenimiento. | Realizar actividades que aseguren el establecimiento de la reforestación, como reponer la planta muerta, incrementando los porcentajes de reposición de plata, así como las actividades mantenimiento, hasta lograr la sobrevivencia de por lo menos el 80%. |

Así mismo, si al momento de realizar los monitoreos de la reforestación se llegasen a detectar presencia de afectaciones por agentes biológicos, se procederá a ejecutar las siguientes medidas:

- Se pondrá en cuarentena el área del predio donde se encuentran las plantas afectadas para evitar su propagación al resto de las plantas.
- Se eliminarán las plantas del predio (de ser necesario) o sus alrededores que pudieran ser hospederas alternas.
- De haber plantas muertas serán repuestas por plantas nuevas, esperando un periodo de cuarentena para evitar que la planta nueva se vea afectada.

Una vez que sean identificada la plaga o enfermedad que afecta a las plantas, se podrán emplear diversos métodos de control y combate. Cabe mencionar que el responsable de realizar el Programa de Monitoreo Ambiental deberá detectar los impactos no previstos en el estudio y adoptar medidas de mitigación pertinentes. Con ello retroalimentará el programa de vigilancia ambiental y éste se ajustará con una nueva matriz de planeación.

VI.4. INFORMACIÓN NECESARIA PARA LA FIJACIÓN DE MONTOS PARA FIANZAS

De conformidad con el Artículo 51 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Impacto Ambiental, indica que la Secretaría podrá exigir el otorgamiento de seguros o garantías respecto del cumplimiento de las condiciones establecidas en las autorizaciones, cuando durante la realización de las obras puedan producirse daños graves a los ecosistemas.

Se considerará que pueden producirse daños graves a los ecosistemas, cuando:

- I. Puedan liberarse sustancias que al contacto con el ambiente se transformen en tóxicas, persistentes y bioacumulables;
- II. **En los lugares en los que se pretenda realizar la obra o actividad existan cuerpos de agua, especies de flora y fauna silvestre o especies endémicas, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial;**
- III. Los proyectos impliquen la realización de actividades consideradas altamente riesgosas conforme a la Ley, el reglamento respectivo y demás disposiciones aplicables, y
- IV. Las obras o actividades se lleven a cabo en Áreas Naturales Protegidas.

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. Estos procedimientos jurídicos – administrativos requieren que se conozcan los importes parciales de la inversión prevista (gastos pre-operativos) con la finalidad de establecer de manera más congruente las fianzas de garantía.

Para tal efecto se proporciona la información sobre la estimación de costos por la construcción del proyecto, que dan un total de \$ 93,806,518.93 (Noventa y tres millones ochocientos seis mil quinientos dieciocho pesos 93/100 M.N.)

Tabla 40. Inversión requerida en la ejecución del proyecto.

| OBRA | INVERSIÓN (\$) |
|--|------------------|
| Vía de interconexión | \$ 63,530,280.00 |
| Obras de rectificación y encauzamiento de descarga pluvial | \$ 30,276,238.93 |
| TOTAL | \$ 93,806,518.93 |

Así mismo se presentan los costos aproximados que tendrá la aplicación de las medidas de prevención y mitigación el cual incluye un costo total de **\$3,960,656.21 (Tres millones novecientos sesenta mil seiscientos cincuenta y seis pesos 21/100)**. Este concepto incluye el costo de las actividades de rescate y reubicación de flora y fauna, reforestación y, obras de conservación de suelo y agua, así como la implementación del programa de vigilancia ambiental, con el que se asegurará el cumplimiento de las diferentes medidas establecidas.

Tabla 41. Costo total de las actividades de restauración.

| CONCEPTO | AÑO 1 | AÑO 2 | AÑO 3 | AÑO 4 | AÑO 5 | TOTAL |
|---|----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-----------------------|
| Medidas de prevención (que no sólo requieran seguimiento) propuestas en la MIA-R. | \$665,694.19 | | | | | \$665,694.19 |
| Programa de Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna | \$434,890.00 | | | | | \$434,890.00 |
| Reforestación del predio de compensación | \$1,073,519.50 | \$288,540.93 | \$254,425.00 | \$219,617.00 | \$219,617.00 | \$2,055,719.43 |
| Programa de Rescate y reubicación de flora | \$47,860.00 | | | | | \$47,860.00 |
| Programa de Obras de conservación de suelo y agua | \$272,510.00 | | | | | \$272,510.00 |
| Programa de Manejo Ambiental | \$323,982.59 | \$40,000.00 | \$40,000.00 | \$40,000.00 | \$40,000.00 | \$483,982.59 |
| TOTAL | | | | | | \$3,960,656.21 |

Además, se anexa el Estudio Técnico Económico (**ANEXO "11.42"**), como seguro o garantía respecto del cumplimiento de las condiciones establecidas en las autorizaciones.

VI.5. BIBLIOGRAFÍA

ENCC. (2013). *Estrategia Nacional de Cambio Climático. Visión 10-20-40*. México: Gobierno de la República.

PROFEPA. (08 de 06 de 2020). *GLOSARIO*. Obtenido de PROFEPA.GOB.MX:
http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/v/766/1/mx/glosario.html?num_letra=0&num_letra_siguiete=1

SEMARNAT. (2008). *Guía para la integración de la Manifestación del Impacto Ambiental (MIA) en su modalidad regional*. Obtenido de
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/121011/Guia_MIA-Regional.pdf

UV. (2009). *Programa Veracruzano ante el cambio climático*. Veracruz: Gobierno del estado de Veracruz.

Capítulo VII

CONTENIDO

| | |
|---|----|
| VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS..... | 1 |
| VII.1. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN PROYECTO..... | 1 |
| VII.1.1. ASPECTOS ABIÓTICOS..... | 1 |
| VII.1.1.1. FACTOR SUELO..... | 1 |
| VII.1.1.1.1. EROSIÓN HÍDRICA ACTUAL EN EL ÁREA DEL PROYECTO (AP)..... | 1 |
| VII.1.1.1.2. EROSIÓN EÓLICA ACTUAL EN EL ÁREA DEL PROYECTO (AP)..... | 2 |
| VII.1.1.2. FACTOR AGUA..... | 2 |
| VII.1.1.2.1. CÁLCULO DE ESCURRIMIENTO MEDIO ACTUAL EN EL ÁREA DEL PROYECTO (AP)..... | 2 |
| VII.1.1.2.2. EVAPOTRANSPIRACIÓN REAL ACTUAL EN EL ÁREA DEL PROYECTO (AP)..... | 3 |
| VII.1.1.3. FACTOR AIRE..... | 3 |
| VII.1.2. ASPECTOS BIÓTICOS..... | 3 |
| VII.1.2.1. FACTOR FLORA..... | 3 |
| VII.1.2.1.1. ÍNDICES DE VALOR DE IMPORTANCIA DE LA FLORA EXISTENTE EN EL AP..... | 4 |
| VII.1.2.1.2. ÍNDICES DE DIVERSIDAD Y EQUITATIVIDAD DE LA FLORA EXISTENTE EN EL AP..... | 7 |
| VII.1.2.2. FACTOR FAUNA..... | 8 |
| VII.1.3. PAISAJE..... | 13 |
| VII.1.3.1. CALIDAD VISUAL DEL PAISAJE (CV)..... | 14 |
| VII.1.3.2. CAPACIDAD DE ABSORCIÓN VISUAL (CAV)..... | 14 |
| VII.1.3.3. GRADO DE VISIBILIDAD..... | 14 |
| VII.1.3.4. CALIDAD VISUAL VULNERABLE..... | 15 |
| VII.1.4. ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS..... | 15 |
| VII.1.5. PRONÓSTICO AMBIENTAL..... | 15 |
| VII.2. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE ESCENARIO CON PROYECTO..... | 15 |
| VII.2.1. ASPECTOS ABIÓTICOS..... | 16 |
| VII.2.1.1. FACTOR SUELO..... | 16 |
| VII.2.1.1.1. EROSIÓN HÍDRICA UNA VEZ EJECUTADA LA REMOCIÓN DE VEGETACIÓN..... | 16 |
| VII.2.1.1.2. EROSIÓN EÓLICA UNA VEZ EJECUTADA LA REMOCIÓN DE VEGETACIÓN..... | 16 |
| VII.2.1.2. FACTOR AGUA..... | 17 |
| VII.2.1.2.1. ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL UNA VEZ EJECUTADA LA REMOCIÓN DE VEGETACIÓN..... | 17 |
| VII.2.1.2.2. EVAPOTRANSPIRACIÓN REAL UNA VEZ EJECUTADA LA REMOCIÓN DE VEGETACIÓN..... | 17 |
| VII.2.1.2.3. INFILTRACIÓN UNA VEZ EJECUTADA LA REMOCIÓN DE VEGETACIÓN..... | 18 |

| | |
|--|----|
| VII.2.1.3. AIRE | 19 |
| VII.2.2. ASPECTOS BIÓTICOS | 19 |
| VII.2.2.1. FACTOR FLORA | 19 |
| VII.2.2.2. FACTOR FAUNA..... | 23 |
| VII.2.3. PAISAJE | 27 |
| VII.2.4. ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS | 27 |
| VII.2.5. PRÓNOSTICO AMBIENTAL | 27 |
| VII.3. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CONSIDERANDO LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN . | 28 |
| VII.3.1. SUELO | 28 |
| VII.3.2. AGUA | 31 |
| VII.3.3. FLORA | 33 |
| VII.3.4. FAUNA | 35 |
| VII.4. PRONÓSTICO AMBIENTAL..... | 37 |
| VII.5. EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS..... | 38 |
| VII.5.1. CRITERIOS AMBIENTALES | 39 |
| VII.5.2. CRITERIOS TÉCNICOS | 40 |
| VII.5.3. CRITERIOS SOCIOECONÓMICOS | 40 |
| VII.6. CONCLUSIONES..... | 40 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| TABLA 1. VALORES DE LA EROSIÓN HÍDRICA ACTUAL..... | 2 |
| TABLA 2. EROSIÓN EÓLICA ACTUAL EN LOS TIPOS DE VEGETACIÓN. | 2 |
| TABLA 3. ESCURRIMIENTO MEDIO ANUAL EN CONDICIONES ACTUALES. | 3 |
| TABLA 4. EVAPOTRANSPIRACIÓN REAL ACTUAL EN EL SITIO DEL PROYECTO..... | 3 |
| TABLA 5. USO DEL SUELO Y VEGETACIÓN DEL SITIO DEL PROYECTO. | 4 |
| TABLA 6. VALOR DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA DEL ESTRATO ARBÓREO DE LA (SBC). | 4 |
| TABLA 7. VALOR DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA DEL ESTRATO ARBUSTIVO DE LA SBC. | 5 |
| TABLA 8. VALOR DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA DEL GRUPO DE HERBÁCEAS DE LA SBC. | 6 |
| TABLA 9. VALOR DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA DEL ESTRATO ARBÓREO Y ARBUSTIVO DEL VT. | 6 |
| TABLA 10. VALOR DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA DEL ESTRATO ARBUSTIVO DEL VT. | 6 |
| TABLA 12. ÍNDICES DE BIODIVERSIDAD EN EL ÁREA DEL PROYECTO. | 7 |
| TABLA 13. REGISTROS DE ORNITOFAUNA PARA SBC. | 8 |
| TABLA 14. REGISTROS DE MASTOFAUNA PARA SBC. | 9 |
| TABLA 15. REGISTROS DE HERPETOFAUNA PARA SBC..... | 9 |
| TABLA 16. REGISTROS DE ORNITOFAUNA PARA LA VT. | 10 |
| TABLA 18. REGISTROS DE HERPETOFAUNA PARA LA VEGETACIÓN VT. | 11 |
| TABLA 19 REGISTROS DE ORNITOFAUNA PARA PI. | 11 |
| TABLA 20. REGISTROS DE MASTO FAUNA PARA LA VEGETACIÓN PI. | 12 |
| TABLA 21. REGISTROS DE HERPETOFAUNA PARA LA VEGETACIÓN PI. | 12 |
| TABLA 22. RESUMEN DE LOS ÍNDICES DE DIVERSIDAD PARA LOS GRUPOS FAUNÍSTICOS. | 13 |
| TABLA 23. VALORES DE LA EROSIÓN HÍDRICA UNA VEZ REALIZADA LA REMOCIÓN DE VEGETACIÓN. | 16 |
| TABLA 24. EROSIÓN EÓLICA UNA VEZ REALIZADA LA REMOCIÓN DE VEGETACIÓN..... | 16 |
| TABLA 25. ESCURRIMIENTO MEDIO SUPERFICIAL UNA VEZ REALIZADA LA REMOCIÓN DE VEGETACIÓN..... | 17 |

| | |
|--|----|
| TABLA 26. EVAPOTRANSPIRACIÓN REAL UNA VEZ EJECUTADA LA REMOCIÓN DE VEGETACIÓN..... | 17 |
| TABLA 27. INFILTRACIÓN POTENCIAL UNA VEZ EJECUTADA LA REMOCIÓN DE VEGETACIÓN. | 18 |
| TABLA 28. LISTADO DE COMPARACIÓN DE ESPECIES DEL ESTRATO ARBÓREO DE LA VEGETACIÓN SBC E IVIE%..... | 20 |
| TABLA 29. LISTADO DE COMPARACIÓN DE ESPECIES DEL ESTRATO ARBUSTIVO DE LA VEGETACIÓN SBC E IVIE%..... | 20 |
| TABLA 30. LISTADO DE COMPARACIÓN DE ESPECIES DEL ESTRATO HERBÁCEO DE LA VEGETACIÓN SBC..... | 20 |
| TABLA 31. LISTADO DE COMPARACIÓN DE ESPECIES E IVIE % DEL ESTRATO ARBUSTIVO DE LA VT.. | 21 |
| TABLA 32. LISTADO DE COMPARACIÓN DE ESPECIES E IVIE % DEL ESTRATO HERBÁCEO DE LA SBC. | 21 |
| TABLA 33. COMPARATIVA DE LOS ÍNDICES DE BIODIVERSIDAD EN LAS UNIDADES DE ESTUDIO. | 22 |
| TABLA 34. COMPARATIVA DE LOS ÍNDICES DE BIODIVERSIDAD EN LAS UNIDADES DE ESTUDIO. | 22 |
| TABLA 35. REPRESENTATIVIDAD DE LA FAUNA PRESENTE, CUYA DISTRIBUCIÓN POTENCIAL CORRESPONDE AL ÁREA DEL AP Y SAR. | 23 |
| TABLA 36. COMPARATIVA DE ESPECIES DE FAUNA DENTRO DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y ÁREA DEL PROYECTO. | 24 |
| TABLA 37. COMPARATIVA DE LOS ÍNDICES DE DIVERSIDAD DE FAUNA REGISTRADOS EN LA VEGETACIÓN DE SBC. | 25 |
| TABLA 38. COMPARATIVA DE LOS ÍNDICES DE DIVERSIDAD DE FAUNA REGISTRADOS EN LA VEGETACIÓN DE PI..... | 25 |
| TABLA 39. COMPARATIVA DE LOS ÍNDICES DE DIVERSIDAD DE FAUNA REGISTRADOS EN LA VEGETACIÓN DE VT. | 26 |
| TABLA 40. EROSIÓN HÍDRICA DEL ÁREA DEL PROYECTO EN DOS ESCENARIOS. | 28 |
| TABLA 41. ESCENARIO AMBIENTAL ESPERADO PARA EL COMPONENTE SUELO UNA VEZ APLICADO LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN. | 29 |
| TABLA 42. VALORES DE LA INFILTRACIÓN CON PROYECTO, SIN PROYECTO Y CON OBRAS DE MITIGACIÓN. | 31 |
| TABLA 43. ESCENARIO AMBIENTAL ESPERADO PARA EL COMPONENTE AGUA UNA VEZ APLICADO LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN. | 32 |
| TABLA 44. ESCENARIO AMBIENTAL ESPERADO PARA EL COMPONENTE FLORA CON LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN. | 34 |
| TABLA 45. ESCENARIO AMBIENTAL ESPERADO PARA EL COMPONENTE FAUNA CON LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN. | 36 |

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.

Los pronósticos del escenario representan una herramienta que permite visualizar de manera teórica los efectos que puede traer consigo realizar proyectos que implican cambios en los ecosistemas.

Con apoyo del escenario ambiental elaborado en el capítulo IV de este estudio y, con base en los impactos identificados, así como las medidas de mitigación propuestas, se describe y presenta a continuación un análisis bajo tres escenarios hipotéticos: **1)** Pronósticos del escenario en condiciones originales; **2)** Pronósticos del escenario con proyecto y **3)** Pronósticos del escenario con proyecto y con medidas de mitigación.

El procedimiento a seguir para establecer dichos escenarios y expectativas, se detallan a lo largo del presente capítulo; destacando que se ha tomado como base los componentes ambientales y los indicadores de impacto del Sistema Ambiental Regional (SAR) determinados para el proyecto.

VII.1. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN PROYECTO

En este apartado se formula un escenario para el área de estudio sin considerar el proyecto como variable de cambio. Se abordará cada uno de los componentes ambientales considerados (abióticos, bióticos, paisaje y socioeconómicos), en cada uno de ellos se presentan datos concisos de las condiciones originales para posteriormente hacer un análisis de estas, es importante mencionar que los elementos que tendrán un impacto más significativo serán agua, suelo y vegetación.

VII.1.1. ASPECTOS ABIÓTICOS

VII.1.1.1. *Factor suelo*

VII.1.1.1.1. *Erosión hídrica actual en el Área del Proyecto (AP)*

De acuerdo con los cálculos presentados referentes a la erosión hídrica del suelo en el capítulo IV de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, en este escenario se presenta el resumen de la pérdida de suelo en condiciones actuales. La erosión hídrica fue determinada con la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo.

El cálculo de la erosión actual se hizo contemplando el área del proyecto en condiciones actuales de la cobertura vegetal, que corresponde a vegetación de Selva Baja Caducifolia (3.931 ha) y Tular (0.554 ha) con una superficie total de 4.485 ha (todo cálculo que corresponda al Área del proyecto se realizó con respecto a esta superficie).

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de la pérdida de suelo.

Tabla 1. Valores de la erosión hídrica actual.

| TIPO DE VEGETACIÓN | SUPERFICIE (ha) | EROSIÓN TOTAL (ton/año) |
|------------------------|-----------------|-------------------------|
| Selva baja caducifolia | 3.931 | 4.289 |
| Tular | 0.554 | 6.045 |
| TOTAL | 4.485 | 10.334 |

Como se puede observar, el área del proyecto presenta una erosión de 10.334 toneladas por año en condiciones actuales.

VII.1.1.1.2. Erosión eólica actual en el Área del Proyecto (AP)

Los datos fueron retomados del capítulo IV en el cual se describe la metodología empleada para dicho cálculo. En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos de la erosión eólica.

Tabla 2. Erosión eólica actual en los tipos de vegetación.

| TIPO DE VEGETACIÓN | SUPERFICIE (ha) | EROSIÓN TOTAL (ton/año) |
|------------------------|-----------------|-------------------------|
| Selva baja caducifolia | 3.931 | 0.010 |
| Tular | 0.554 | 0.014 |
| TOTAL | 4.485 | 0.024 |

De acuerdo con los resultados obtenidos, el área de proyecto en condiciones actuales presenta una erosión eólica de 34.80 toneladas de suelo por año.

VII.1.1.2. Factor agua

En lo referente al componente agua, este se evaluó en términos de los procesos hidrológicos como son; escurrimiento, infiltración y evapotranspiración real, considerando que la cobertura forestal juega un papel muy importante en el mantenimiento del ciclo hidrológico del agua.

En este caso se presentan los valores del balance hídrico del área del proyecto, contemplando las condiciones actuales, es decir, con vegetación forestal (**ANEXO "11.16"**).

VII.1.1.2.1. Cálculo de escurrimiento medio actual en el Área del Proyecto (AP)

El escurrimiento superficial se determinó con el método de curvas numéricas propuesto por el Servicio de Conservación de Suelos (SCS) del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) en 1972, y adoptado por la Comisión Nacional Forestal en 2004. La información generada se presenta a continuación.

Tabla 3. Esgurrimiento medio anual en condiciones actuales.

| N° | TIPO DE VEGETACIÓN | SUPERFICIE (m ²) | COBERTURA | SUELO | K | Ce | ESGURRIMIENTO (m ³ /Año) |
|----|------------------------|------------------------------|------------------------|-------|------|------|-------------------------------------|
| 1 | Selva baja caducifolia | 39,310.000 | Cubierto del 50 al 75% | C | 0.26 | 0.28 | 20,312.114 |
| 2 | Tular | 5,540.000 | Cubierto menos del 25% | C | 0.30 | 0.34 | 3,460.072 |
| | | | | | | | 23,772.186 |

De acuerdo con la tabla anterior, el esgurrimiento medio superficial en condiciones con cobertura vegetal es de 23,772.186 metros cúbicos por año, dicha cantidad representa el 28.76% de la precipitación total en el área, esto se debe a que la cobertura forestal y las propiedades del suelo que existen en el área logran retener más agua y disminuyen el efecto del esgurrimiento.

VII.1.1.2.2. Evapotranspiración real actual en el Área del Proyecto (AP)

Para este cálculo se utilizó la misma metodología que para el cálculo de evapotranspiración en el SAR, pero considerando únicamente la superficie del AP en condiciones actuales.

Tabla 4. Evapotranspiración real actual en el sitio del proyecto.

| TIPO DE VEGETACIÓN | PRECIPITACIÓN (m ³) | ÁREA (Ha) | ETR (mm) | ETR (m ³) |
|------------------------|---------------------------------|--------------|----------------|-----------------------|
| Selva baja caducifolia | 72440.468 | 3.931 | 199.313 | 7835.003 |
| Tular | 10209.112 | 0.554 | 159.451 | 883.356 |
| TOTAL | 82,649.58 | 4.485 | 358.764 | 8,718.359 |

De lo anterior, se puede observar que en el Área del Proyecto la evapotranspiración real es de 8,718.359 metros cúbicos por año, cantidad que representa el 10.55% de la precipitación que cae en el área.

VII.1.1.3. Factor aire

De acuerdo el Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021 del municipio de Veracruz, el municipio no cuenta con estaciones para el monitoreo de la calidad del aire. La concentración media anual de partículas contaminantes de menos de 10 micras de diámetro (PM10) es muy baja, lo que se traduce en un indicador moderadamente sólido, así mismo, también se presentan altas emisiones de CO₂.

Sin embargo, para el área donde se llevará a cabo el proyecto, no se tiene un registro de contaminación atmosférica, teniendo emisiones aledañas por la zona urbana mediante el paso vehicular.

VII.1.2. ASPECTOS BIÓTICOS

VII.1.2.1. Factor flora

La superficie del proyecto se encuentra cubierta de vegetación forestal de tipo **Selva baja caducifolia** y **Tular** cuantificadas de acuerdo con la fotointerpretación de las imágenes georreferencias (Basemap) de Google Earth y ArcGIS 10.2 así como su comprobación en campo, sin embargo, cabe señalar que de acuerdo con la Cartografía Uso del Suelo y Vegetación Serie VI de INEGI, parte de la superficie forestal del área del proyecto se ubica sobre una superficie clasificada como **Urbano construido y Pastizal cultivado**. Esto debido a la escala de 1:250,000 utilizada en la Serie VI en donde

las superficies fragmentadas en polígonos pequeños no alcanzan el área mínima cartografiada, que es de 100 hectáreas para la escala 1: 250,000. Lo anterior significa que, unidades menores a esta superficie no son cartográficamente distinguibles, por lo que se generaliza el uso de mayor superficie.

Tabla 5. Uso del suelo y vegetación del sitio del proyecto.

| USO DEL SUELO Y VEGETACIÓN | SUPERFICIE (ha) | PORCENTAJE |
|----------------------------|-----------------|----------------|
| Pastizal cultivado | 4.417 | 98.46% |
| Urbano construido | 0.068 | 1.52% |
| TOTAL | 4.485 | 100.00% |

De acuerdo con la caracterización en campo, el área del proyecto delimitada se clasifica como **Selva baja caducifolia (3.931 ha.)** y **Tular (0.554 ha.)**.

VII.1.2.1.1. Índices de valor de importancia de la flora existente en el AP

En los siguientes apartados se presentan los resultados del cálculo del IVIE por tipo de vegetación y por estratos para cada una de las especies, para una mejor interpretación de los valores obtenidos se optó por expresar el IVIE de manera gráfica y en una escala del 0 al 100 %.

VII.1.2.1.1.1 Selva baja caducifolia (SBC)

Estrato arbóreo

Para este estrato se realizaron 19 sitios de muestreo en donde se registraron un total de 366 individuos distribuidos en 16 especies, de las cuales ninguna se encuentra enlistada en alguna categoría de riesgo de acuerdo con la **NOM-059-SEMARNAT-2010**.

Tabla 6. Valor de importancia ecológica del estrato arbóreo de la (SBC).

| No. | Especie | Nombre Común | Densidad | Densidad (Ind/ha) | Dr | Fr | DR | IVIE % |
|-----|------------------------------------|---------------------|------------|-------------------|------------|------------|------------|------------|
| 1 | <i>Acacia cornigera</i> | Cornezuelo | 53 | 56 | 14.481 | 12.397 | 2.75 | 9.9 |
| 2 | <i>Bursera simaruba</i> | Palo mulato | 3 | 3 | 0.820 | 1.653 | 8.71 | 3.7 |
| 3 | <i>Coccoloba barbadensis</i> | Roble de la costa | 70 | 74 | 19.126 | 14.876 | 8.05 | 14.0 |
| 4 | <i>Cordia megalantha</i> | Nopo | 8 | 8 | 2.186 | 4.132 | 6.76 | 4.4 |
| 5 | <i>Crescentia cujete</i> | Tecomate | 3 | 3 | 0.820 | 2.479 | 7.29 | 3.5 |
| 6 | <i>Daphnopsis americana</i> | Cuero de toro | 10 | 11 | 2.732 | 4.959 | 2.54 | 3.4 |
| 7 | <i>Ehretia tinifolia</i> | Mandimbo | 15 | 16 | 4.098 | 5.785 | 7.88 | 5.9 |
| 8 | <i>Gliricidia sepium</i> | Cacahuananche | 37 | 39 | 10.109 | 4.132 | 7.16 | 7.1 |
| 9 | <i>Guazuma ulmifolia</i> | Bellota de cuaulote | 72 | 76 | 19.672 | 13.223 | 7.38 | 13.4 |
| 10 | <i>Maclura tinctoria</i> | Mora de clavo | 6 | 6 | 1.639 | 3.306 | 10.85 | 5.3 |
| 11 | <i>Parmentiera aculeata</i> | Cuachilote | 14 | 15 | 3.825 | 8.264 | 4.76 | 5.6 |
| 12 | <i>Pithecellobium lanceolatum</i> | Conchil | 53 | 56 | 14.481 | 14.050 | 9.07 | 12.5 |
| 13 | <i>Spondias mombin</i> | Jobo | 2 | 2 | 0.546 | 1.653 | 5.26 | 2.5 |
| 14 | <i>Stemmadenia donnell-smithii</i> | Huevos de caballo | 8 | 8 | 2.186 | 3.306 | 2.06 | 2.5 |
| 15 | <i>Tabebuia rosea</i> | Apamate rosa | 5 | 5 | 1.366 | 4.132 | 9.10 | 4.9 |
| 16 | <i>Xylosma panamensis</i> | Brujo | 7 | 7 | 1.913 | 1.653 | 0.37 | 1.3 |
| | TOTAL | | 366 | 385 | 100 | 100 | 100 | 100 |

Dr= Densidad Relativa; FR= Frecuencia Relativa; DR= Dominancia Relativa; IVIE= Índice de Valor de Importancia Ecológica

Con base en los resultados de los cálculos anteriores, se observa que la especie *Coccoloba barbadensis* es la mejor representada para este tipo de vegetación con un IVIE del 14.0%, mientras que *Guazuma ulmifolia* con 13.4% y *Pithecellobium lanceolatum* con el 12.5% son las especies codominantes, es decir, en conjunto estas especies definen en gran proporción la estructura arbórea de SBC.

Estrato arbustivo

En este estrato se registraron 17 especies distribuidas en 337 individuos, las cuales ninguna se encuentra registrada en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**.

Tabla 7. Valor de importancia ecológica del estrato arbustivo de la SBC.

| No. | Especie | Nombre Común | Densidad | Densidad (Ind/ha) | Dr | Fr | DR | IVIE % |
|--------------|------------------------------------|--------------------------|------------|-------------------|------------|------------|------------|------------|
| 1 | <i>Acacia farnesiana</i> | Huizache | 7 | 37 | 2.077 | 2.020 | 7.07 | 3.7 |
| 2 | <i>Aristolochia maxima</i> | Bejuco corchoso | 11 | 58 | 3.264 | 6.061 | 10.46 | 6.6 |
| 3 | <i>Bonellia macrocarpa</i> | Pica pendejos | 26 | 137 | 7.715 | 8.081 | 3.83 | 6.5 |
| 4 | <i>Cissus microcarpa</i> | Bejuco tripa de vaca | 17 | 89 | 5.045 | 7.071 | 14.72 | 8.9 |
| 5 | <i>Dalbergia brownnei</i> | Bejuco pata de perico | 54 | 284 | 16.024 | 12.121 | 15.97 | 14.7 |
| 6 | <i>Lantana achyranthifolia</i> | Mora jarocho | 10 | 53 | 2.967 | 4.040 | 2.23 | 3.1 |
| 7 | <i>Lasiacis divaricata</i> | Otatillo | 44 | 232 | 13.056 | 4.040 | 0.21 | 5.8 |
| 8 | <i>Malvaviscus arboreus</i> | Obelisco de cerro | 41 | 216 | 12.166 | 8.081 | 2.46 | 7.6 |
| 9 | <i>Mimosa dormiens</i> | Mimosa jarocho | 29 | 153 | 8.605 | 7.071 | 4.08 | 6.6 |
| 10 | <i>Mimosa polyantha</i> | Uña de gato | 1 | 5 | 0.297 | 1.010 | 2.32 | 1.2 |
| 11 | <i>Paullinia fuscescens</i> | Bejuco corona | 35 | 184 | 10.386 | 15.152 | 19.56 | 15.0 |
| 12 | <i>Prunus serotina var. Capuli</i> | Arayancillo capulincillo | 8 | 42 | 2.374 | 3.030 | 1.03 | 2.1 |
| 13 | <i>Randia aculeata</i> | Crucillo | 3 | 16 | 0.890 | 3.030 | 1.27 | 1.7 |
| 14 | <i>Rauvolfia tetraphylla</i> | Sarna de perro | 5 | 26 | 1.484 | 3.030 | 0.90 | 1.8 |
| 15 | <i>Senna obtusifolia</i> | Cassia | 15 | 79 | 4.451 | 4.040 | 7.20 | 5.2 |
| 16 | <i>Smilax bona-nox</i> | Bejuco alambre | 17 | 89 | 5.045 | 8.081 | 5.93 | 6.4 |
| 17 | <i>Solanum wrightii</i> | Tomatillo | 14 | 74 | 4.154 | 4.040 | 0.77 | 3.0 |
| TOTAL | | | 337 | 1774 | 100 | 100 | 100 | 100 |

Dr= Densidad Relativa; FR= Frecuencia Relativa; DR= Dominancia Relativa; IVIE= Índice de Valor de Importancia Ecológica

Con base en los resultados presentados en la tabla anterior, se observa que las especies mayor representadas en este estrato son: *Scaevola plumieri* con un IVIE del 31.95%, *Celtis iguanaea* con el 23.84 %, *Paullinia fuscescens* con 10.97 % y *Serjania brachycarpa* con 10.22 % siendo estas las más dominantes en frecuencia, densidad y cobertura, es decir, estas especies definen en gran proporción la estructura arbustiva de la vegetación SBC.

Estrato herbáceo

Para este estrato se registraron 240 individuos distribuidos en 6 especies, ninguna de ellas se encuentra listada en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**.

Tabla 8. Valor de importancia ecológica del grupo de herbáceas de la SBC.

| No. | Especie | Nombre Común | Densidad | Densidad (Ind/ha) | Dr | Fr | DR | IVIE % |
|-------|-----------------------------------|-----------------|----------|-------------------|--------|--------|-------|--------|
| 1 | <i>Megathyrus maximus</i> | Pasto tanzania | 72 | 7579 | 30.000 | 25.000 | 21.13 | 25.4 |
| 2 | <i>Philodendron sagittifolium</i> | Colomo trepador | 15 | 1579 | 6.250 | 12.500 | 17.10 | 12.0 |
| 3 | <i>Ruellia blechum</i> | Blechum | 4 | 421 | 1.667 | 6.250 | 6.79 | 4.9 |
| 4 | <i>Sicyos laciniatus</i> | Chayotillo | 10 | 1053 | 4.167 | 12.500 | 15.76 | 10.8 |
| 5 | <i>Sida glabra</i> | Guinar | 17 | 1789 | 7.083 | 15.625 | 17.10 | 13.3 |
| 6 | <i>Urochloa mutica</i> | Pasto pará | 122 | 12842 | 50.833 | 28.125 | 22.11 | 33.7 |
| TOTAL | | | 240 | 25263 | 100 | 100 | 100 | 100 |

Dr= Densidad Relativa; FR= Frecuencia Relativa; DR= Dominancia Relativa; IVIE= Índice de Valor de Importancia Ecológica

De acuerdo con los resultados presentados en la tabla anterior, se observa que las especies mayor representadas en este estrato son: *Urochloa mutica* el cual presentó un IVIE del 33.7% y *Megathyrus maximus* con 25.4%, es decir, estas especies definen en gran proporción al estrato herbáceo de la vegetación.

VII.1.2.1.1.2 Vegetación de Tular (VT)

Estrato arbustivo

Para este estrato se registraron un total de 10 individuos distribuidos en 2 especies.

Tabla 9. Valor de importancia ecológica del estrato arbóreo y arbustivo del VT.

| No. | Especie | NOMBRE COMÚN | Densidad | Densidad (Ind/ha) | Dr | Fr | DR | IVIE % |
|-------|--------------------------|----------------------|----------|-------------------|------|------|-------|--------|
| 1 | <i>Ricinus communis</i> | Higuerilla resinus | 6 | 75 | 60.0 | 50.0 | 38.24 | 49.4 |
| 2 | <i>Cissus microcarpa</i> | Bejuco tripa de vaca | 4 | 50 | 40.0 | 50.0 | 61.76 | 50.6 |
| TOTAL | | | 10 | 125 | 100 | 100 | 100 | 100 |

Dr= Densidad Relativa; FR= Frecuencia Relativa; DR= Dominancia Relativa; IVIE= Índice de Valor de Importancia Ecológica

Estrato herbáceo

Para este estrato se registraron 293 individuos distribuidos en 6 especies, a continuación, se presentan los cálculos del IVIE%.

Las especies representadas en este estrato son: con un IVIE del 30.1%, *Cissus microcarpa* con 50.6 % y *Ricinus communis* con 49.4 %, siendo así las que componen en gran proporción la estructura arbustiva del tipo de vegetación de Tular.

Tabla 10. Valor de importancia ecológica del estrato arbustivo del VT.

| No. | Especie | NOMBRE COMÚN | Densidad | Densidad (Ind/ha) | Dr | Fr | DR | IVIE % |
|-------|----------------------------|--------------------|----------|-------------------|--------|--------|-------|--------|
| 1 | <i>Ipomoea triloba</i> | Ipomaea | 30 | 7500 | 10.239 | 23.333 | 10.05 | 14.5 |
| 2 | <i>Megathyrus maximus</i> | Pasto tanzania | 15 | 3750 | 5.119 | 16.667 | 19.98 | 13.9 |
| 3 | <i>Momordica charantia</i> | Pepinillo amarillo | 5 | 1250 | 1.706 | 6.667 | 12.92 | 7.1 |
| 4 | <i>Paspalum notatum</i> | Pasto estrella | 39 | 9750 | 13.311 | 6.667 | 22.47 | 14.2 |
| 5 | <i>Typha domingensis</i> | Tule | 122 | 30500 | 41.638 | 26.667 | 19.85 | 29.4 |
| 6 | <i>Urochloa mutica</i> | Pasto pará | 82 | 20500 | 27.986 | 20.000 | 14.72 | 20.9 |
| TOTAL | | | 293 | 73250 | 100 | 100 | 100 | 100 |

De acuerdo con los resultados presentados en la tabla anterior, se observa que las especies mayor representadas en este estrato son: *Typha domingensis* la cual presentó un IVIE del 29.4%, *Urochloa mutica* con 20.9% y *Ipomoea triloba* con 14.2%, es decir, estas especies definen en gran proporción al estrato herbáceo de la vegetación de Tular.

VII.1.2.1.2. Índices de diversidad y equitatividad de la flora existente en el AP

Los resultados obtenidos de los índices de diversidad y equitatividad de las especies de flora en el área del proyecto se presentan por estrato a manera de resumen para la vegetación SBC presente en el área de proyecto.

VII.1.2.1.2.1.Selva baja caducifolia (SBC)

Tabla 11. Índices de biodiversidad en el área del proyecto.

| UNIDAD DE ANÁLISIS | ÍNDICE DE BIODIVERSIDAD | ESTRATO ARBÓREO | ESTRATO ARBUSTIVO | ESTRATO HERBÁCEO |
|-------------------------------|-----------------------------|-----------------|-------------------|------------------|
| Área del proyecto (AP) | Riqueza de especies (S) | 16 | 17 | 6 |
| | Índice de Shannon (H) | 2.3 | 2.5 | 1.3 |
| | Equitatividad de Pielou (J) | 0.8 | 0.9 | 0.7 |

Para el área del proyecto se encontraron 16 especies para el estrato arbóreo, 17 para el estrato arbustivo y 6 para el estrato herbáceo.

En relación con el índice de Shannon, existen un valor alto en el área del proyecto en el estrato arbóreo y arbustivo; sin embargo, el valor es más bajo en el estrato herbáceo porque la distribución en individuos de cada especie no es homogénea, esto no supone algún riesgo para el tipo de vegetación, puesto que las especies se encuentran bien representadas para el SA.

Por último, el índice de Pielou del estrato arbóreo y arbustivo nos da una equitatividad con un valor de 0.8 y 0.9 respectivamente, es decir, para estos estratos la distribución en el número de individuos fue homogénea; mientras que, para el estrato herbáceo, se obtuvieron resultados de 0.7, indicando que la distribución en el número de individuos por especie se comporta de forma heterogénea en el número de individuos registrados.

VII.1.2.1.2.2. Vegetación de tular (VT)

Tabla 12. Índices de biodiversidad en el área del proyecto.

| UNIDAD DE ANALISIS | ÍNDICE DE BIODIVERSIDAD | ESTRATO ARBUSTIVO | ESTRATO HERBÁCEO |
|-------------------------------|-----------------------------|-------------------|------------------|
| Área del proyecto (AP) | Riqueza de especies (S) | 2 | 6 |
| | Índice de Shannon (H) | 0.7 | 1.4 |
| | Equitatividad de Pielou (J) | 1 | 0.8 |

Para el AP, en general se encontraron 8 especies distribuidas en 2 de los estratos, esto debió a que la vegetación de Tular está compuesta principalmente por plantas acuáticas no se registraron

individuos arbóreos, para el estrato arbustivo se registran 2 especies y finalmente 6 para el estrato herbáceo.

En relación con el índice de Shannon, este nos señala una diversidad mayor para el estrato herbáceo, es decir, se encontró menor diversidad para el estrato arbustivo de este tipo de vegetación, esto en relación con la riqueza específica encontrada en el AP.

Por último, el índice de Pielou del estrato arbustivo nos da una equitatividad con un valor de 1, es decir, para este estrato la distribución en el número de individuos fue homogénea. Por último, para el estrato herbáceo, se obtuvo un resultado de 0.8, indicando que la distribución en el número de individuos por especie se comportó de manera homogénea.

VII.1.2.2. Factor fauna

VII.1.2.2.1 Selva baja caducifolia (SBC)

Durante el muestreo de fauna silvestre, realizado en la vegetación de SBC dentro del área del proyecto, se registró un total de 145 individuos divididos en 33 especies de las cuales solo 1 especie se encuentra listada en la **NOM-059-SEMARNAT-2010** bajo alguna categoría de riesgo. El grupo mejor representado es el de ornitofauna con 24 especies, seguido por herpetofauna con 5 especies y por último mastofauna con 4 especies.

A continuación, se presentan los resultados de los índices de diversidad para cada uno de los grupos faunísticos.

a) Grupo de ORNITOFAUNA

Índice de diversidad

Para el grupo de ornitofauna se obtuvo una riqueza de 24 especies con un registro de 118 individuos, a continuación, se presentan los valores obtenidos de densidad y abundancia, para posteriormente usarlos en el cálculo de diversidad de cada grupo faunístico.

Tabla 13. Registros de Ornitofauna para SBC.

| N° | NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN | IND. AVISTADOS MUESTREO | DENSIDAD (km ²) | ABUNDANCIA |
|----|--------------------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------------|------------|
| 1 | <i>Amazilia yucatanensis</i> | Colibrí Vientre Canelo | 1 | 333 | 0.8 |
| 2 | <i>Cardinalis cardinalis</i> | Cardenal rojo | 1 | 333 | 0.8 |
| 3 | <i>Columbina inca</i> | Tortolita Cola Larga | 13 | 4333 | 11.0 |
| 4 | <i>Contopus virens</i> | Papamoscas del Este | 3 | 1000 | 2.5 |
| 5 | <i>Coragyps atratus</i> | Zopilote negro | 10 | 3333 | 8.5 |
| 6 | <i>Crotophaga sulcirostris</i> | Garrapatero pijuy | 18 | 6000 | 15.3 |
| 7 | <i>Dives dives</i> | Tordo cantor | 4 | 1333 | 3.4 |
| 8 | <i>Dryocopus lineatus</i> | Carpintero de líneas | 1 | 333 | 0.8 |
| 9 | <i>Hirundo rustica</i> | Golondrina tijereta | 10 | 3333 | 8.5 |
| 10 | <i>Icterus galbula</i> | Calandria de Baltimore | 2 | 667 | 1.7 |

| N° | NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN | IND. AVISTADOS MUESTREO | DENSIDAD (km ²) | ABUNDANCIA |
|--------------|-----------------------------------|-----------------------------|-------------------------|-----------------------------|------------|
| 11 | <i>Icterus gularis</i> | Calandria Dorso Negro Mayor | 5 | 1667 | 4.2 |
| 12 | <i>Icterus mesomelas</i> | Calandria Cola Amarilla | 9 | 3000 | 7.6 |
| 13 | <i>Melanerpes aurifrons</i> | Carpintero cheje | 6 | 2000 | 5.1 |
| 14 | <i>Myiozetetes similis</i> | Luisito Común | 3 | 1000 | 2.5 |
| 15 | <i>Pachyramphus aglaiae</i> | Cabezón Degollado | 1 | 333 | 0.8 |
| 16 | <i>Piaya cayana</i> | Cuclillo Canelo | 1 | 333 | 0.8 |
| 17 | <i>Pitangus sulphuratus</i> | Bienteveo común | 5 | 1667 | 4.2 |
| 18 | <i>Setophaga petechia</i> | Chipe amarillo | 4 | 1333 | 3.4 |
| 19 | <i>Stelgidopteryx serripennis</i> | Golondrina Alas Aserradas | 4 | 1333 | 3.4 |
| 20 | <i>Streptopelia decaocto</i> | Paloma turca de collar | 3 | 1000 | 2.5 |
| 21 | <i>Turdus grayi</i> | Mirlo Café | 2 | 667 | 1.7 |
| 22 | <i>Tyrannus melancholicus</i> | Tirano Pirirí | 4 | 1333 | 3.4 |
| 23 | <i>Tyrannus vociferans</i> | Tirano Chibiú | 3 | 1000 | 2.5 |
| 24 | <i>Zenaida asiatica</i> | Paloma Alas Blancas | 5 | 1667 | 4.2 |
| TOTAL | | | 118 | 39333 | 100 |

b) Grupo de MASTOFAUNA

Índice de diversidad

Para el grupo de mastofauna se obtuvo una riqueza de 4 especies con 13 individuos registrados, se presenta el valor de la densidad y la abundancia de las especies

Tabla 14. Registros de mastofauna para SBC.

| N° | NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN | IND. AVISTADOS MUESTREO | DENSIDAD (km ²) | ABUNDANCIA |
|--------------|-----------------------------|----------------------|-------------------------|-----------------------------|------------|
| 1 | <i>Didelphis virginiana</i> | Tlacuache | 1 | 333 | 7.7 |
| 2 | <i>Artibeus jamaicensis</i> | Murciélago frutero | 6 | 2000 | 46.2 |
| 3 | <i>Desmodus rotundus</i> | Murciélago vampiro | 4 | 1333 | 30.8 |
| 4 | <i>Sciurus aureogaster</i> | Ardilla vientre rojo | 2 | 667 | 15.4 |
| Total | | | 13 | 4333 | 100 |

c) Grupo de HERPETOFAUNA

Índice de diversidad

Para el grupo de herpetofauna se obtuvo una riqueza de 5 especies de las cuales solo *Ctenosaura acanthura* se encuentra listada en **NOM-059-SEMARNAT-2010** bajo la categoría de protección especial (PR). A continuación, se presenta el valor de la densidad y la abundancia de las especies.

Tabla 15. Registros de Herpetofauna para SBC.

| N° | NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN | IND. AVISTADOS MUESTREO | DENSIDAD (km ²) | ABUNDANCIA |
|----|------------------------------|--------------------------|-------------------------|-----------------------------|------------|
| 1 | <i>Aspidoscelis deppii</i> | Huico siete líneas | 4 | 1333 | 29 |
| 2 | <i>Aspidoscelis guttatus</i> | Ticuiche mexicano | 7 | 2333 | 50 |
| 3 | <i>Crotalus simus</i> | Cascabel centroamericana | 1 | 333 | 7 |

| N° | NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN | IND. AVISTADOS MUESTREO | DENSIDAD (km ²) | ABUNDANCIA |
|--------------|-----------------------------|--|-------------------------|-----------------------------|------------|
| 4 | <i>Ctenosaura acanthura</i> | <i>Iguana de cola espinosa del noreste</i> | 1 | 333 | 7 |
| 5 | <i>Basiliscus vittatus</i> | <i>Toloque rayado</i> | 1 | 333 | 7 |
| Total | | | 14 | 4667 | 100 |

VII.1.2.2.2. Vegetación de Tular (VT)

Durante el muestreo de fauna silvestre, realizado en la vegetación de VT dentro del área del proyecto, se registró un total de 28 individuos divididos en 11 especies, de las cuales; ninguna se encuentra registrada en la **NOM-059-SEMARNAT-2010** bajo alguna categoría de riesgo. El grupo mejor representado es el de ornitofauna con 6 especies, seguido por los grupos de herpetofauna con 3 especies y mastofauna con 2.

A continuación, se presentan los resultados de los índices de diversidad para cada uno de los grupos faunísticos.

a) Grupo de ORNITOFAUNA

Índice de diversidad

Para el grupo de ornitofauna se obtuvo una riqueza de 6 especies con un registro de 9 individuos, a continuación, se presentan los valores obtenidos de densidad y abundancia, para posteriormente usarlos en el cálculo de diversidad de cada grupo faunístico.

Tabla 16. Registros de Ornitofauna para la VT.

| N° | NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN | IND. AVISTADOS MUESTREO | DENSIDAD (km ²) | *2WL | ABUNDANCIA |
|--------------|-----------------------------------|---------------------------|-------------------------|-----------------------------|-------|------------|
| 1 | <i>Ardea alba</i> | Garza blanca | 1 | 250 | 0.004 | 11.1 |
| 2 | <i>Dendrocygna autumnalis</i> | Pijije Alas Blancas | 1 | 250 | 0.004 | 11.1 |
| 3 | <i>Jacana spinosa</i> | Jacana norteña | 1 | 250 | 0.004 | 11.1 |
| 4 | <i>Leucophaeus atricilla</i> | Gaviota reidora | 2 | 500 | 0.004 | 22.2 |
| 5 | <i>Stelgidopteryx serripennis</i> | Golondrina Alas Aserradas | 3 | 750 | 0.004 | 33.3 |
| 6 | <i>Turdus grayi</i> | Mirlo Café | 1 | 250 | 0.004 | 11.1 |
| TOTAL | | | 9 | 2250 | | 100 |

b) Grupo de MASTOFAUNA

Índice de diversidad

Para el grupo de mastofauna se obtuvo una riqueza de 2 especies con 15 individuos registrados, se presenta el valor de la densidad y la abundancia de las especies

Tabla 17. Registros de mastofauna para la VT.

| N° | NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN | IND. AVISTADOS MUESTREO | DENSIDAD (km ²) | *2WL | ABUNDANCIA |
|--------------|-----------------------------|--------------------|-------------------------|-----------------------------|-------|------------|
| 1 | <i>Artibeus jamaicensis</i> | Murciélago frutero | 5 | 1250 | 0.004 | 33.3 |
| 2 | <i>Desmodus rotundus</i> | Murciélago vampiro | 10 | 2500 | 0.004 | 66.7 |
| Total | | | 15 | 3750 | | 100 |

c) Grupo de HERPETOFAUNA

Índice de diversidad

Para el grupo de herpetofauna se obtuvo una riqueza de 3 especies de las cuales ninguna se encuentra listada en **NOM-059-SEMARNAT-2010** bajo alguna categoría de riesgo. A continuación, se presenta el valor de la densidad y la abundancia de las especies.

Tabla 18. Registros de Herpetofauna para la vegetación VT.

| N° | NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN | IND. AVISTADOS MUESTREO | DENSIDAD (km ²) | *2WL | ABUNDANCIA |
|--------------|----------------------------|----------------|-------------------------|-----------------------------|-------|------------|
| 1 | <i>Basiliscus vittatus</i> | Toloque rayado | 2 | 500 | 0.004 | 50 |
| 2 | <i>Incilius marmoreus</i> | Sapo jaspeado | 1 | 250 | 0.004 | 25 |
| 3 | <i>Rhinella horribilis</i> | Sapo gigante | 1 | 250 | 0.004 | 25 |
| Total | | | 4 | 1000 | | 100 |

VII.1.2.2.3. Otros tipos de vegetación

Durante el muestreo de fauna silvestre, realizado en el área del proyecto también abarca un área la cual no presenta cobertura forestal ya que como indica la Cartografía Uso del Suelo y Vegetación Serie VI de INEGI, parte de la superficie forestal del área del proyecto se ubica sobre una superficie clasificada como **Urbano construido y Pastizal cultivado**.

El tipo de vegetación de acuerdo a la comprobación en campo se clasifico como Pastizal Cultivado (PC), y dentro del área del proyecto, se registró un total de 61 individuos divididos en 19 especies de las cuales solo 1 se encuentra listada en el **NOM-059-SEMARNAT-2010** bajo una categoría de riesgo. El grupo mejor representado es el de ornitofauna con 13 especies, seguido por los grupos de herpetofauna y mastofauna con 3 especies en cada grupo.

A continuación, se presentan los resultados de los índices de diversidad para cada uno de los grupos faunísticos.

a) Grupo de ORNITOFAUNA

Índice de diversidad

Para el grupo de ornitofauna se obtuvo una riqueza de 13 especies con un registro de 45 individuos, a continuación, se presentan los valores obtenidos de densidad y abundancia, para posteriormente usarlos en el cálculo de diversidad de cada grupo faunístico.

Tabla 19 Registros de Ornitofauna para PC.

| N° | NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN | IND. AVISTADOS MUESTREO | DENSIDAD (km ²) | ABUNDANCIA |
|----|--------------------------------|----------------------|-------------------------|-----------------------------|------------|
| 1 | <i>Columbina inca</i> | Tortolita Cola Larga | 6 | 1500 | 13.3 |
| 2 | <i>Coragyps atratus</i> | Zopilote negro | 8 | 2000 | 17.8 |
| 3 | <i>Crotophaga sulcirostris</i> | Garrapatero pijuy | 9 | 2250 | 20.0 |

| N° | NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN | IND. AVISTADOS MUESTREO | DENSIDAD (km ²) | ABUNDANCIA |
|--------------|-------------------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------------|------------|
| 4 | <i>Dendrocygna autumnalis</i> | Pijije Alas Blancas | 1 | 250 | 2.2 |
| 5 | <i>Hirundo rustica</i> | Golondrina tijereta | 6 | 1500 | 13.3 |
| 6 | <i>Myiozetetes similis</i> | Luisito Común | 2 | 500 | 4.4 |
| 7 | <i>Pachyramphus aglaiae</i> | Cabezón Degollado | 1 | 250 | 2.2 |
| 8 | <i>Pitangus sulphuratus</i> | Bienteveo común | 3 | 750 | 6.7 |
| 9 | <i>Setophaga petechia</i> | Chipe amarillo | 1 | 250 | 2.2 |
| 10 | <i>Streptopelia decaocto</i> | Paloma turca de collar | 1 | 250 | 2.2 |
| 11 | <i>Tyrannus melancholicus</i> | Tirano Pirirí | 3 | 750 | 6.7 |
| 12 | <i>Tyrannus vociferans</i> | Tirano Chibiú | 2 | 500 | 4.4 |
| 13 | <i>Zenaida asiatica</i> | Paloma Alas Blancas | 2 | 500 | 4.4 |
| TOTAL | | | 45 | 11250 | 100 |

b) Grupo de MASTOFAUNA

Índice de diversidad

Para el grupo de mastofauna se obtuvo una riqueza de 3 especies con 10 individuos registrados, se presenta el valor de la densidad y la abundancia de las especies

Tabla 20. Registros de masto fauna para la vegetación PI.

| N° | NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN | IND. AVISTADOS MUESTREO | DENSIDAD (km ²) | ABUNDANCIA |
|--------------|-----------------------------|----------------------|-------------------------|-----------------------------|------------|
| 1 | <i>Artibeus jamaicensis</i> | Murciélago frutero | 5 | 1250 | 50.0 |
| 2 | <i>Sciurus aureogaster</i> | Ardilla vientre rojo | 1 | 250 | 10.0 |
| 3 | <i>Desmodus rotundus</i> | Murciélago vampiro | 4 | 1000 | 40.0 |
| Total | | | 10 | 2500 | 100 |

c) Grupo de HERPETOFAUNA

Índice de diversidad

Para el grupo de herpetofauna se obtuvo una riqueza de 3 especies de las cuales solo *Ctenosaura acanthura* se encuentra listada en **NOM-059-SEMARNAT-2010** bajo la categoría de protección especial (PR). A continuación, se presenta el valor de la densidad y la abundancia de las especies.

Tabla 21. Registros de Herpetofauna para la vegetación PI.

| N° | NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN | IND. AVISTADOS MUESTREO | DENSIDAD (km ²) | *2WL | ABUNDANCIA |
|--------------|------------------------------|-------------------------------------|-------------------------|-----------------------------|-------|------------|
| 1 | <i>Aspidoscelis deppii</i> | Huico siete líneas | 2 | 500 | 0.004 | 33 |
| 2 | <i>Aspidoscelis guttatus</i> | Ticuiliche mexicano | 3 | 750 | 0.004 | 50 |
| 3 | <i>Ctenosaura acanthura</i> | Iguana de cola espinosa del noreste | 1 | 250 | 0.004 | 17 |
| Total | | | 6 | 1500 | | 100 |

VII.1.2.2.4. Índices de diversidad y equitatividad de la fauna existente en el AP

A continuación, se muestran los resultados de diversidad para cada grupo faunístico.

Tabla 22. Resumen de los índices de diversidad para los grupos faunísticos.

| Área de análisis | Tipos de vegetación | Grupos faunísticos | Riqueza específica (S) | Índice de Shannon-Wiener (H) | Equidad de Pielou (J) |
|------------------------|---------------------|--------------------|------------------------|------------------------------|-----------------------|
| Área del proyecto (AP) | SBC | ORNITOFAUNA | 24 | 2.9 | 0.9 |
| | | MASTOFAUNA | 4 | 1.2 | 0.9 |
| | | HERPETOFAUNA | 5 | 1.3 | 0.8 |
| | USO DE SUELO PI | ORNITOFAUNA | 13 | 2.3 | 0.89 |
| | | MASTOFAUNA | 3 | 0.9 | 0.9 |
| | | HERPETOFAUNA | 3 | 1.0 | 0.9 |
| | VT | ORNITOFAUNA | 6 | 1.7 | 0.94 |
| | | MASTOFAUNA | 2 | 0.6 | 0.9 |
| | | HERPETOFAUNA | 3 | 1.0 | 0.9 |

De acuerdo con los resultados obtenidos podemos concluir que de los tres grupos faunísticos estudiados solo el grupo de Ornitofauna presentó valores altos en riqueza de especies, por otra parte, los estudios realizados para efectos de presente estudio se realizaron a finales de la época de estiaje y comienzo de la temporada de lluvia en la región, específicamente en todo el mes de **mayo del 2020** por lo cual fue posible obtener avistamientos del grupo de herpetofauna tanto de reptiles como de anfibios, obteniendo así una riqueza de 7 especies.

Cabe señalar que el índice de Pielou, presentó valores muy altos para los tres grupos faunísticos indicando que el número de individuos de las especies es homogéneo para los grupos de fauna observados para el AP.

Se concluye que debido a los índices obtenidos, el área del proyecto presenta perturbaciones, principalmente ocasionadas por el hombre y la infraestructura existente, que han desplazado a las especies de fauna en su mayoría, ya que el ecosistema no les proporciona el albergue cómodo para su desarrollo, por lo que se trasladan hacia zonas vírgenes y con vegetación más densa, la cuales en su mayoría se encuentran alejadas del hombre, cabe mencionar que los polígonos del área del proyecto se encuentran en las cercanías de poblaciones urbanas, y vías de comunicación terrestres, así como, líneas de transmisión eléctrica, etc.

VII.1.3. PAISAJE

El análisis del paisaje del área donde se ubica el proyecto se realizó considerando criterios geológicos y de relieve que se presentaron en el Sistema ambiental regional, con el objetivo principal de caracterizar la Calidad Visual Vulnerable (CVV) como un indicador de la susceptibilidad del deterioro del paisaje en función de la Calidad Visual (CV), Capacidad de Absorción Visual (CAV) y de la Visibilidad (V), los cuales se describen a continuación.

La metodología para el cálculo de los elementos del paisaje en el Sistema Ambiental Regional se presentó a detalle en el capítulo IV, por lo que en este apartado se presentan los elementos del paisaje correspondientes al Área del proyecto.

VII.1.3.1. Calidad Visual del Paisaje (CV)

La calidad visual del paisaje referida como la valoración del atractivo visual del paisaje está en función de propiedades tales como colores, contrastes o formas que dependen de la morfología del paisaje, el tipo de vegetación y la presencia de cuerpos de agua entre otros.

De acuerdo con la evaluación del atractivo visual del paisaje, el área del proyecto se encuentra en la clase *Baja*. Esto como resultado una alteración en niveles bajos, así como características homogéneas y similares con las de la región.

VII.1.3.2. Capacidad de Absorción Visual (CAV)

La capacidad de absorción visual es la capacidad que tiene un paisaje para acoger actuaciones propuestas sin que se produzcan variaciones en su carácter visual, lo que centra la atención. Esta variable es lo opuesto al concepto de "fragilidad visual", que es la susceptibilidad de un paisaje al cambio cuando se hace un uso de éste, en otras palabras, expresa el grado de deterioro que el paisaje experimentaría ante la incidencia de determinadas actuaciones. De acuerdo con lo anterior, a mayor capacidad de absorción visual corresponde menor fragilidad o vulnerabilidad visual.

La capacidad de absorción visual en el área del proyecto es *baja*, determinado por la baja pendiente y las modificaciones al medio en la región, reflejado por la dominancia de la mancha urbana en el SAR, por lo cual se puede concluir que el proyecto tendría un bajo impacto sobre este componente.

VII.1.3.3. Grado de Visibilidad

Para fines del estudio, la visibilidad es el espacio geográfico desde donde puede ser visto un proyecto o actuación humana, en otras palabras, su incidencia visual, que depende de la conformación del terreno, de propiedades de la vegetación y de las dimensiones propias del proyecto en particular.

Para el caso de este proyecto, la determinación del grado de visibilidad se realizó mediante una evaluación de las unidades de uso de suelo y vegetación que conforman el Sistema Ambiental Regional. Los valores que se utilizaron en la evaluación fueron: 1, 2 y 3 con la clasificación de visible, poco visible y no visible, respectivamente; considerando para cada unidad las propiedades de la vegetación, la conformación del terreno y la pendiente.

El mayor porcentaje (89.76%) del grado de visibilidad presente en el Sistema Ambiental Regional, pertenece a la clasificación de *Visible*, esto se debe principalmente a que las pendientes dominantes son de rangos bajos (entre 0-20°), con presencia de Pastizal cultivado, agricultura de riego permanente, de riego semipermanente, cuerpos de agua y la zona urbana, estos se aprecian de mejor manera por la baja altura escasa vegetación presente, sobre todo en áreas urbanas, pastizales y áreas agrícolas.

VII.1.3.4. Calidad Visual Vulnerable

Para evaluar la sensibilidad al deterioro del paisaje del área de estudio, se utilizó el índice de Calidad Visual Vulnerable (CVV) en función de los atributos del paisaje antes expuestos (Calidad visual, Capacidad de absorción visual y Visibilidad).

Los resultados señalan que la calidad visual vulnerable *Baja* domina significativamente (más del 85% de la superficie), contemplando principalmente a los usos de suelo y a las pendientes presentes en el Sistema Ambiental Regional.

VII.1.4. ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

En el municipio de Veracruz se tuvo una población de 593,508 habitantes en el año 2017.

La población del municipio de Manzanillo se especializa en las actividades de comercio y servicios con 46 y 48 % respectivamente, siguiéndole el grupo industrial con el 6% de la población.

VII.1.5. PRONÓSTICO AMBIENTAL

Actualmente el Sistema Ambiental Regional (SAR) presenta una superficie con permanencia de las zonas agrícolas, zonas urbanas, matorrales y vegetación secundaria, así como pastizales y comunidades herbáceas que representa el 50.94% de la superficie del SAR, así como el cambio de zonas de zonas agrícolas a bosque en desarrollo (R1), por otra parte, la vegetación forestal paso a ser un tipo de agricultura o estos fueron afectados por el crecimiento urbano (D1, D2, D6) representando el 18.05%. Por otra parte, se presenta un 3.40% como otros debido a que existe la presencia de cuerpos de agua y estos, al no ser un tipo de uso de suelo y vegetación se clasificó como otros.

Por lo anterior el pronóstico ambiental, sin considerar los impactos que ocasionaría la realización del proyecto se tienen que, gran parte de la vegetación existente dentro del Sistema Ambiental Regional mantendrá una estabilidad, así como también se espera recuperación de la vegetación, aunque en un porcentaje muy bajo. No obstante, habrá una ligera tendencia en el cambio de suelo principalmente por la apertura de zonas agrícolas y ganaderas.

Las condiciones de una buena cobertura forestal permitirán la continuidad del funcionamiento de ecosistemas y la conservación de la diversidad de flora y fauna, brindando protección al suelo, reflejado en niveles de erosión muy ligero y ligero, evitando a su vez el incremento en escurrimiento y mayor capacidad de infiltración de agua al suelo.

VII.2. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE ESCENARIO CON PROYECTO

En este apartado se presentarán datos de los componentes ambientales que son afectados en la ejecución del proyecto, es decir, aquellas que presentan un impacto directo durante las etapas del proyecto y corresponde únicamente a la superficie forestal que será removida (8.7004 hectáreas).

VII.2.1. ASPECTOS ABIÓTICOS

VII.2.1.1. Factor Suelo

Dentro del factor suelo los principales indicadores de impacto son la pérdida de suelo, por lo que se evaluó la erosión hídrica y eólica una vez ejecutado el proyecto (remoción de vegetación).

VII.2.1.1.1. Erosión hídrica una vez ejecutada la remoción de vegetación.

Una vez realizado el proyecto, la superficie de cobertura vegetal presenta cambios, por tal motivo la erosión actual en el Área del Proyecto también se ve modificada.

En este escenario se estimó la erosión hídrica haciendo el supuesto de haber ejecutado la remoción de la vegetación, por lo que se determinó un valor de $C = 0.45$ considerando la eliminación de la totalidad de la vegetación natural presente en el proyecto.

Tabla 23. Valores de la erosión hídrica una vez realizada la remoción de vegetación.

| TIPO DE VEGETACIÓN | SUPERFICIE (ha) | EROSIÓN TOTAL (ton/año) |
|------------------------|-----------------|-------------------------|
| Selva baja caducifolia | 3.931 | 96.507 |
| Tular | 0.554 | 13.601 |
| TOTAL | 4.485 | 110.108 |

Como se puede observar en la tabla anterior, una vez realizado el proyecto, la erosión hídrica será de 110.108 toneladas por año, lo que representa un aumento de 99.774 toneladas de pérdida de suelo con la ejecución del proyecto. Sin embargo, para contrarrestar este aumento, se contemplan medidas de mitigación que compensen la cantidad pronosticada de suelo que se pierde con la realización del proyecto.056

VII.2.1.1.2. Erosión eólica una vez ejecutada la remoción de vegetación

Para determinar la erosión posterior a la realización del proyecto se supuso el factor V (cobertura vegetal) con un valor de 0.45 considerando las mismas razones que se tomaron para la determinación de la erosión hídrica. Los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 24. Erosión eólica una vez realizada la remoción de vegetación.

| TIPO DE VEGETACIÓN | SUPERFICIE (ha) | EROSIÓN TOTAL (ton/año) |
|------------------------|-----------------|-------------------------|
| Selva baja caducifolia | 3.931 | 0.227 |
| Tular | 0.554 | 0.032 |
| TOTAL | 4.485 | 0.259 |

De acuerdo con los resultados obtenidos, la erosión eólica que se presentará con la realización del proyecto será de 0.259 toneladas anuales.

Para compensar la pérdida de suelo generada por el proyecto, se propondrán medidas de mitigación para minimizar el impacto de las actividades hacia el factor suelo. De esta manera se buscará que,

con las obras propuestas, la erosión del suelo se reduzca en un valor similar o menor al que se tiene en las condiciones actuales del AP.

VII.2.1.2. Factor Agua

En el caso del factor agua, se presentan los valores una vez realizado el proyecto, considerando que el principal impacto del proyecto es mediante la reducción de la infiltración del agua, lo que implica un aumento en el escurrimiento superficial, esto derivado de la remoción de la vegetación, que es uno de los componentes fundamentales para que se lleve a cabo el ciclo hidrológico. En este escenario el valor de la precipitación se mantiene ya que no se ve modificado con la remoción de la vegetación.

VII.2.1.2.1. Ecurrimiento superficial una vez ejecutada la remoción de vegetación

A continuación, se presentan los resultados obtenidos del cálculo del escurrimiento una vez realizado el proyecto. El coeficiente ponderado de escurrimiento indica que el 85.02% de la precipitación que cae en el AP se convierte en escurrimiento lo que equivale a un valor de 112,526.706 m³/año.

Tabla 25. Ecurrimiento medio superficial una vez realizada la remoción de vegetación.

| N° | TIPO DE VEGETACIÓN | SUPERFICIE (m ²) | COBERTURA | SUELO | K | Ce | ESCURRIMIENTO (m ³ /Año) |
|----|--------------------|------------------------------|-----------|-------|------|------|-------------------------------------|
| 1 | Sin Vegetación | 39,310.000 | 0-25 | C | 0.32 | 0.37 | 26,671.228 |
| 2 | Sin Vegetación | 5,540.000 | 0-25 | C | 0.32 | 0.37 | 3,758.804 |
| | | | | | | | 30,430.033 |

Como se puede observar, el incremento del escurrimiento superficial es poco significativo con respecto al que ocurre en las condiciones actuales, ya que representa un incremento de 30,430.033 m³ /año, es decir, habrá más pérdida de agua por este proceso. Por lo anterior se propondrán medidas de mitigación en las zonas aledañas al proyecto para aminorar este impacto.

VII.2.1.2.2. Evapotranspiración real una vez ejecutada la remoción de vegetación

En este apartado se presentan los valores de evapotranspiración real una vez realizada la remoción de la vegetación. Como se observa en la siguiente tabla la ETR presenta un valor de 5,363.519 m³/año.

Tabla 26. Evapotranspiración real una vez ejecutada la remoción de vegetación.

| USO DE SUELO | PRECIPITACIÓN (m ³) | ÁREA (Ha) | ETR (mm) | ETR (m ³) |
|----------------|---------------------------------|-----------|----------|-----------------------|
| Sin vegetación | 72,440.468 | 3.931 | 119.588 | 4,701.002 |
| Sin vegetación | 10,209.112 | 0.554 | 119.588 | 662.517 |
| TOTAL | 82,649.580 | 4.485 | 119.588 | 5,363.519 |

Analizando la tabla anterior es posible notar que el valor de la evapotranspiración se reduce una vez realizado el proyecto. Comparando el valor de la ETR en condiciones actuales (8,718.359 m³/año) con el valor después del cambio de uso de suelo (5,363.519 m³/año), existe una reducción de 3,354.840 m³/año. El valor de la ETR una vez realizado el proyecto representa el 6.49 % de la precipitación, esto

significa que existe menor pérdida de agua por el proceso de evapotranspiración favoreciendo la infiltración del agua al suelo.

VII.2.1.2.3. Infiltración una vez ejecutada la remoción de vegetación

Aplicando la fórmula de infiltración mencionada en el escenario 1, se observa que la infiltración potencial una vez establecido el proyecto es de 46,856.028 m³/año (6.49 % de la precipitación total).

Tabla 27. Infiltración potencial una vez ejecutada la remoción de vegetación.

| No | USO DE SUELO | ÁREA (Ha) | PRECIPITACIÓN (m ³) | ETR (m ³) | ESCURRIMIENTO MEDIO (m ³ /año) | INFILTRACIÓN (m ³ /Año) |
|--------------|----------------|--------------|---------------------------------|-----------------------|---|------------------------------------|
| 1 | Sin Vegetación | 3.931 | 72,440.468 | 4,701.002 | 26,671.228 | 41,068.238 |
| 2 | Sin Vegetación | 0.554 | 10,209.112 | 662.517 | 3,758.804 | 5,787.790 |
| TOTAL | | 4.485 | 82,649.580 | 5,363.519 | 30,430.033 | 46,856.028 |

En este caso, el proceso de infiltración del agua se verá reducido con la implementación del proyecto y la cantidad de agua infiltrada presenta una disminución de 3,303.006 m³ con respecto a las condiciones actuales. La infiltración que se presenta con la remoción de la vegetación corresponde al 64.68 % de la precipitación total anual en el área del proyecto; sin embargo, se propondrán medidas de mitigación que logren reducir este impacto y aumentar la infiltración del agua en el área, de manera que se tenga una estabilidad en el sistema.

VII.2.1.3. Aire

El componente aire presentará impactos principalmente por el uso de vehículos y maquinaria en las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, por la emisión de gases a la atmósfera y la liberación de partículas de polvo. Sin embargo, el impacto será mínimo, ya que se asegurará que estos ocupados cumplan con las especificaciones previstas en las siguientes normas oficiales:

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.

NOM-042-SEMARNAT-2003, que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales o no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y partículas provenientes del escape de los vehículos automotores.

NOM-044-SEMARNAT-2006, que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales, hidrocarburos no metano, monóxido de carbono, óxido de nitrógeno, partículas y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diésel como combustible.

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

Por lo que los impactos en este factor serán mínimos, además de presentar una afectación temporal, por lo que el proyecto no afecta en gran magnitud la calidad del aire.

VII.2.2. ASPECTOS BIÓTICOS

VII.2.2.1. Factor flora

Con la finalidad de tener un punto comparativo de la afectación que implica el desarrollo del proyecto en el factor flora, a continuación, se presenta una relación de las especies que se infirieron para el Área del proyecto (AP) y el Sistema ambiental regional (SAR), demostrando así que todas y cada una de las especies que se presentaban en el AP, se encuentran representadas en el SAR. Los datos fueron retomados del análisis presentado en el capítulo IV de la presente Manifiestación de Impacto Ambiental.

En este apartado se presenta una comparativa entre las especies presentes en el área del proyecto (AP) y el sistema ambiental regional (SAR), el análisis se divide por estratos para el tipo de vegetación presente en el área del proyecto.

* *Selva baja caducifolia (SBC)*

Tabla 28. Listado de comparación de especies del estrato arbóreo de la vegetación SBC e IVIE%.

| SBC | | |
|-------------------------------|----------|---------|
| Estrato arbóreo | | |
| Nombre científico | IVIE SAR | IVIE AP |
| <i>Acacia cornigera</i> | 4.6 | 9.9 |
| <i>Acrocomia aculeata</i> | 1.7 | 0.0 |
| <i>Bursera simaruba</i> | 2.3 | 3.7 |
| <i>Ceiba pentandra</i> | 3.0 | 0.0 |
| <i>Coccoloba barbadensis</i> | 8.9 | 14.0 |
| <i>Cordia megalantha</i> | 3.3 | 4.4 |
| <i>Crescentia cujete</i> | 1.9 | 3.5 |
| <i>Daphnopsis americana</i> | 3.0 | 3.4 |
| <i>Diphysa floribunda</i> | 2.4 | 0.0 |
| <i>Ehretia tinifolia</i> | 2.5 | 5.9 |
| <i>Enterobium cyclocarpum</i> | 1.4 | 0.0 |
| <i>Erythrina folkersii</i> | 1.4 | 0.0 |
| <i>Ficus cotinifolia</i> | 2.9 | 0.0 |
| <i>Ficus pertusa</i> | 1.7 | 0.0 |
| <i>Gliricidia sepium</i> | 2.0 | 7.1 |
| <i>Guazuma ulmifolia</i> | 10.2 | 13.4 |
| <i>Inga pavoniana</i> | 1.0 | 0.0 |

| SBC | | |
|------------------------------------|----------|---------|
| Estrato arbóreo | | |
| Nombre científico | IVIE SAR | IVIE AP |
| <i>Leucaena leucocephala</i> | 1.2 | 0.0 |
| <i>Lonchocarpus punctatus</i> | 3.3 | 0.0 |
| <i>Maclura tinctoria</i> | 2.5 | 5.3 |
| <i>Nectandra reticulata</i> | 1.9 | 0.0 |
| <i>Parmentiera aculeata</i> | 4.3 | 5.6 |
| <i>Pithecellobium lanceolatum</i> | 7.5 | 12.5 |
| <i>Podocarpus guatemalensis</i> | 0.4 | 0.0 |
| <i>Psidium guajava</i> | 2.1 | 0.0 |
| <i>Sabal mexicana</i> | 0.9 | 0.0 |
| <i>Sapindus saponaria</i> | 1.9 | 0.0 |
| <i>Sapium lateriflorum</i> | 2.0 | 0.0 |
| <i>Spondias mombin</i> | 2.2 | 2.5 |
| <i>Stemmadenia donnell-smithii</i> | 3.8 | 2.5 |
| <i>Tabebuia rosea</i> | 7.3 | 4.9 |
| <i>Xylosma panamensis</i> | 0.5 | 1.3 |
| <i>Zanthoxylum caribaeum</i> | 2.8 | 0.0 |
| <i>Zanthoxylum melanostictum</i> | 1.1 | 0.0 |

Tabla 29. Listado de comparación de especies del estrato arbustivo de la vegetación SBC e IVIE%.

| SBC | | |
|---------------------------------|----------|---------|
| Estrato arbustivo | | |
| Nombre científico | IVIE SAR | IVIE AP |
| <i>Acacia farnesiana</i> | 1.2 | 3.7 |
| <i>Acanthocereus tetragonus</i> | 1.1 | 0.0 |
| <i>Aristolochia maxima</i> | 9.0 | 6.6 |
| <i>Bonellia macrocarpa</i> | 5.7 | 6.5 |
| <i>Bromelia pinguin</i> | 0.4 | 0.0 |
| <i>Callichlamys latifolia</i> | 9.1 | 0.0 |
| <i>Cissus microcarpa</i> | 5.7 | 8.9 |
| <i>Dalbergia brownei</i> | 3.4 | 14.7 |
| <i>Lantana achyranthifolia</i> | 0.5 | 3.1 |
| <i>Lasiacis divaricata</i> | 4.1 | 5.8 |
| <i>Malvaviscus arboreus</i> | 9.4 | 7.6 |
| <i>Mimosa dormiens</i> | 1.5 | 6.6 |
| <i>Mimosa polyantha</i> | 0.6 | 1.2 |

| SBC | | |
|-------------------------------------|----------|---------|
| Estrato arbustivo | | |
| Nombre científico | IVIE SAR | IVIE AP |
| <i>Oeceoclades maculata</i> | 6.0 | 0.0 |
| <i>Oncidium carthagenense</i> | 2.8 | 0.0 |
| <i>Paullinia fuscescens</i> | 7.9 | 15.0 |
| <i>Pisonia aculeata</i> | 5.8 | 0.0 |
| <i>Prunus serotina var. Capulli</i> | 3.5 | 2.1 |
| <i>Randia aculeata</i> | 1.1 | 1.7 |
| <i>Rauvolfia tetraphylla</i> | 2.3 | 1.8 |
| <i>Senna obtusifolia</i> | 2.4 | 5.2 |
| <i>Serjania brachycarpa</i> | 1.8 | 0.0 |
| <i>Smilax bona-nox</i> | 11.4 | 6.4 |
| <i>Solanum wrightii</i> | 1.7 | 3.0 |
| <i>Zanthoxylum fagara</i> | 1.5 | 0.0 |

Tabla 30. Listado de comparación de especies del estrato herbáceo de la vegetación SBC.

| SBC | | |
|-----------------------------------|----------|---------|
| Estrato herbáceo | | |
| Nombre científico | IVIE SAR | IVIE AP |
| <i>Abutilon purpusii</i> | 4.7 | 0.0 |
| <i>Asclepias curassavica</i> | 1.6 | 0.0 |
| <i>Commelina rufipes</i> | 5.9 | 0.0 |
| <i>Ipomoea triloba</i> | 6.2 | 0.0 |
| <i>Ludwigia leptocarpa</i> | 4.1 | 0.0 |
| <i>Ludwigia palustris</i> | 2.2 | 0.0 |
| <i>Macroptilium atropurpureum</i> | 2.9 | 0.0 |
| <i>Megathyrsus maximus</i> | 8.2 | 25.4 |

| SBC | | |
|--|----------|---------|
| Estrato herbáceo | | |
| Nombre científico | IVIE SAR | IVIE AP |
| <i>Momordica charantia</i> | 2.9 | 0.0 |
| <i>Opismenus hirtellus subsp. setarius</i> | 6.9 | 0.0 |
| <i>Paspalum notatum</i> | 4.8 | 0.0 |
| <i>Petiveria alliacea</i> | 4.4 | 0.0 |
| <i>Philodendron sagittifolium</i> | 16.2 | 12.0 |
| <i>Ruellia blechum</i> | 3.5 | 4.9 |
| <i>Sagittaria lancifolia</i> | 3.9 | 0.0 |
| <i>Sicyos laciniatus</i> | 2.7 | 10.8 |
| <i>Sida glabra</i> | 5.9 | 13.3 |
| <i>Solanum citrinum</i> | 3.1 | 0.0 |
| <i>Urochloa mutica</i> | 10.0 | 33.7 |

* TULAR (VT)

Tabla 31. Listado de comparación de especies e IVIE % del estrato arbustivo de la VT.

| VT | | |
|--------------------------|----------|---------|
| Estrato arbustivo | | |
| Nombre científico | IVIE SAR | IVIE AP |
| <i>Cissus microcarpa</i> | 18.3 | 50.6 |
| <i>Mimosa polyantha</i> | 47.9 | 0.0 |
| <i>Ricinus communis</i> | 33.8 | 49.4 |

Tabla 32. Listado de comparación de especies e IVIE % del estrato herbáceo de la SBC.

| VT | | |
|-----------------------------------|----------|---------|
| Estrato herbáceo | | |
| Nombre científico | IVIE SAR | IVIE AP |
| <i>Cyperus articulatus</i> | 4.3 | 0.0 |
| <i>Ipomoea triloba</i> | 7.3 | 14.5 |
| <i>Ludwigia leptocarpa</i> | 8.6 | 0.0 |
| <i>Macroptilium atropurpureum</i> | 3.7 | 0.0 |
| <i>Megathyrsus maximus</i> | 5.0 | 13.9 |
| <i>Momordica charantia</i> | 3.8 | 7.1 |
| <i>Paspalum notatum</i> | 7.7 | 14.2 |
| <i>Philodendron sagittifolium</i> | 5.8 | 0.0 |
| <i>Sagittaria lancifolia</i> | 10.8 | 0.0 |
| <i>Solanum citrinum</i> | 3.2 | 0.0 |
| <i>Typha domingensis</i> | 22.9 | 29.4 |
| <i>Urochloa mutica</i> | 16.8 | 20.9 |

* Comparativa de los índices de diversidad para el AP y el SAR donde se ubica el proyecto.

Los resultados obtenidos por tipo de vegetación entre el AP y el SAR se muestran en la siguiente tabla.

* *Selva baja caducifolia (SBC)*

Tabla 33. comparativa de los índices de biodiversidad en las unidades de estudio.

| UNIDAD DE ANÁLISIS | ÍNDICE DE BIODIVERSIDAD | ESTRATO ARBÓREO | ESTRATO ARBUSTIVO | ESTRATO HERBÁCEO |
|----------------------------------|-----------------------------|-----------------|-------------------|------------------|
| Sistema ambiental regional (SAR) | Riqueza de especies (S) | 34 | 25 | 19 |
| | Índice de Shannon (H) | 2.7 | 2.7 | 2.5 |
| | Equitatividad de Pielou (J) | 0.8 | 0.8 | 0.8 |
| Área del proyecto (AP) | Riqueza de especies (S) | 16 | 17 | 6 |
| | Índice de Shannon (H) | 2.3 | 2.5 | 1.3 |
| | Equitatividad de Pielou (J) | 0.8 | 0.9 | 0.7 |

Para el área del sistema ambiental regional (SAR) se obtuvo mayor número de especies en comparación con el Área del proyecto (AP), en general se encontraron 78 especies distribuidas en los 3 estratos para el área del SAR, mientras en el AP se encontraron 39.

En relación con el índice de Shannon existe un valor mayor el área del SAR en los 3 estratos; esto debido a que la distribución en el número individuos de cada especie no es homogénea.

Por último, el índice de Pielou nos da valores de equitatividad sensiblemente iguales para el área del SAR y el AP, los cuales son resultados bajos, indicando que la distribución en el número de individuos por especie se comportó de manera heterogénea, es decir se encontraron especies dominantes para estos estratos.

Tomando en cuenta todo lo anterior, se concluye que el área del SAR respecto al AP presenta un mayor número de especies (riqueza específica), mayor diversidad de acuerdo con el índice de Shannon para todos los estratos y por último equitatividades que demuestran una distribución homogénea, además todas las especies que se encontraron en el AP están representadas en el SAR.

Cabe mencionar que el muestreo no arrojó especies que se encuentren registradas en la NOM-059 SEMARNAT-2010 bajo alguna categoría de riesgo en el área del proyecto, sin embargo, es importante mencionar que, como medida de prevención se propone el rescate de aquellos individuos que pudieran ser afectados durante la realización del proyecto.

* TULAR (VT)

Tabla 34. Comparativa de los índices de biodiversidad en las unidades de estudio.

| UNIDAD DE ANÁLISIS | ÍNDICE DE BIODIVERSIDAD | ESTRATO ARBUSTIVO | ESTRATO HERBÁCEO |
|----------------------------------|-----------------------------|-------------------|------------------|
| Sistema ambiental regional (SAR) | Riqueza de especies (S) | 3 | 12 |
| | Índice de Shannon (H) | 0.9 | 1.8 |
| | Equitatividad de Pielou (J) | 0.9 | 0.7 |
| Área del proyecto (AP) | Riqueza de especies (S) | 2 | 6 |
| | Índice de Shannon (H) | 0.7 | 1.4 |
| | Equitatividad de Pielou (J) | 0.7 | 0.8 |

Para el área del SAR se obtuvo mayor número de especies en comparación con el AP, en general se encontraron 15 especies distribuidas en los 2 estratos para el área de la cuenca, mientras en el AP se encontraron 8.

En relación con el índice de Shannon existe un valor más alto en el área del SAR en comparación con el AP para el estrato arbustivo y herbáceo lo que indica que efectivamente la diversidad del SAR es mayor en riqueza de especies.

Por último, el índice de Pielou del estrato arbustivo y herbáceo se obtuvieron resultados menores a 0.90 para el SAR y el AP, indicando que la distribución en el número de individuos por especie se comportó de manera heterogénea.

Se concluye que el área del SAR respecto al AP presenta un mayor número de especies (riqueza específica), mayor diversidad de acuerdo con el índice de Shannon para todos los estratos y por último equidades que demuestran una distribución homogénea, además todas las especies que se encontraron en el AP están representadas en el SAR.

Es importante mencionar que el muestreo no arrojó especies que se encuentren registradas en la NOM-059 SEMARNAT-2010 bajo alguna categoría de riesgo en el área del proyecto, sin embargo, es importante mencionar que, como medida de prevención se propone el rescate de aquellos individuos que pudieran ser afectados durante la realización del proyecto.

VII.2.2.2. Factor fauna

Durante el muestreo de fauna silvestre en la vegetación SBC la riqueza de especies de vertebrados observada en el SAR comprende 92 especies pertenecientes a los grupos taxonómicos de Ornitofauna, mastofauna y herpetofauna, en donde el grupo de Ornitofauna presenta una mayor variedad de organismos, y mayor número de especies, mientras que en el caso opuesto los Mamíferos registran la menor diversidad en su clasificación taxonómica con tan solo, 6 especies y 4 familias debido al registro únicamente de 2 especies.

A continuación, se muestra un resumen de la fauna silvestre potencial presente en las áreas de análisis.

Tabla 35. Representatividad de la fauna presente, cuya distribución potencial corresponde al área del AP y SAR.

| GRUPO FAUNÍSTICO | FAMILIAS | ESPECIES | CATEGORÍA DE RIESGO | ENDÉMICA |
|------------------|------------|------------|---------------------|-----------|
| Ornitofauna | 66 | 433 | 66 | 15 |
| Mastofauna | 22 | 85 | 10 | 3 |
| Herpetofauna | 39 | 132 | 44 | 31 |
| TOTAL | 127 | 650 | 120 | 49 |

- Comparativa de los índices de diversidad faunística para el Área del proyecto (AP) y el Sistema ambiental regional (SAR).

Al llevar a cabo el análisis de fauna silvestre, se procedió a realizar la comparación de las especies presentes en el área del SAR con el AP para el tipo de vegetación analizado, arrojando los siguientes resultados:

Tabla 36. Comparativa de especies de fauna dentro del Sistema ambiental regional y Área del proyecto.

| AVES-ORNITOFAUNA | | | | |
|-------------------|-----------------------------------|------------------------------|-----|----|
| FAMILIA | NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN | SAR | AP |
| Trochilidae | <i>Amazilia yucatanensis</i> | Colibrí Vientre Canelo | P | P |
| Ardeidae | <i>Ardea alba</i> | Garza blanca | P | P |
| Troglodytidae | <i>Campylorhynchus rufinucha</i> | Matraca Nuca Canela | P | NP |
| Cardinalidae | <i>Cardinalis</i> | Cardenal rojo | P | P |
| Cathartidae | <i>Cathartes aura</i> | Buitre americano cabecirrojo | P | NP |
| Columbidae | <i>Columbina inca</i> | Tortolita Cola Larga | P | P |
| Tyrannidae | <i>Contopus virens</i> | Papamoscas del Este | P | P |
| Cathartidae | <i>Coragyps atratus</i> | Zopilote negro | P | P |
| Cuculidae | <i>Crotophaga sulcirostris</i> | Garrapatero pijuy | P | P |
| Anatidae | <i>Dendrocygna autumnalis</i> | Pijije Alas Blancas | P | P |
| Icteridae | <i>Dives</i> | Tordo cantor | P | P |
| Picidae | <i>Dryocopus lineatus</i> | Carpintero de líneas | P | P |
| Ardeidae | <i>Egretta caerulea</i> | Garza azul | P | NP |
| Tyrannidae | <i>Empidonax minimus</i> | Papamoscas Chico | P | NP |
| Threskiornithidae | <i>Eudocimus albus</i> | Ibis blanco | P | NP |
| Strigidae | <i>Glaucidium brasilianum</i> | Tecolote bajefío | P | NP |
| Hirundinidae | <i>Hirundo rustica</i> | Golondrina tijereta | P | P |
| Icteridae | <i>Icterus galbula</i> | Calandria de Baltimore | P | P |
| Icteridae | <i>Icterus gularis</i> | Calandria Dorso Negro Mayor | P | P |
| Icteridae | <i>Icterus mesomelas</i> | Calandria Cola Amarilla | P | P |
| Jacaniidae | <i>Jacana spinosa</i> | Jacana norteña | P | P |
| Laridae | <i>Leucophaeus atricilla</i> | Gaviota reidora | P | P |
| Picidae | <i>Melanerpes aurifrons</i> | Carpintero cheje | P | P |
| Tyrannidae | <i>Myiarchus tyrannulus</i> | Papamoscas Gritón | P | NP |
| Tyrannidae | <i>Myiozetetes similis</i> | Luisito Común | P | P |
| Caprimulgidae | <i>Nyctidromus albicollis</i> | Chotacabras pauraque | P | NP |
| Tityridae | <i>Pachyramphus aglaiae</i> | Cabezón Degollado | P | P |
| Pandionidae | <i>Pandion haliaetus</i> | Águila pescadora | P | NP |
| Columbidae | <i>Patagioenas flavirostris</i> | Paloma morada | P | NP |
| Cuculidae | <i>Piaya cayana</i> | Cuclillo Canelo | P | P |
| Tyrannidae | <i>Pitangus sulphuratus</i> | Bienteveo común | P | P |
| Accipitridae | <i>Rupornis magnirostris</i> | Aguililla caminera | P | NP |
| Thraupidae | <i>Saltator coerulescens</i> | Saltador Gris | P | NP |
| Parulidae | <i>Setophaga petechia</i> | Chipe amarillo | P | P |
| Thraupidae | <i>Sporophila torqueola</i> | Semillero de collar | P | NP |
| Hirundinidae | <i>Stelgidopteryx serripennis</i> | Golondrina Alas Aserradas | P | P |
| Columbidae | <i>Streptopelia decaocto</i> | Paloma turca de collar | P | P |
| Thamnophilidae | <i>Thamnophilus doliatus</i> | Batará barrado | P | NP |
| Thraupidae | <i>Thraupis episcopus</i> | Tangara azulgris | P | NP |
| Turdidae | <i>Turdus grayi</i> | Mirlo Café | P | P |
| Tyrannidae | <i>Tyrannus melancholicus</i> | Tirano Pirirí | P | P |
| Tyrannidae | <i>Tyrannus vociferans</i> | Tirano Chibíú | P | P |
| Columbidae | <i>Zenaida asiatica</i> | Paloma Alas Blancas | P | P |

MAMIFEROS-MASTOFAUNA

| AVES-ORNITOFAUNA | | | | |
|-----------------------|---------------------------------|---------------------------------------|-----|----|
| FAMILIA | NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN | SAR | AP |
| FAMILIA | NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN | SAR | AP |
| Phyllostomidae | <i>Artibeus jamaicensis</i> | Murciélago frutero | P | P |
| Phyllostomidae | <i>Desmodus rotundus</i> | Murciélago vampiro | P | P |
| Didelphidae | <i>Didelphis marsupialis</i> | Tlacuache sureño | P | NP |
| Didelphidae | <i>Didelphis virginiana</i> | Tlacuache | P | P |
| Sciuridae | <i>Sciurus aureogaster</i> | Ardilla vientre rojo | P | P |
| Canidae | <i>Urocyon cinereoargenteus</i> | Zorra gris | P | NP |
| REPTILES-HERPETOFAUNA | | | | |
| FAMILIA | NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN | SAR | AP |
| Teiidae | <i>Aspidoscelis deppii</i> | Huico siete líneas | P | P |
| Teiidae | <i>Aspidoscelis guttatus</i> | Ticuiche mexicano | P | P |
| Corytophanidae | <i>Basiliscus vittatus</i> | Toloque rayado | P | P |
| Viperidae | <i>Crotalus simus</i> | Cascabel centroamericana | P | P |
| Iguanidae | <i>Ctenosaura acanthura</i> | Iguana de cola espinosa del noreste | P | P |
| Iguanidae | <i>Ctenosaura pectinata</i> | Iguana mexicana de cola espinosa | P | NP |
| Colubridae | <i>Ficimia olivacea</i> | Culebra naricilla huasteca | P | NP |
| Kinosternidae | <i>Kinosternon leucostomum</i> | Tortuga pecho quebrado labios blancos | P | NP |
| Phrynosomatidae | <i>Sceloporus variabilis</i> | Lagartija espinosa vientre rosado | P | NP |
| Emydidae | <i>Trachemys venusta</i> | Tortuga de Guadalupe | P | NP |
| Bufonidae | <i>Incilius marmoreus</i> | Sapo jaspeado | P | P |
| Ranidae | <i>Lithobates berlandieri</i> | Rana leopardo | P | NP |
| Bufonidae | <i>Rhinella horribilis</i> | Sapo gigante | P | P |

P: Presente, NP: No Presente

En las tablas siguientes se muestran los resultados de diversidad que se obtuvieron para los tres grupos faunísticos, tanto para el SAR como para y el AP, lo que facilita poder realizar la comparación entre las unidades de estudio y determinar cuál de ellas cuenta con la mayor riqueza específica y diversidad.

Tabla 37. Comparativa de los Índices de diversidad de fauna registrados en la vegetación de SBC.

| GRUPO FAUNÍSTICO | RIQUEZA ESPECÍFICA | | ÍNDICE DE SHANNON | | EQUIDAD DE PIELOU | |
|------------------|--------------------|-----|-------------------|-----|-------------------|------|
| | AP | SAR | AP | SAR | AP | SAR |
| ORNITOFAUNA | 24 | 30 | 2.9 | 3.1 | 0.9 | 0.92 |
| MASTOFAUNA | 4 | 5 | 1.2 | 1.2 | 0.9 | 0.7 |
| HERPETOFAUNA | 5 | 10 | 1.3 | 2.1 | 0.8 | 0.9 |

En relación con la riqueza específica se tiene mayor número de especies en el SAR con respecto al área del proyecto, siendo más representativo el grupo de ornitofauna; así mismo el índice de Shannon denota mayor diversidad en el SAR para los tres grupos faunísticos. En cuanto al índice de Pielou en las dos unidades de estudio se tiene un valor mayor de 0.8, lo cual nos indica que la distribución de los individuos en cada una de las especies es homogénea a excepción del grupo de mastofauna que arroja un valor de 0.7 en el área del SAR indicando que hay alguna especie dominante.

Tabla 38. Comparativa de los Índices de diversidad de fauna registrados en la vegetación de PI.

| GRUPO FAUNÍSTICO | RIQUEZA ESPECÍFICA | | ÍNDICE DE SHANNON | | EQUIDAD DE PIELOU | |
|------------------|--------------------|-----|-------------------|-----|-------------------|------|
| | AP | SAR | AP | SAR | AP | SAR |
| ORNITOFAUNA | 13 | 21 | 2.3 | 2.9 | 0.89 | 0.94 |

| GRUPO FAUNÍSTICO | RIQUEZA ESPECÍFICA | | ÍNDICE DE SHANNON | | EQUIDAD DE PIELOU | |
|------------------|--------------------|-----|-------------------|-----|-------------------|-----|
| | AP | SAR | AP | SAR | AP | SAR |
| MASTOFAUNA | 3 | 5 | 0.9 | 1.2 | 0.9 | 0.8 |
| HERPETOFAUNA | 3 | 4 | 1.0 | 1.1 | 0.9 | 0.8 |

En relación con la riqueza específica se tiene mayor número de especies en el SAR con respecto al AP, siendo el grupo de ornitofauna el grupo mayormente representativo. El índice de Shannon denota una diversidad baja para el grupo de Mastofauna en el AP. En cuanto al índice de Pielou en las dos unidades de estudio se tiene un valor mayor de 0.8, lo cual nos indica que la distribución de los individuos en cada una de las especies es homogénea.

Tabla 39. Comparativa de los índices de diversidad de fauna registrados en la vegetación de VT.

| GRUPO FAUNÍSTICO | RIQUEZA ESPECÍFICA | | ÍNDICE DE SHANNON | | EQUIDAD DE PIELOU | |
|------------------|--------------------|-----|-------------------|-----|-------------------|------|
| | AP | SAR | AP | SAR | AP | SAR |
| ORNITOFAUNA | 6 | 11 | 1.7 | 2.2 | 0.94 | 0.91 |
| MASTOFAUNA | 2 | 2 | 0.6 | 0.7 | 0.9 | 1 |
| HERPETOFAUNA | 3 | 4 | 1.0 | 1.3 | 0.9 | 1 |

En relación con la riqueza específica se tiene mayor número de especies en el SAR con respecto al AP, siendo el grupo de ornitofauna el grupo mayormente representativo. El índice de Shannon denota una diversidad baja tanto para SAR como para el AP principalmente para el grupo de mastofauna. En cuanto al índice de Pielou en las dos unidades de estudio se tiene un valor mayor de 0.9, y para los grupos de mastofauna y herpetofauna del SAR el valor es de 1 lo cual nos indica que la distribución de los individuos en cada una de las especies es homogénea.

De acuerdo a lo anterior, se puede observar que con base en los muestreos de campo del sistema ambiental regional (SAR) se tiene mejores condiciones de riqueza, abundancia y biodiversidad en los diferentes grupos faunísticos que en el área del proyecto (AP), a pesar de que el muestreo realizado en el SAR no necesariamente refleja la totalidad de las especies presentes en la misma, debido a la imposibilidad de muestrear la totalidad de la superficie considerada, por lo que la diferencia puede aún ser mucho mayor. Sin embargo, los 3 grupos faunísticos del SAR están cerca de tener una equitatividad de las especies presentes, dada su cercanía con el índice de biodiversidad máximo.

La utilización de estos índices aporta una visión parcial, pues no dan información acerca de la distribución espacial de las especies, aunque sí intentan incluir la riqueza y la equitatividad. Con ello se demuestra que la composición de la fauna que se encontró en comparación con las áreas muestreadas en los mismos ecosistemas fuera del área del proyecto y dentro del sistema ambiental fue superada, por lo tanto, las condiciones de la fauna no se verán disminuidas o afectada.

También, es importante señalar que en el área del proyecto no se encuentran especies únicas y en general son áreas con presencia de actividades antropogénicas, como la ganadería, agricultura, por las actividades de comunicación y transporte, por lo que las especies de fauna han disminuido gradualmente en la zona, y en consecuencia con la ejecución del proyecto no se pone en riesgo la permanencia de las especies de fauna en la región.

De acuerdo al listado de fauna en el área del proyecto, sólo se tiene a *Ctenosaura acanthura* incluida en los listados de la **NOM-059-SEMARNAT-2010** bajo la categoría de protección especial **Pr**.

VII.2.3. PAISAJE

El paisaje es uno de los factores que presenta modificación por la ejecución del proyecto, donde influirá la remoción de la vegetación. Sin embargo, solo se afectará dentro del derecho de vía por lo que, el paisaje no se verá afectado de manera significativa, así mismo, en las zonas aledañas se encuentra la zona urbana de Veracruz.

Además de que la capacidad de absorción visual del área de influencia del proyecto se encuentra dentro de las clases *Baja*, es decir, tiene la capacidad para acoger actuaciones propuestas sin que se produzcan variaciones en su carácter visual. De acuerdo con esto, la Calidad Visual Vulnerable (CVV), que determina la sensibilidad al deterioro del paisaje se encuentra en su mayoría como clase *Baja*, lo que significa que las condiciones del ecosistema permiten que sea poco susceptible a cambios cuando se hace uso de éste. La metodología para evaluar el paisaje se encuentra en el capítulo IV.

VII.2.4. ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

Se tienen aspectos importantes para el municipio de Veracruz, ya que se reconocieron beneficios económicos al corto plazo, esto a través de la generación de empleos y derrama económica que se puede generar derivado de las actividades a realizar en cada una de las fases del proyecto.

Se considera una derrama económica por alojamiento y/o renta de espacios para los trabajadores de las empresas contratistas a cargo del desarrollo del proyecto, compra de víveres y en su caso elaboración de comida. Se tiene la posibilidad de contratar personas de las localidades cercanas para las actividades de mitigación propuestas, como es el caso de la reforestación, rescate y reubicación de flora y fauna, y en la realización de obras de conservación y restauración de suelo y agua.

VII.2.5. PRÓNOSTICO AMBIENTAL

Una vez analizado las tendencias del escenario anterior, se expone que para el escenario con proyecto en el Área de influencia y el sistema ambiental regional se tendrá una afectación puntual dadas las características del proyecto, su realización implica la afectación de vegetación de selva baja caducifolia y tular; la afectación a que se refiere implica en la reducción de la cobertura forestal y en la afectación en la composición florística.

Además, se puede generar una posible afectación de las especies de fauna bajo alguna categoría de riesgo, así como de nidos y madrigueras, generando una reducción en el hábitat de algunas especies. La fauna que presenta una movilidad muy baja puede ser afectada (atropellamiento) por el paso de la maquinaria empleada en las diferentes actividades del proyecto.

La reducción en la cobertura vegetal se ve reflejada en una menor protección al suelo contra los diferentes procesos erosivos por efecto del agua y aire. Los suelos desprovistos de vegetación ocasionaran un aumento en la velocidad de los escurrimientos al presentarse un evento de lluvia, reduciendo el volumen de infiltración del agua precipitada.

En caso de que no exista un manejo adecuado de los residuos sólidos, líquidos y peligrosos, que el proyecto generará, se tendrá una posible contaminación del suelo. Se prevé la introducción de rasgos antropogénicos durante la construcción y operación del proyecto.

Aunado a las condiciones del escenario sin proyecto, en el área de influencia y sistema ambiental regional, se presentarán impactos derivados de la realización del proyecto y estos serán de carácter puntual, es decir, estas actividades no intervienen directamente con la degradación actual del Sistema Ambiental Regional, sin embargo, se implementarán las medidas de prevención, mitigación y compensación estrictamente necesarias.

VII.3. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CONSIDERANDO LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN

En este apartado se discuten los componentes ambientales que presentan un impacto en el desarrollo del proyecto, mismas que conllevan la realización de las obras de mitigación, por lo que el enfoque es hacia los componentes de suelo, agua, vegetación y fauna. En el caso del factor suelo se utilizarán los indicadores de pérdida de suelo por erosión hídrica y eólica, para el componente agua se tienen los elementos de escurrimiento superficial e infiltración del agua, para los aspectos de diversidad se consideró el Índice de Valor de Importancia de las especies de flora, así como la superficie que será sujeta a remoción de vegetación en el área del proyecto.



VII.3.1. SUELO

De acuerdo con las estimaciones realizadas de pérdida potencial de suelos mediante la ecuación universal de pérdida de suelos y la clasificación de los niveles de erosión de acuerdo con la FAO/UNESCO, metodología que se describió detalladamente en el capítulo IV de la presente Manifestación de Impacto Ambiental del proyecto "Construcción de Conexión Ferroviaria para unir Líneas S y V en el Municipio de Veracruz, Ver.", se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 40. Erosión hídrica del área del proyecto en dos escenarios.

| CLASE DE EROSIÓN | EROSIÓN ACTUAL (TON/AÑO) | EROSIÓN CON REMOCION DE VEGETACIÓN (TON/AÑO) | INCREMENTO (TON/AÑO) |
|------------------|--------------------------|--|----------------------|
| Erosión hídrica | 10.334 | 110.108 | 99.774 |
| Erosión eólica | 0.024 | 0.259 | 0.235 |
| Total | 10.358 | 110.367 | 100.009 |

Tabla 41. Escenario ambiental esperado para el componente suelo una vez aplicado las medidas de mitigación.

| PROGRAMA DE MITIGACIÓN | PARTICULARIDADES | ESCENARIO ESPERADO CON LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|---|---|------------------------------|-------|--------------------------|-------|-----------------------------------|-------|--------------|--------------|-------------------|----------|-------------------------|----|------------------------------|----|--------------------------|---|-----------------------------|----|--------------------------|---|--------------------------|---|--------------------------|---|-----------------------------|---|-----------------------------------|----|------------------------------------|----|-----------------------|---|--------------------------|----|----------------------------|-----|------------------------|-----|-------------------------|----|---|--|
| Programa de conservación y restauración de suelo y agua. | Se construirán 2,250 metros lineales de acordonamiento con material vegetal muerto (barreras sedimentadoras), 5,000 terrazas individuales. | Retener la cantidad de suelo que se perderá por la remoción de la vegetación. Reducir el arrastre de sedimentos y aumentar la captación de agua en el suelo. Formación de suelo fértil en áreas degradadas. |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Programa de reforestación | <p>*Se reforestará una superficie de 4.5 ha con 5,000 individuos, esta cantidad de individuos representan especies obtenidas en viveros (3,607), especies obtenidas del rescate (1,345) y por esquejes o viveros de la región (48):</p> <p>Los 3,607 individuos de especies obtenidas de viveros:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Especie</th> <th>Cantidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><i>Coccoloba barbadensis</i></td> <td>1,266</td> </tr> <tr> <td><i>Guazuma ulmifolia</i></td> <td>1,211</td> </tr> <tr> <td><i>Pithecellobium lanceolatum</i></td> <td>1,130</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td>3,607</td> </tr> </tbody> </table> <p>Los 1,354 individuos de especies por medio de trasplante, de las especies:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>NOMBRE CIENTÍFICO</th> <th>CANTIDAD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><i>Acacia cornigera</i></td> <td>94</td> </tr> <tr> <td><i>Coccoloba barbadensis</i></td> <td>10</td> </tr> <tr> <td><i>Cordia megalantha</i></td> <td>7</td> </tr> <tr> <td><i>Daphnopsis americana</i></td> <td>13</td> </tr> <tr> <td><i>Ehretia tinifolia</i></td> <td>4</td> </tr> <tr> <td><i>Gliricidia sepium</i></td> <td>4</td> </tr> <tr> <td><i>Guazuma ulmifolia</i></td> <td>4</td> </tr> <tr> <td><i>Parmentiera aculeata</i></td> <td>4</td> </tr> <tr> <td><i>Pithecellobium lanceolatum</i></td> <td>48</td> </tr> <tr> <td><i>Stemmadenia donnell-smithii</i></td> <td>16</td> </tr> <tr> <td><i>Tabebuia rosea</i></td> <td>4</td> </tr> <tr> <td><i>Acacia farnesiana</i></td> <td>63</td> </tr> <tr> <td><i>Lasiacis divaricata</i></td> <td>684</td> </tr> <tr> <td><i>Mimosa dormiens</i></td> <td>171</td> </tr> <tr> <td><i>Mimosa polyantha</i></td> <td>16</td> </tr> </tbody> </table> | Especie | Cantidad | <i>Coccoloba barbadensis</i> | 1,266 | <i>Guazuma ulmifolia</i> | 1,211 | <i>Pithecellobium lanceolatum</i> | 1,130 | TOTAL | 3,607 | NOMBRE CIENTÍFICO | CANTIDAD | <i>Acacia cornigera</i> | 94 | <i>Coccoloba barbadensis</i> | 10 | <i>Cordia megalantha</i> | 7 | <i>Daphnopsis americana</i> | 13 | <i>Ehretia tinifolia</i> | 4 | <i>Gliricidia sepium</i> | 4 | <i>Guazuma ulmifolia</i> | 4 | <i>Parmentiera aculeata</i> | 4 | <i>Pithecellobium lanceolatum</i> | 48 | <i>Stemmadenia donnell-smithii</i> | 16 | <i>Tabebuia rosea</i> | 4 | <i>Acacia farnesiana</i> | 63 | <i>Lasiacis divaricata</i> | 684 | <i>Mimosa dormiens</i> | 171 | <i>Mimosa polyantha</i> | 16 | <p>Recuperar la cubierta forestal en conjunto con las actividades de reubicación de especies.</p> <p>Establecer una cobertura vegetal que sirva de protección al suelo ante los agentes erosivos.</p> |  |
| Especie | Cantidad | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Coccoloba barbadensis</i> | 1,266 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Guazuma ulmifolia</i> | 1,211 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Pithecellobium lanceolatum</i> | 1,130 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TOTAL | 3,607 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| NOMBRE CIENTÍFICO | CANTIDAD | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Acacia cornigera</i> | 94 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Coccoloba barbadensis</i> | 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Cordia megalantha</i> | 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Daphnopsis americana</i> | 13 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Ehretia tinifolia</i> | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Gliricidia sepium</i> | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Guazuma ulmifolia</i> | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Parmentiera aculeata</i> | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Pithecellobium lanceolatum</i> | 48 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Stemmadenia donnell-smithii</i> | 16 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Tabebuia rosea</i> | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Acacia farnesiana</i> | 63 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Lasiacis divaricata</i> | 684 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Mimosa dormiens</i> | 171 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Mimosa polyantha</i> | 16 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | <table border="1"> <tr> <td><i>Paullinia fuscescens</i></td> <td align="right">78</td> </tr> <tr> <td><i>Prunus serotina var. Capuli</i></td> <td align="right">125</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td align="right">1,345</td> </tr> </table> <p>Y los 48 individuos de especies por medio de esquejes o planta de vivero, de las especies:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>NOMBRE CIENTÍFICO</th> <th>CANTIDAD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Gliricidia sepium</td> <td align="right">24</td> </tr> <tr> <td>Xylosma panamensis</td> <td align="right">24</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td align="right">48</td> </tr> </tbody> </table> | <i>Paullinia fuscescens</i> | 78 | <i>Prunus serotina var. Capuli</i> | 125 | TOTAL | 1,345 | NOMBRE CIENTÍFICO | CANTIDAD | Gliricidia sepium | 24 | Xylosma panamensis | 24 | TOTAL | 48 | | |
|------------------------------------|---|-----------------------------|----|------------------------------------|-----|--------------|--------------|-------------------|----------|-------------------|----|--------------------|----|--------------|-----------|--|--|
| <i>Paullinia fuscescens</i> | 78 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Prunus serotina var. Capuli</i> | 125 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TOTAL | 1,345 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| NOMBRE CIENTÍFICO | CANTIDAD | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Gliricidia sepium | 24 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Xylosma panamensis | 24 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TOTAL | 48 | | | | | | | | | | | | | | | | |

VII.3.2. AGUA

En la siguiente tabla se presentan los valores de infiltración del agua en condiciones actuales y una vez realizado el proyecto.



Tabla 42. Valores de la infiltración con proyecto, sin proyecto y con obras de mitigación.

| INFILTRACIÓN ACTUAL (M ³) | INFILTRACIÓN CON PROYECTO (M ³) | DIFERENCIA (M ³) |
|--|--|---------------------------------|
| 50,159 | 46,856 | 3,303 |

La cantidad de agua que se infiltra una vez realizado el proyecto es de 46,856 m³, teniendo una diferencia de 3,303 m³ del de la infiltración actual (50,159 m³)

A continuación, se presenta el escenario esperado con la implementación de las obras de captación de agua, lo cual se describe a detalle en el **Programa de conservación y restauración de suelo y agua**. Paralelamente se propone un Programa de Reforestación con el cual se promoverá un incremento en la cobertura de vegetal que permitirá una mayor capacidad de captación de agua en el suelo.



Tabla 43. Escenario ambiental esperado para el componente agua una vez aplicado las medidas de mitigación.

| PROGRAMA DE MITIGACIÓN | PARTICULARIDADES | ESCENARIO ESPERADO CON LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN | |
|---|---|--|--|
| <p>Programa de conservación de obras de suelo y agua (ANEXO "11.36").</p> | <p>Se construirán 5,000 terrazas individuales.</p> | <p>Captar la cantidad de agua que se dejará de perder por la remoción de la vegetación.</p> <p>Reducir el escurrimiento superficial en el área propuesta para la ejecución de las obras.</p> |  |
| <p>Programa de reforestación del predio de compensación adicional (ANEXO "11.34")</p> | <p>Se reforestará una cantidad de 5,000 a plantas con especies nativas de la región, en una superficie de 4.5 ha; el número total de la reforestación corresponde a 3,607 individuos obtenidos de viveros, 1,345 obtenidos del rescate y 48 de esquejes o de vivero.</p> | <p>Establecer una cobertura forestal que contribuya en el aumento de la infiltración y reducción del escurrimiento superficial.</p> |  |

VII.3.3. FLORA

El área del proyecto se conforma por **10.146 ha**, sin embargo, únicamente en una superficie de **4.485 ha** se realizará remoción de la cubierta forestal, por lo que para compensar esta superficie removida y reducir los daños ocasionados por la remoción, se propone realizar las medidas de prevención y de mitigación. En este caso se propone la realización de un programa de reforestación en una superficie de 4.5 hectáreas y el rescate y reubicación de flora.



Tabla 44. Escenario ambiental esperado para el componente flora con la implementación de las medidas de mitigación.

| PROGRAMA DE MITIGACIÓN | PARTICULARIDADES | ESCENARIO ESPERADO CON LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN | |
|---|--|---|--|
| <p>Programa de reforestación del predio de compensación adicional (ANEXO "11.34").</p> | <p>Se reforestará una cantidad de 5,000 plantas con especies nativas de la región, en una superficie de 4.5 ha; de la cantidad de individuos para la reforestación, 3,607 serán obtenidos de viveros, 1,345 provenientes del rescate y 48 de esquejes o de viveros.</p> | <p>Establecer la vegetación y el incremento de la cobertura vegetal afectada por el desarrollo del presente proyecto.</p> <p>Mantener una composición similar de la vegetación que será afectada reforestando con especies de mayor valor de importancia.</p> |  |
| <p>Programa de Rescate y Reubicación de Flora (ANEXO "11.32")</p> | <p>Se rescatarán y se reubicarán un total de 1,393 individuos, de los cuales, 1,345 corresponden a individuos rescatados con altura menores o iguales de 1.5 m y 48 se rescatarán por medio de esquejes o de plantas de vivero. El total de estos individuos serán establecidos y contabilizados dentro del programa de reforestación.</p> | <p>Conservar las especies de mayor importancia dentro del área del proyecto.</p> |  |

VII.3.4. FAUNA

La remoción de la vegetación afectara al componente fauna, principalmente con la disminución de la disposición de refugios y lugares de nidificación, así como la reducción de las fuentes de alimento, no obstante, se espera que con las actividades de ahuyentamiento, rescate y reubicación de los ejemplares, estas se adapten al nuevo sitio de reubicación.

Tabla 45. Escenario ambiental esperado para el componente fauna con la implementación de las medidas de mitigación.

| PROGRAMA DE MITIGACIÓN | PARTICULARIDADES | ESCENARIO ESPERADO CON LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN | |
|--|---|---|--|
| <p>Programa de Rescate y Reubicación de Fauna (ANEXO "11.33")</p> | <p>Se rescatarán los nidos y se desalojarán madrigueras que se localicen en el área del proyecto.</p> <p>Se rescatarán y reubicarán todos los individuos que se registren en el área del proyecto., dando especial atención a las que están enlistadas en la especie enlistada en la NOM-059-SEMERNAT-2010.</p> <p>Se ahuyentarán las especies con la finalidad de que estos se alejen por sus propios medios.</p> | <p>Adaptación de las especies en los sitios de reubicación.</p> <p>Conservación de las especies de los tres grupos faunísticos registrados en el área del proyecto.</p> |  |
| <p>Programa de reforestación del predio de compensación adicional (ANEXO "11.34")</p> | <p>Se reforestará una cantidad total de 5,000 plantas con especies nativas de la región, en una superficie de 4.5 ha, de las cuales 3,607 pertenecerán a plantas de vivero, 1,345 de individuos provenientes del rescate y 48 de esquejes o de vivero.</p> | <p>Establecer una cobertura forestal mayor a la que será afectada con la remoción de la vegetación, esperando que en determinado tiempo estas áreas sirvan como sitios de refugio y anidación, así como la existencia de fuentes de alimento.</p> |  |

VII.4. PRONÓSTICO AMBIENTAL

El pronóstico ambiental esperado para el escenario con proyecto y una vez implementada las medidas de prevención, mitigación y compensación, en general las condiciones de los componentes suelo, agua, flora, fauna y aire no serán afectadas.

Las condiciones de la vegetación forestal se mantendrán, ya que serán rescatadas y reubicadas especies representativas en condiciones similares, manteniendo una composición florística similar a los tipos de vegetación existentes. Mediante las actividades de reforestación la cobertura forestal será recuperada en una superficie mayor a la que será afectada con la remoción de la vegetación.

No habrá afectación de la fauna alada, ya que estas se rescatarán y reubicarán en las zonas similares del proyecto, dándole prioridad a las especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 así como las de lento desplazamiento. Los nidos no se verán afectados ya que se reubicarán, así mismo se realizará el desalojo de madrigueras.

El nivel de erosión del suelo permanecerá en nivel ligero, la infiltración del agua no se reducirá y no habrá mayor escurrimiento ya que se mitigarán mediante la implementación de la reforestación y de las obras de conservación de suelo y agua.

No habrá contaminación del suelo y agua ya que se realizará el manejo adecuado de los diferentes residuos que se generen durante las actividades del proyecto, así como el mantenimiento preventivo a la maquinaria utilizada.

De manera general, el sistema ambiental regional presentará mejores condiciones en áreas susceptibles a la degradación; área desprovista de vegetación, donde serán implementadas las obras de conservación y restauración de suelo y agua, así como las actividades de reforestación, el desarrollo de esta cobertura brindará mayor protección al suelo reduciendo la tasa de erosión, el escurrimiento superficial y aumentando la infiltración del agua.

VII.5. EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

Existen ciertos factores importantes a considerar para la selección del sitio del proyecto, principalmente factores ambientales, técnicos y socio económicos. Se realizó un análisis de 3 alternativas para la ubicación del proyecto, las cuales se ubican en la siguiente figura.

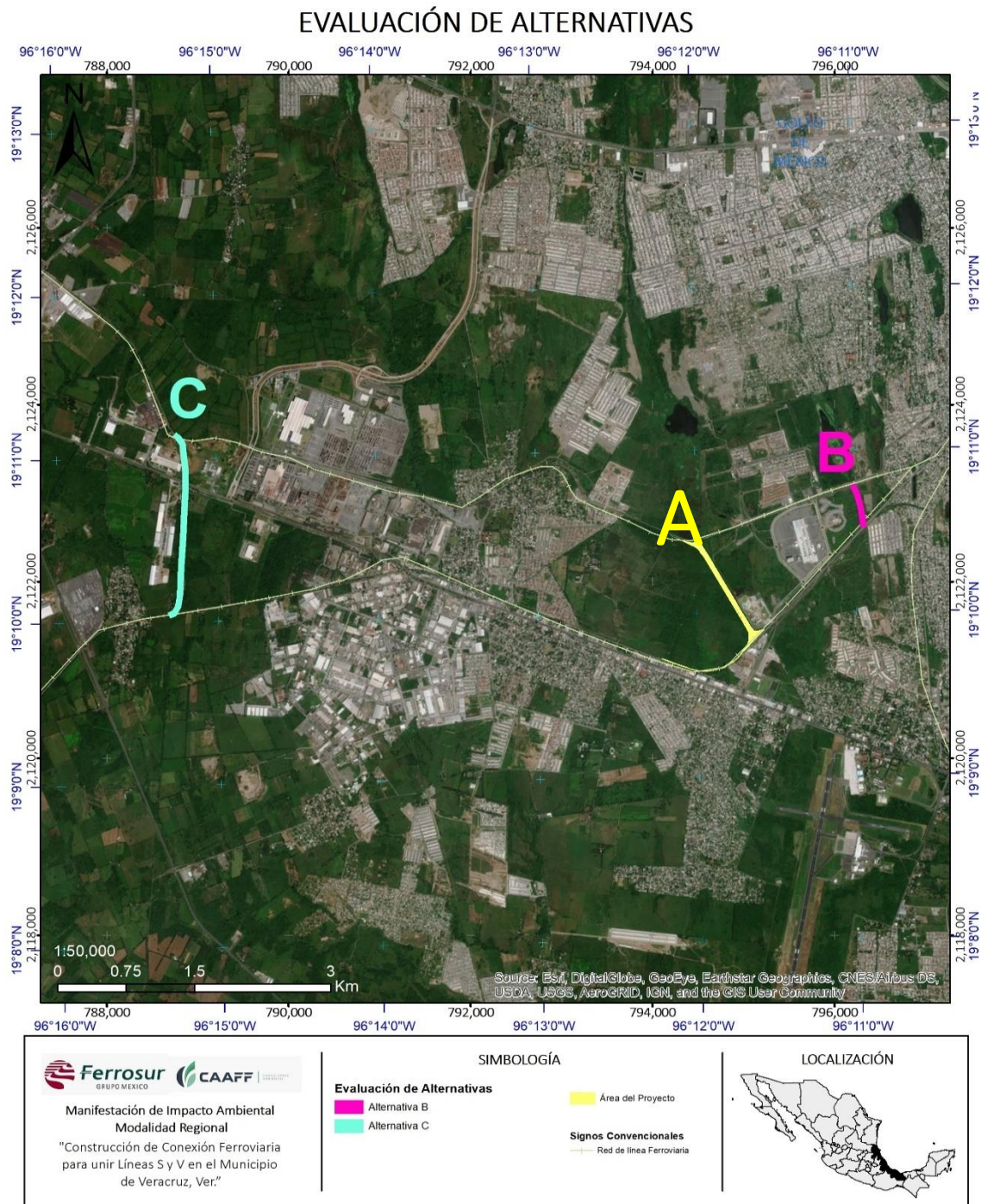


Figura 1. Localización de alternativas.

La **alternativa B**, consta de una línea con una longitud de 499.12 metros, si bien es una opción que impactaría menos superficie, esta estaría muy cercana a la mancha urbana, y específicamente crearía conflictos vehiculares con la plaza comercial y el hospital que se encuentran cercanos. Además de omitir la obra complementaria de obras de rectificación y encauzamiento de descarga pluvial. Por todo lo anterior se descarta esta alternativa de ubicación.

La **alternativa C**, consta de una línea con una longitud de 2138.11 metros, esta opción representaría un impacto de superficie mayor, además de crear un conflicto con la Carretera federal 140 Xalapa-Veracruz, lo que ocasionaría construir un paso o puente elevado para impedir que el tren ocasionara un cece del tráfico en la intersección. Y tampoco permitiría la construcción de la obra complementaria de obras de rectificación y encauzamiento de descarga pluvial. Por todo lo anterior se descarta esta alternativa de ubicación.

La mejor alternativa evaluada fue la alternativa A, bajo los siguientes criterios:

VII.5.1. CRITERIOS AMBIENTALES

- Evitar la generación de efecto barrera adicional. El proyecto se ubicó entre el límite del predio de la UV con el Parque acuático Inbursa, con el fin de que no representara un efecto barrera adicional en la zona, evitando la fragmentación del polígono el cual es un agostadero.
- Menor afectación al medio. En virtud de que se busca la menor afectación al medio, un criterio fundamental para elegir la ubicación del proyecto fue evitar mayores impactos, por lo que se eligió una ruta que no requiriera de la apertura de vías de acceso para el tránsito de camiones de carga con los que se realizará el transporte de los materiales necesarios para la construcción de las líneas eléctricas, así como la supervisión de estas, lo que representaría una mayor remoción de vegetación. Por lo que, se optó por una ruta cercana a los caminos existentes.
- Ausencia de restricciones ambientales. El proyecto puede ser considerado como una actividad compatible con el objetivo de Mejorar y preservar el medio ambiente en el entorno ecológico urbano del Programa de Ordenamiento Urbano de la Zona conurbana Boca del Río-Medellín-Alvarado, Veracruz, ya que no representa un incumplimiento de sus lineamientos y estrategias. Además, tienen relación con lo establecido en el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) UAB 75, en las estrategias 28 y 29 del Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana, siendo la primera de estas "Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico" y la segunda "Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional".

Así mismo, se proponen acciones de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna y rescate y reubicación de flora, construcción de obras de conservación de suelo y agua, reforestación, así como un programa de vigilancia para que estas acciones se lleven a cabo.

VII.5.2. CRITERIOS TÉCNICOS

- Ingeniería del proyecto. De acuerdo con el diseño e ingeniería del proyecto, las características topográficas presentes permiten el trazo, la construcción y mantenimiento del proyecto.
- Características físicas del proyecto. El tipo de suelo y la geología del terreno no limitan el establecimiento del proyecto.

VII.5.3. CRITERIOS SOCIOECONÓMICOS

- Aliviara el tráfico ferroviario presente en la ciudad.
- Beneficio a predios adyacentes al proyecto por reducción de afectaciones presentes de inundaciones.
- El proyecto generara beneficios económicos en el sector ferroviario.
- De manera indirecta habra generación de empleos, y desarrollo económico en la región.
- Por su parte beneficia al sector salud ya que la acumulación de aguas negras por un saneamiento deficiente puede generar enfermedades (OMS, https://www.who.int/water_sanitation_health/mdg1/es/, consultado el 04/06/2020), que con la construcción de las obras de encauzamiento se pueden prevenir.

Tomando en cuenta los diferentes criterios ambientales, técnicos y socioeconómicos, se considera que la **alternativa A** del proyecto, justifica la necesidad y viabilidad de desarrollarlo en el terreno seleccionado, dejando de lado, cualquier otra alternativa para su ubicación.

VII.6. CONCLUSIONES

El puerto de Veracruz es uno de los principales del país, mantiene una conexión directa con los puertos ubicados en la costa este de Estados Unidos de Norteamérica y Canadá, también es puerta de entrada para las mercancías marítimas que llegan desde el oeste de Europa, así como con Centro y Sudamérica. En total, incluyendo las conexiones que mantiene a través de líneas regulares con África, Asia y Oceanía, el Puerto de Veracruz se conecta con más de 150 puertos a través de 27 líneas navieras y 54 rutas marítimas que proporcionan 37 servicios regulares (Administración Portuaria Integral de Veracruz, 2017)¹.

Para atender sus mercados relevantes, el Puerto de Veracruz cuenta con dos sistemas carreteros y ferroviarios, se sirve las de las empresas Ferrosur, S.A. de C.V. y KCSM para conectarse con el resto del país, Ferrosur, S.A. de C.V. hoy ya es filial de Ferromex, S.A. de C.V., por lo que considerando la unión de estas empresas significa mayor alcance ferroviario, la conectividad del Puerto de Veracruz vía ferrocarril se ha extendido (*ibíd*).

¹Programa Maestro de Desarrollo Portuaria del Puerto de Veracruz 2016-2021, <http://www.puertodeveracruz.com.mx/wp-content/uploads/2017/10/PMDP-2016-2021.pdf>

Sin embargo, la capacidad instalada en el puerto está siendo rebasada debido al dinamismo que se presenta en el mercado que abastece este importante puerto, principalmente el europeo y Estados Unidos de Norteamérica. Por tal motivo el Gobierno Federal ha iniciado el proceso de construcción de la ampliación del puerto denominándolo como "Nuevo Puerto de Veracruz"², incluso catalogada como la obra de infraestructura más importante en los últimos años en el sector portuario de México³.

Como parte de los análisis realizados para la elaboración de esta ampliación del Puerto de Veracruz, se realizó un análisis FODA "Fortalezas – Oportunidades – Debilidades – Amenazas", y se concluyó que el desalojo de mercancías del recinto portuario se realiza de manera lenta, por lo que se consideró la construcción de un libramiento ferroviario, el cual representaría una alternativa de salida de mercancías, agilizando las labores y actividades del recinto, es por ello que se planea la realización del Libramiento Ferroviario del Puerto de Veracruz.

Si bien, este proyecto no corresponde estrictamente a la ruta del Libramiento Ferroviario del Puerto de Veracruz, si comparte la estrategia de **agilización de labores y actividades del recinto**, puesto que permitirá que parte de los trenes retornen antes de llegar al mismo y eviten conflictos viales y de ocupación en el recinto y zona urbana de la ciudad.

Además de la construcción de la conexión de las líneas S y V, el proyecto considera la rectificación y encauzamiento de descarga pluvial del área, y con esto se evitarán las inundaciones en el área, además de permitir la separación de agua pluvial y aguas negras en la zona, lo cual tendrá un impacto directo y positivo sobre la salud pública.

Estas obras de rectificación y encauzamiento de descarga pluvial atañen a lo planificado en el *Programa Parcial de Desarrollo Estratégico de Gran Visión del Surponiente de la Zona Conurbada Veracruz*, ya que a través de los Proyectos Ejecutivos de las Obras de Interconexión y/o descargas de los Sistemas Lagunarios del Municipio de Veracruz, específicamente en el proyecto ejecutivo del Sistema Lagunario Río Medio, en el cual se describe la factibilidad técnica para la rectificación del canal Río Medio.

Considerando que la naturaleza principal del proyecto es la conexión de líneas férreas, este se encuadra en lo estipulado en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), en lo señalado en el Artículo 28 fracción I, correspondiente a Vías Generales de Comunicación y en el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y protección al Ambiente en materia de Impacto Ambiental, en lo señalado en el Artículo 5, inciso B.

² <https://www.puertodeveracruz.com.mx/wordpress/nuevo-puerto-de-veracruz/>

³ <https://obras.expansion.mx/construccion/2019/07/16/modernizacion-del-nuevo-puerto-de-veracruz-finalista-obra-del-ano-2019>

Por lo tanto, la presente Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional se aboca a evaluar los impactos que podrán generar las diferentes actividades proyectadas durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación y mantenimiento del proyecto.

Tomando en cuenta esta evaluación, los factores afectados son agua, flora, suelo, fauna y paisaje, que cuentan con valores de impactos negativos de nivel Moderado (con valores más altos). El paisaje se verá afectado por la total remoción de cobertura vegetal e introducción de elementos antropogénicos dentro del área del proyecto. Para el caso del factor flora se presentan impactos significativos en el desmonte (por la disminución de diversidad de especies y disminución de la cobertura forestal), para lo cual se implementarán medidas de mitigación de rescate de especies florísticas y reforestación. El suelo y el agua son otros de los componentes que sufrirán algunos impactos negativos de moderados, su mayor impacto se presenta en la etapa de desmonte y despalle ya que se verá incrementada la erosión del suelo y se reducirá la capacidad de infiltración de agua, para lo cual se ejecutará un programa de conservación de suelo y agua. La fauna también tiene un impacto moderado, este componente ambiental se verá afectado en el desmonte de la vegetación, debido a la pérdida de fuentes de alimento y refugio (hábitat), no obstante, se realizará el programa de ahuyentamiento y reubicación de fauna que contempla rescatar y reubicar a la fauna presente en las diferentes etapas del proyecto.

Los impactos positivos con valores moderados se encuentran en los factores aire y socioeconómico. Ya que con la realización del proyecto se verán reducidas las emisiones de gases de efecto invernadero, debido a que con la conexión ferroviaria los trenes que necesitan cambiar de línea entre la S y V no tienen que ir hasta el patio de maniobras de la ciudad de Veracruz ubicado en la colonia centro. Por su parte la sociedad se verá beneficiada con la generación de empleos teniendo un aumento en el desarrollo económico de la región. Además, se obtendrá un beneficio en cuestiones sanitarias para la población cercana, con la reducción de aguas negras estancadas.

Como impactos residuales se encuentran en el componente de paisaje, aire y agua, ya que se seguirán presentando impactos por la emisión de gases producto de la combustión, por la compactación de las terracerías y en el paisaje por la pérdida de la cobertura vegetal original y la presencia de elementos antropogénicos durante su operación.

Descrito lo anterior, la etapa más crítica de la perturbación generada por las actividades de la obra corresponderá a las etapas de preparación del sitio y construcción, no obstante, esta solo se desarrollará en un periodo aproximado de 12 meses, además de que durante y posteriormente de este periodo se llevarán a cabo medidas de prevención y mitigación ambiental, las cuales permitirán que las condiciones ambientales sean amortizadas, y que en el mejor de los casos, mejoren las condiciones ambientales que las que presenta en la actualidad, generando así una interacción equilibrada entre los elementos del Sistema Ambiental Regional y las modificaciones que implica este proyecto.

A grandes rasgos, los anteriores puntos permiten contextualizar que el área donde se desarrollarán las actividades de la obra ya presenta evidencia de perturbación humana, que es escasa la presencia de elementos bióticos originales por lo que la capacidad de carga del área no sufrirá cambios importantes. Por lo tanto, tras la evaluación realizada de los impactos ambientales, y la aplicación de las medidas propuestas, la ejecución del presente proyecto no alterará la integridad funcional del ecosistema en donde se sitúa.

En resumen, se determina que el desarrollo del proyecto "*Construcción de Conexión Ferroviaria para unir Líneas S y V en el Municipio de Veracruz, Ver.*" impactará de forma negativa algunos componentes ambientales (algunos de manera temporal) con extensión localizada dentro de los límites del proyecto. Sin embargo, las actividades de prevención, mitigación y adaptación al cambio climático, harán que estos impactos negativos no sean representativos, además, el desarrollo del proyecto también tendrá impactos positivos socioeconómicos y de salud pública.

El proyecto descrito en el presente estudio no tendrá influencia negativa severa o crítica que ponga en peligro al medio ambiente. Se tendrá un efecto positivo para el desarrollo económico y social de la región; por lo que se puede concluir, con base en el análisis y los resultados obtenidos de la metodología de impacto ambiental que el **proyecto es ambientalmente viable**, si se cumplen todas las medidas de prevención y mitigación descritas.

Capítulo VIII

CONTENIDO

| | |
|---|----|
| VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL | 1 |
| VIII.1. FORMATO DE PRESENTACIÓN | 1 |
| VIII.1.1. ANEXOS..... | 1 |
| VIII.1.2. METODOLOGÍA USADA PARA EL CÁLCULO DE EROSIÓN HÍDRICA..... | 2 |
| VIII.1.3. METODOLOGÍA USADA PARA EL CÁLCULO DE EROSIÓN EÓLICA..... | 7 |
| VIII.1.4. METODOLOGÍA USADA PARA EL CÁLCULO DE INFILTRACIÓN | 8 |
| VIII.1.5. MUESTREO DE FLORA | 10 |
| VIII.1.6. MUESTREO DE FAUNA | 12 |
| VIII.1.7. CÁLCULO DEL ÍNDICE DE BIODIVERSIDAD Y EQUIDAD DE ESPECIES | 14 |
| VIII.1.8. EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES..... | 16 |
| VIII.2. GLOSARIO DE TÉRMINOS..... | 18 |
| VIII.3. FUENTES CONSULTADAS | 23 |
| VIII.3.1. CONSULTAS BIBLIOGRÁFICAS | 23 |
| VIII.3.2. CONSULTAS EN LÍNEA..... | 34 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| TABLA 1. ANEXOS CONTENIDOS EN EL PRESENTE ESTUDIO..... | 1 |
| TABLA 2. CAPAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA IMPLEMENTAR LA RUSLE..... | 2 |
| TABLA 3. ECUACIONES DE EROSIVIDAD DE LA LLUVIA PARA LAS DIFERENTES REGIONES DE MÉXICO. | 3 |
| TABLA 4. VALORES DE C PARA ÁREAS FORESTALES (TRAGSA, 1998)..... | 6 |
| TABLA 5. VALORES DE C PARA PASTIZALES, MATORRAL Y ARBUSTOS (TRAGSA, 1998)..... | 6 |
| TABLA 6. RESULTADOS DEL MODELO DE AJUSTE DE CLENCH PARA LAS CURVAS DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES..... | 12 |
| TABLA 7. ESCALA DE EVALUACIÓN UTILIZADA EN LA MATRIZ DE DOBLE ENTRADA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES..... | 17 |
| TABLA 8. CRITERIOS QUE COMPONEN LA MATRIZ DE IMPORTANCIA..... | 17 |
| TABLA 9. CLASIFICACIÓN DE VALORES DE IMPORTANCIA..... | 18 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| FIGURA 1. REGIONES DE MÉXICO DONDE APLICAN LAS ECUACIONES DE EROSIVIDAD..... | 3 |
| FIGURA 2. FORMA Y TAMAÑO DE LOS SITIOS LEVANTADOS..... | 10 |
| FIGURA 3. DIAGRAMA DE UN TRANSECTO EN FRANJA. EL LARGO (L = 50 M) Y ANCHO (2W = 20 M) SON ESTABLECIDOS DESDE EL INICIO DEL MUESTREO. LOS O REPRESENTAN LOS ANIMALES QUE NO SE DEBEN CONTAR; MIENTRAS QUE LOS * SON LOS ANIMALES QUE SE DEBEN CONTAR..... | 13 |

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.

VIII.1. FORMATO DE PRESENTACIÓN

VIII.1.1. ANEXOS

Tabla 1. Anexos contenidos en el presente estudio.

| ANEXOS DE MIA-R | | | |
|---|---|--|-------|
| CAPÍTULO | CONTENIDO | NO. DE ANEXO | |
| 1 | UBICACIÓN DEL ÁREA DEL PROYECTO | 11.1 | |
| 2 | LIBRO FERROCARRILES NACIONALES DE MÉXICO | 11.2 | |
| | CUADRO DE ESTACIONES | 11.3 | |
| 4 | MAPA DE ÁREA DE ESTUDIO | 11.4 | |
| | COORDENADAS SAR-AIP-AP (FORMATO EXCEL) | 11.5 | |
| | POLÍGONOS DEL ÁREA DEL PROYECTO, ÁREA DE INFLUENCIA Y SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (FORMATO .SHP) | 11.6 | |
| | MAPA DE CLIMA | 11.7 | |
| | MAPA DE GEOLOGÍA | 11.8 | |
| | MAPA DE TIPO DE SUELO | 11.9 | |
| | CÁLCULO DE EROSIÓN HÍDRICA SAR | 11.1 | |
| | CÁLCULO DE EROSIÓN HÍDRICA AP | 11.11 | |
| | CÁLCULO DE EROSIÓN EÓLICA SAR | 11.12 | |
| | CÁLCULO DE EROSIÓN EÓLICA AP | 11.13 | |
| | MAPA DE HIDROLOGÍA SUPERFICIAL | 11.14 | |
| | CÁLCULO DE BALANCE HÍDRICO SAR | 11.15 | |
| | CÁLCULO DE BALANCE HÍDRICO AP | 11.16 | |
| | MAPA DE HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA | 11.17 | |
| | MAPA DE USOS DE SUELO Y VEGETACIÓN | 11.18 | |
| | CÁLCULOS DE FLORA SAR | 11.19 | |
| | CÁLCULOS DE FAUNA SAR | 11.2 | |
| | RESULTADOS DE ESTIMATE FAUNA SAR | 11.21 | |
| | RESULTADOS DE ESTIMATE FLORA SAR | 11.22 | |
| | MATRICES PARA LA CURVA DE ACUMULACIÓN FAUNA SAR | 11.23 | |
| | MATRICES PARA LA CURVA DE ACUMULACIÓN FLORA SAR | 11.24 | |
| | CÁLCULOS DE FLORA AP | 11.25 | |
| | CÁLCULOS DE FAUNA AP | 11.26 | |
| | RESULTADOS DE ESTIMATE FAUNA AP | 11.27 | |
| | RESULTADOS DE ESTIMATE FLORA AP | 11.28 | |
| | MATRICES PARA LA CURVA DE ACUMULACIÓN FAUNA AP | 11.29 | |
| | MATRICES PARA LA CURVA DE ACUMULACIÓN FLORA AP | 11.3 | |
| | MATRIZ DE CALIDAD AMBIENTAL | 11.31 | |
| | 5 | PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE FLORA | 11.32 |
| | | PROGRAMA DE AHUYENTAMIENTO, RESCATE Y REUBICACIÓN DE FAUNA | 11.33 |
| | | PROGRAMA DE REFORESTACIÓN DEL PREDIO DE COMPENSACIÓN ADICIONAL | 11.34 |
| ACUSE DE INGRESO DE OPINIÓN TÉCNICA A LA CONAFOR | | 11.35 | |
| PROGRAMA DE OBRAS DE CONSERVACIÓN DE SUELO Y AGUA | | 11.36 | |
| | PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS VEGETALES | 11.37 | |

| ANEXOS DE MIA-R | | |
|-----------------|---|--------------|
| CAPÍTULO | CONTENIDO | NO. DE ANEXO |
| 6 | MATRIZ CONESA | 11.38 |
| | MATRIZ LEOPOLD MODIFICADA | 11.39 |
| | CÁLCULO DE OBRAS DE CONSRVACIÓN DE SUELO Y AGUA | 11.4 |
| | PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL | 11.41 |
| | ESTUDIO TÉCNICO ECONÓMICO | 11.42 |

SAR: Sistema Ambiental Regional, AIP: Área de influencia del proyecto, AP: Área del proyecto.

VIII.1.2. METODOLOGÍA USADA PARA EL CÁLCULO DE EROSIÓN HÍDRICA

Para el cálculo de la erosión hídrica se usó la Ecuación Universal de Pérdida del Suelo (EUPS), desarrollada por Wischmeier y Smith, 1978, la cual se muestra a continuación:

$$A = RKLSCP$$

Donde:

- A= Pérdida de suelo (ton/ha/año).
- R= Erosividad de la lluvia (MJ mm/ha hr año).
- K= Erosionabilidad del suelo (ton/hr/Mj mm).
- L= Factor por longitud de pendiente (adimensional).
- S= Factor por grado de pendiente (adimensional).
- C= Factor por cubierta vegetal (adimensional).
- P = Factor por prácticas de manejo (adimensional).

Como ya se observó, en la ecuación de consideran los factores R, K, L, S y C, los cuales fueron procesados de acuerdo a las características del área de estudio. Esto se llevó a cabo mediante el manejo y procesamiento de capas de información geográfica.

Las capas de información geográfica usadas provienen del INEGI escala 1: 250,000 a excepción del Modelo Digital de Elevación (MDE) el cual es escala 1: 50,000 (tabla 2).

Tabla 2. Capas de información geográfica para implementar la RUSLE.

| CAPA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA | FACTOR |
|--|--------|
| Capa del valor especificado del factor R | R |
| Tipos de suelo | K |
| (MDE) | L, S |
| Uso de suelo y vegetación | C |

A continuación, se describe cada uno de los factores que componen a la EUPS.

* *R= Erosividad de la lluvia*

La erosividad de la lluvia se refiere a la habilidad o agresividad de la lluvia para producir erosión; es decir, la energía cinética de la lluvia necesaria para remover y transportar las partículas del suelo. Cuando la precipitación excede la capacidad de infiltración, se presenta el escurrimiento superficial, el cual también tiene la habilidad de remover y de transportar las partículas del suelo.

Cortés (1991), propone 14 modelos de regresión (ecuaciones) a partir de datos de precipitación media anual para estimar el valor de R de la EUPS (tabla 3).

Tabla 3. Ecuaciones de erosividad de la lluvia para las diferentes regiones de México.

| REGIÓN | ECUACIONES | R ² |
|--------|-----------------------------|----------------|
| 1 | $Y= 1.20785x + 0.002276x^2$ | 0.92 |
| 2 | $Y= 3.45552x + 0.006470x^2$ | 0.93 |
| 3 | $Y=3.67516x - 0.001720x^2$ | 0.94 |
| 4 | $Y=2.89594x + 0.002983x^2$ | 0.92 |
| 5 | $Y=3.48801x - 0.000188x^2$ | 0.94 |
| 6 | $Y=6.68471x + 0.001680x^2$ | 0.90 |
| 7 | $Y=0.03338x + 0.006661x^2$ | 0.98 |
| 8 | $Y=1.99671x +0.003270x^2$ | 0.98 |
| 9 | $Y=7.04579x - 0.002096x^2$ | 0.97 |
| 10 | $Y=6.89375x + 0.000442x^2$ | 0.95 |
| 11 | $Y=3.77448x + 0.004540x^2$ | 0.98 |
| 12 | $Y=2.46190x + 0.006067x^2$ | 0.96 |
| 13 | $Y=10.74273x - 0.001008x^2$ | 0.97 |
| 14 | $Y=1.50046x +0.002640x^2$ | 0.95 |

Fuente: Cortes, 1991.



Figura 1. Regiones de México donde aplican las ecuaciones de erosividad.

Tomando en cuenta la ecuación de erosividad de la lluvia de acuerdo con la región donde se encuentra el área de interés y una precipitación media anual del lugar, se calcula el factor R de la EUPS, utilizando la siguiente ecuación, ya que el proyecto se ubica en la región 14.

$$Y=1.50046x +0.002640x^2$$

Donde:

X= Precipitación media anual.

Con esto obtenemos el factor de erosividad de la lluvia para el área de estudio en MJ mm/ha hr.

* ***K= Erosionabilidad del suelo (ton/ha)***

La erosividad varía en función de la textura del suelo, el contenido de materia orgánica, la estructura del suelo, presencia de óxidos de fierro y aluminio, uniones electroquímicas, contenido inicial de humedad y procesos de humedecimiento y secado. Estas propiedades se relacionan entre sí, observando que el contenido de materia orgánica afecta directamente la estabilidad estructural y esta, a su vez, influye en la porosidad, así como en la retención de humedad y conductividad hidráulica del suelo.

Las principales propiedades físicas del suelo que influyen en este factor son:

Textura del suelo. Es la característica física del suelo determinada por la proporción relativa en la que se encuentran cada uno de sus componentes minerales o partículas primarias: arena, limo y arcilla. La textura influye sobre otras propiedades del suelo tales como la capacidad de almacenamiento de agua y su movimiento en el suelo; influye también en la capacidad de abastecimiento de nutrimentos y aire para las plantas y demás organismos vivos. Es uno de los factores más importantes al evaluar la erosionabilidad del suelo.

Profundidad del suelo. Se refiere a la profundidad que pueden alcanzar las raíces sin encontrar impedimentos físicos o químicos para su desarrollo. Mientras más profundo sea el suelo superficial y mayor el espesor del material disponible para las raíces de las plantas, la erosión puede ocurrir sin pérdidas irreparables en la capacidad productiva.

Estructura. Este término se refiere a la forma en la que se agrupan los diferentes componentes del suelo (arena, limo, arcilla y materia orgánica) en agregados o leds; el patrón de acomodo de los agregados y los poros del suelo definidos por la estructura, influyen sobre el movimiento del agua y la aireación del suelo. Los principales tipos de estructura son granular, laminar, prismática y blocosa.

Estabilidad de agregados. Se refiere a la capacidad que tienen los agregados de conservar su forma cuando se humedecen o son sometidos a una acción física. Cuando se disminuye el espacio poroso total, la capacidad de infiltración tiende a bajar. Porosidad. Se considera que el 50% del volumen del

suelo se encuentra ocupado por la fracción porosa, la cual, dependiendo del tamaño de los poros, esta utilizada por aire, agua disponible y microorganismos.

Compactación. Es el resultado de la alteración del espacio poroso de los suelos, provocado por el uso inadecuado de prácticas en los sistemas de producción.

Consistencia. Es la resistencia que ofrece a la deformación una masa de suelo bajo condiciones específicas de humedad. La consistencia varía según el estado de humedad, por lo que se determina con el suelo seco, húmedo y mojado.

Infiltración y permeabilidad. La infiltración es el movimiento del agua de la superficie hacia el interior del suelo. La capacidad de infiltración disminuye hasta alcanzar un valor casi constante a medida que la precipitación se prolonga y es entonces cuando empieza el escurrimiento.

Materia orgánica (MO). Los suelos sin MO son suelos pobres, susceptibles a la erosión y poco favorables para el crecimiento de las plantas.

* ***LS= Factor de longitud de la pendiente (adimensional)***

Está definida por la distancia del punto de origen del escurrimiento superficial al punto donde cambia el grado de pendiente y se determina mediante la siguiente fórmula:

$$L = [x / 22.13]^m$$

Donde:

x = longitud en metros

m = 0.5 (pendiente mayor a 5%)

m = 0.40 (pendiente entre 3% y 5%)

m = 0.30 (pendiente entre 1% y 3%)

m = 0.20 (pendiente menor a 1%)

* ***S= Factor de grado de pendiente (adimensional)***

A medida que el grado de inclinación se incrementa, las pérdidas de suelo también aumentan. En este caso se utilizará la siguiente fórmula esta presentada por Viramontes, 2012.

$$S = 13.8 \text{ sen } \theta + 0.03 (< 9\%)$$

$$S = 16.8 \text{ sen } \theta - 0.50 (\geq 9\%)$$

Los factores **L** y **S** de la ecuación universal de pérdida de suelo pueden calcularse juntos.

* *C= Factor de cubierta vegetal (adimensional)*

Es el factor más importante en el control de la erosión. La cubierta vegetal comprende a la vegetación (natural y cultivada) y los residuos de cosecha (Loredo et al., 2007). A continuación se presenta las tablas usadas para determinar el factor C.

Tabla 4. Valores de C para áreas forestales (TRAGSA, 1998)

| % DE CABIDA CUBIERTA | % DE CUBIERTA EN CONTACTO CON EL SUELO (1) | TIPO DE ORDENACIÓN (2) | |
|------------------------|--|------------------------|---------------|
| | | C | NC |
| 100 - 75 | 100 - 90 | 0.001 | 0.003 – 0.011 |
| 75 - 40 | 90 - 70 | 0.002 – 0.003 | 0.01 – 0.03 |
| 40 – 20 ⁽³⁾ | 70 - 40 | 0.003 – 0.009 | 0.03 – 0.09 |

- (1) Formada por lo menos 5 cm de restos vegetales o plantas herbáceas
- (2) C= montes con control estricto de pastoreo, NC= Montes sin control de Pastoreo
- (3) Para cubiertas en contacto con el suelo inferiores al 40 % o cabida cubierta menor del 20 %, deberá usarse los valores de la tabla 22

Para otras áreas que no corresponden a terrenos forestales arbolados o su cobertura en contacto con el suelo sea menor al 40 % se utilizó la tabla siguiente la cual da valores para pastizales, matorrales y arbustos.

Tabla 5. Valores de C para pastizales, matorral y arbustos (TRAGSA, 1998)

| CUBIERTA VEGETAL | | | CUBIERTA EN CONTACTO CON EL SUELO | | | | | |
|---|---------------|------|-------------------------------------|------|-------|-------|-------|--------|
| TIPO Y ALTURA DE LA CUBIERTA | RECUBRIMIENTO | TIPO | PORCENTAJE DE CUBRIMIENTO DEL SUELO | | | | | |
| | 2 | 3 | 0 | 20 | 40 | 60 | 80 | 95-100 |
| COLUMNA N.º: | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Cubierta inapreciable | | G | 0.45 | 0.2 | 0.1 | 0.042 | 0.013 | 0.003 |
| | | W | 0.45 | 0.24 | 0.15 | 0.09 | 0.043 | 0.011 |
| Plantas Herbáceas y matorrales (0.5m) | 25 | G | 0.36 | 0.17 | 0.9 | 0.038 | 0.012 | 0.003 |
| | | W | 0.36 | 0.2 | 0.13 | 0.082 | 0.041 | 0.011 |
| | 50 | G | 0.26 | 0.13 | 0.07 | 0.035 | 0.012 | 0.003 |
| | | W | 0.26 | 0.16 | 0.11 | 0.075 | 0.039 | 0.011 |
| | 75 | G | 0.17 | 0.1 | 0.06 | 0.031 | 0.011 | 0.003 |
| | | W | 0.17 | 0.12 | 0.09 | 0.067 | 0.038 | 0.011 |
| Matorral (2m) | 25 | G | 0.4 | 0.18 | 0.09 | 0.04 | 0.013 | 0.003 |
| | | W | 0.4 | 0.22 | 0.14 | 0.085 | 0.042 | 0.11 |
| | 50 | G | 0.34 | 0.16 | 0.085 | 0.038 | 0.012 | 0.003 |
| | | W | 0.34 | 0.19 | 0.08 | 0.036 | 0.012 | 0.003 |
| | 75 | G | 0.28 | 0.14 | 0.08 | 0.036 | 0.012 | 0.003 |
| | | W | 0.28 | 0.17 | 0.12 | 0.077 | 0.04 | 0.011 |
| Arbolado sin matorral pequeño Apreciable (4m) | 25 | G | 0.42 | 0.19 | 0.1 | 0.041 | 0.013 | 0.003 |
| | | W | 0.42 | 0.23 | 0.14 | 0.087 | 0.042 | 0.011 |
| | 50 | G | 0.39 | 0.18 | 0.09 | 0.04 | 0.013 | 0.003 |
| | | W | 0.39 | 0.21 | 0.14 | 0.085 | 0.042 | 0.011 |
| | 75 | G | 0.36 | 0.17 | 0.09 | 0.039 | 0.012 | 0.003 |
| | | W | 0.36 | 0.2 | 0.13 | 0.083 | 0.041 | 0.011 |

G: cubierta en contacto con el suelo formada por pastizal con al menos 5cm de humus

W: ídem. por plantas herbáceas con restos vegetales sin descomponer.

* ***P= Factor por prácticas de manejo (adimensional)***

Es un factor atenuante en el proceso erosivo. En la EUPS el valor de P varia de 0 a 1 (el valor de 1 es cuando no se tienen obras de conservación de suelos). Cabe mencionar que este factor es adimensional como en el caso de los factores L, S y C de la EUPS.

VIII.1.3. METODOLOGÍA USADA PARA EL CÁLCULO DE EROSIÓN EÓLICA

La predicción de la pérdida de suelo por efecto de la erosión eólica se evaluó utilizando una ecuación paramétrica, la cual fue utilizada por Torres et al., 2003, en su trabajo realizado en la cuenca "El Josefino", Jesús María, Jalisco, misma que se presenta a continuación:

$$Pee = f(C^1, S, T, V)$$

Donde:

Pee = Pérdida de suelo por erosión eólica (ton/ha/año)

C¹ = índice de agresividad del viento.

S = índice de erosionabilidad del suelo

T = índice topográfico

V = índice de vegetación.

El índice de agresividad del viento se calculó mediante el índice eólico de Chepil et al. (1963) modificado, el cual se expresa de la siguiente manera:

$$C = \frac{1}{100} \sum_1^{12} V^3 \left(\frac{ETP - P}{ETP} n \right)$$

Donde:

C¹ = Índice de agresividad del viento

V = Velocidad del viento (m s⁻¹)

ETP = Evapotranspiración potencial (mm)

P = Precipitación (mm)

n = Número de días del mes en los que hay erosión.

Los datos climáticos para el cálculo de este índice corresponden a los utilizados en el factor R de la erosión hídrica. Cabe destacar que los factores S, T y V son retomados de los factores K, LS y C de la ecuación universal de pérdida de suelo por erosión hídrica.

VIII.1.4. METODOLOGÍA USADA PARA EL CÁLCULO DE INFILTRACIÓN

Para estimar la cantidad de agua que potencialmente se infiltra en un área determinada, el manual de instrucciones de estudios hidrológicos realizado por las Naciones Unidas, proponen la siguiente ecuación para el análisis del coeficiente de infiltración aparente, que corresponde a la fracción de lluvia que aparentemente se infiltra.

De la lluvia que llega a la superficie del suelo, una fracción se infiltra, otra fracción escurre y una pequeña fracción termina evaporándose. Sin embargo, la única fracción de lluvia con potencial a infiltrarse es la que llega a la superficie del suelo.

Para estimar el volumen de infiltración en la superficie del sistema ambiental, se utilizó la fórmula siguiente:

$$\text{"Infiltración} = \text{Precipitación} - \text{Evapotranspiración} - \text{Volumen de escurrimiento"}$$

Por lo que se retomaron los resultados obtenidos para precipitación, evapotranspiración y escurrimiento presente en el sistema ambiental.

- Precipitación

Para determinar el volumen precipitado en la superficie del sistema ambiental como el área del proyecto, se utilizaron los datos de precipitación registrados en las normales climatológicas correspondiente a seis estaciones meteorológicas del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) cercanas.

- Evapotranspiración

Primero se calculó la evapotranspiración potencial (ETP), utilizando el método de Thornthwaite (1948), el cual calcula el uso consuntivo mensual de agua, como una función de las temperaturas medias mensuales a través de la siguiente fórmula;

$$ETP=16Ka (10Tj/l)^a$$

Donde:

ETP = ETP en el mes j, en mm.

Tj = Temperatura media en el mes j, en °C.

l, a = Constantes.

Ka = Factor de corrección de la duración del día de acuerdo a la latitud

16 = Constante

Determinada por el método de Blanney-Criddle, que considera el tipo de vegetación o cobertura presente en la zona, ya que cada especie tiene diferentes valores de evapotranspiración debido a los diferentes procesos fisiológicos.

Para estimar la evapotranspiración durante un ciclo vegetativo completo se empleó la fórmula:

$$E_t = K_g F$$

Donde:

E_t = Evaporación durante el ciclo vegetativos (mm).

F = Factor de temperatura y luminosidad.

K_g = Coeficiente global de desarrollo.

El factor de temperatura y luminosidad (F) se calculó de la siguiente manera.

$$F = \sum_{j=1}^n (f_i)$$

Donde:

n = número de meses que dura el ciclo vegetativo.

$f_i = P_i / (T_i + 17.8) / 21.8$

P_i = Porcentaje de horas de sol del mes i con respecto al año.

T_i = Temperatura media del mes i ° C.

17.8 y 21.8 = Constantes.

- Ecurrimiento

El escurrimiento superficial fue determinado a través del método de curvas numéricas, propuesto por el Servicio de Conservación de Suelos (SCS) de 1972, del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), y adoptado por la Comisión Nacional Forestal en 2004. El cálculo es obtenido mediante las siguientes relaciones:

$$Q = ((P - 0.2S)^2 / (P + 0.8S))$$

Donde:

Q = escurrimiento medio (mm).

P = precipitación (mm).

S = potencial máximo de retención de humedad (mm).

0.2 y 0.8 = constantes

Esta fórmula sólo es válida si $0.2S < P$, es decir, si la precipitación es mayor que la retención máxima de humedad, ya que si no se cumple esto la lluvia es retenida por el suelo y por lo tanto no escurre.

$$S = (25400/CN) - 254$$

Donde:

S = potencial máximo de retención de humedad.

CN = curva numérica o número de curva obtenida de tablas.

25400 y 254 = constantes

VIII.1.5. MUESTREO DE FLORA

La forma y el tamaño de la unidad de muestral para el estrato arbóreo, regeneración fue rectangular con un tamaño de 500 m^2 (25m de largo por 20m de ancho), para el estrato arbustivo se utilizó un sitio cuadrado de 100 m^2 (10m de largo por 10m de ancho) y para el estrato herbáceo se distribuyeron 5 cuadrantes de 1 m^2 en cada uno de los vértices y centro dentro de la unidad muestral del estrato arbustivo.

Para definir la forma y dimensiones de los sitios de muestreo de los sitios del SAR, se optó por levantar sitios de forma rectangular, en primera instancia, como ya se mencionó para que el tipo de muestreo y dimensiones de las parcelas utilizadas en el muestreo del área del proyecto correspondan a la forma y tamaño del proyecto y en segunda instancia, de acuerdo a la literatura¹, este tipo de sitios de muestreo, son recomendables para los tipos de vegetación a evaluar, por las características o formas de vida de las diferentes especies de este tipo de vegetación.

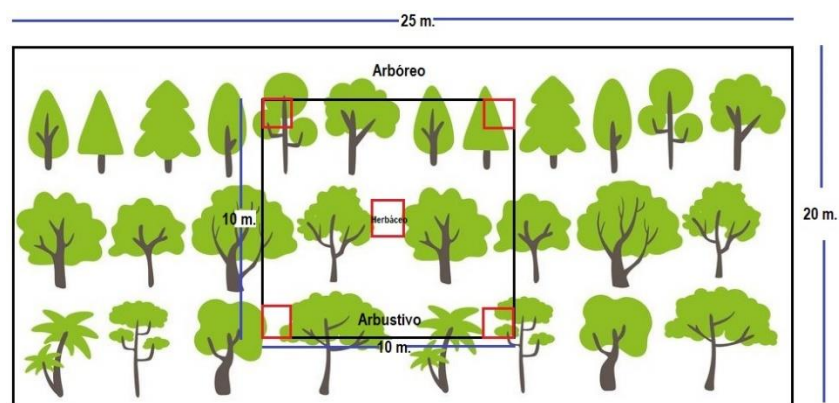


Figura 2. Forma y tamaño de los sitios levantados.

De acuerdo a lo anterior, para el muestreo de la flora, se utilizaron sitios rectangulares de 500 m^2 para identificar las especies del estrato arbóreo, a su vez se delimitó un sub-sitio de 100 metros cuadrados al centro del sitio de 500 m^2 para contabilizar las especies del estrato arbustivo,

¹ Ramírez Maldonado H. et al. 2006. Técnicas Estadísticas para Muestreo y Monitoreo de Recursos Naturales, UACH, 151

regeneración y cactáceas, además de contabilizar las especies de epífitas y especies en regeneración (individuos arbóreos de pequeñas dimensiones) y 5 subsitios de 1 m² para contabilizar las especies del estrato herbáceo, como se observa en la figura anterior.

Las dimensiones de los sitios de muestreo correspondientes al estrato herbáceo, son iguales a las utilizadas en el Inventario Nacional Forestal y de Suelos (Manual y procedimientos para el muestreo de campo, re-muestreo 2011, CONAFOR). En este mismo manual del Inventario utilizan sitios cuadrados de 10 x 10 metros para el estrato arbustivo, siendo para nuestro caso las mismas dimensiones.

Para determinar el tamaño de muestra del área del proyecto, se usó la curva de acumulación de especies, la cual representa gráficamente la forma de como las especies van apareciendo en las unidades de muestreo, o de acuerdo con el incremento en el número de individuos. Cuando una curva de acumulación es asintótica indica que, aunque se aumente el número de unidades de muestreo o de individuos censados, es decir, aumente el esfuerzo, no se incrementará el número de especies, por lo que tenemos un buen muestreo. Las especies que pueden faltar aún por encontrar serán probablemente especies localmente raras, o individuos errantes en fase de dispersión, procedentes de poblaciones estables externas a la unidad del territorio estudiada. (Halffter² & Moreno, 2000).

Las curvas de acumulación de especies requieren de un procedimiento de ajuste mediante modelos que permitan la obtención de la pendiente y la asíntota, previamente se realiza un proceso de aleatorización (100 veces) y suavizado de los datos obtenidos en campo, mediante el programa *EstimateS versión 9.1.*, aunado a la obtención de los valores de estimadores no paramétricos, tales como Chao1, Chao2, ACE, Jackknife, Bootstrap, entre otros, con objeto de poder establecer un comparativo entre la riqueza observada y la estimada. Se obtuvo las curvas de acumulación y riqueza de especies, para todos los estratos encontrados en el tipo de vegetación de selva baja caducifolia (estratos: Arbóreo, Arbustivo y Herbáceo) sin extrapolación en alguno de los estratos, para este tipo de vegetación. Lo anterior, con objeto de conocer el comportamiento de curva y establecer el momento de la asíntota de acuerdo al esfuerzo de muestreo realizado. Es importante señalar que los estratos rosetófilos, cactáceo y epífitas, presentan una riqueza de especies baja, dado que no se trata de comunidades vegetales de dominancia fisionómica en los tipos de vegetación en análisis (selva baja caducifolia y Tular).

A continuación, se presentan las curvas de acumulación de especies obtenidas para cada estrato, así como las curvas que muestran el comparativo de los valores referentes a la riqueza de especies, obtenidos mediante los modelos no paramétricos, utilizando la fórmula bias-corrected y modelo tradicional. Estas gráficas nos permiten analizar que tanto nos aproximamos a la riqueza de especies teórica.

² Moreno, C.E.&G. Halffter 2000. Assessing the completeness of bat biodiversity inventories using species accumulation curves. *J. Appl. Ecol.*, 37: 149-158.

Posteriormente, se presentan los datos obtenidos ajustados considerando el modelo exponencial negativo establecido por Soberón-Mainero & Llorente-Bousquets (1993) o el de Clench, mencionados por Ávalos-Hernández (2007³), y que a continuación se describen:

Modelo de Soberón & Llorente: $S_{(n)} = (a/b) * (1 - \exp(-b * n))$

MODELO Clench: $S_{(n)} = (a * n) / (1 + (b * n))$

Cuando el ajuste con los modelos anteriores presenta una R baja, se realiza el procedimiento anteriormente descrito, con los modelos logarítmico y asintótico, los cuales se describen a continuación:

MODELO logarítmico: $S_{(n)} = (1 / (1 - \exp(-b))) * (\text{Log}(1 + (1 - \exp(-b)) * a * n))$

MODELO asintótico: $S_{(n)} = n / (a + (b * n))$

Tabla 6. Resultados del modelo de ajuste de Clench para las curvas de acumulación de especies.

| TIPO DE VEGETACIÓN | ESTRATO | Nº DE SITIOS | PENDIENTE | BONDAD DE AJUSTE (CLENCH) | FLORA REGISTRADA (CLENCH) |
|--------------------|-----------|--------------|-----------|---------------------------|---------------------------|
| SBC | Arbóreo | 19 | 0.081 | 0.998 | 89% |
| | Arbustivo | | 0.100 | 0.997 | 87% |
| | Herbáceo | | 0.040 | 0.998 | 85% |
| VT | Arbóreo | 8 | 0 | 0 | 0 |
| | Arbustivo | | 0.032 | 0.996 | 84% |
| | Herbáceo | | 0.067 | 0.999 | 90% |

De acuerdo con el porcentaje de flora registrada, para el tipo de vegetación estudiado, concluimos que se ha logrado un inventario completo y altamente fiable. Para una mejor interpretación, en el capítulo IV, se presentan las curvas de acumulación de especies para los tipos de vegetación estudiada.

VIII.1.6. MUESTREO DE FAUNA

El método utilizado para llevar a cabo el muestreo de fauna es el llamado "muestreo en franja" que, de acuerdo a Gallina T. S. *et al*, (2011)⁴, consiste de una modificación del muestreo de cuadrante que facilita la tarea de contar todos los individuos en la unidad de muestreo (figura 3). El "cuadrante" es una faja angosta y larga en forma de rectángulo que es recorrida por el (los) observador(es) a través de la línea central, contando todos los individuos dentro de la franja muestral de anchura 2W (ancho efectivo), esto último se refiere a la anchura en ambos lados de la línea del transecto. La visibilidad

³ Ávalos Hernández, O. (2007). Bombyliidae (Insecta: Diptera) de Quilamura en el área de reserva Sierra de Huautla, Morelos, México. *Acta zoológica mexicana*, 23(1), 139-169.

⁴ Gallina S. & s. & C. López-González (editor). 2011. Manual de técnicas para el estudio de fauna. Volúmen I. Universidad Autónoma de Querétaro-Instituto de Ecología, A. C. Querétaro, México. 377 pp.

es afectada por los siguientes factores: cobertura vegetal, relieve, hora y técnica de muestreo (a pie, caballo, vehículo terrestre o aéreo).

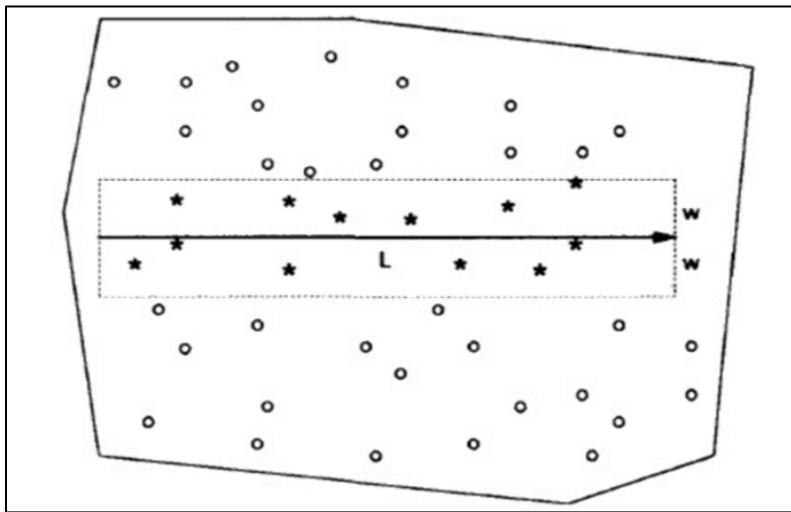


Figura 3. Diagrama de un transecto en franja. El largo ($L = 50$ m) y ancho ($2w = 20$ m) son establecidos desde el inicio del muestreo. Los O representan los animales que no se deben contar; mientras que los * son los animales que se deben contar.

Las consideraciones usadas para este tipo de muestreo son las siguientes:

Todos los individuos contenidos en el área muestreada tienen la misma probabilidad de ser detectados ($p = 1.0$). Cualquiera de los individuos está aleatoriamente distribuido sobre el área muestreada, o el transecto fue ubicado de manera aleatoria en el área.

Todos los individuos (ambos sexos y todas las edades) son igualmente probables a ser ahuyentados. Ningún individuo es contado más de una vez.

Este procedimiento de muestreo puede ser aplicado a individuos de todos tamaños, en una variedad de hábitat. Incluso individuos que ordinariamente están ocultos pueden ser contados si ellos son ahuyentados por el observador. Este método aporta información bastante confiable para estimar índices de densidad poblacional.

No obstante, los principales factores que pueden afectar la aplicación de esta metodología son los siguientes:

- Que tan conspicuos o visibles son los individuos.
- Condiciones meteorológicas.
- Actividad de la especie en relación con la hora del día o estación del año.
- Conteos duplicados de individuos que se desplazan hacia adelante durante el recorrido del transecto después de ser ahuyentados.

- Variación en el efecto de la cobertura del hábitat para la detección de los individuos.
- Distancia desde el individuo o grupo avistado.

Las caminatas en los transectos se realizaron en los horarios de mayor actividad de los diferentes grupos faunísticos. Dado a su comportamiento, se adaptó la metodología y el horario más adecuado. Respecto a la temporalidad, este muestreo fue realizado en el mes de **mayo**.

VIII.1.7. CÁLCULO DEL ÍNDICE DE BIODIVERSIDAD Y EQUIDAD DE ESPECIES

La **diversidad alfa** representa la diversidad de especies a lo largo de todas las subunidades (o escalas) locales relevantes (es este caso por tipo de vegetación), y por definición abarca dos variables importantes: la riqueza de especies, y la abundancia relativa de especies. Existen muchos índices para calcular diversidad alfa, La gran mayoría de estos índices de diversidad utilizan los valores de riqueza y abundancia relativa, solamente que las operaciones matemáticas de estos valores se organizan de diferentes formas.

Los índices de diversidad incorporan en un solo valor a la riqueza específica y a la equidad. En algunos casos un valor dado de un índice de diversidad puede provenir de distintas combinaciones de riqueza específica y equidad. Es decir, que el mismo índice de diversidad puede obtenerse de una comunidad con baja riqueza y alta equitatividad como de una comunidad con alta riqueza y baja equitatividad. Esto significa que el valor del índice aislado no permite conocer la importancia relativa de sus componentes (riqueza y equitatividad).

Para poder realizar la comparación y describir la diversidad de las comunidades presentes en el SA y en el AP se utilizó el índice de **Shannon - Wiener** y la **equidad de Pielou**, el primero es el índice más utilizado en ecología para el análisis de comunidades.

A continuación, se describen las principales metodologías utilizadas para calcular el índice de Shannon y equidad de Pielou.

1) Riqueza específica

Es la forma más sencilla de medir la biodiversidad ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas.

La riqueza es igual al número de especies encontradas por cada estrato, asimismo la abundancia es definida como el número de individuos encontrados por cada especie. Por otro lado, la "**Abundancia relativa**", se define como el número de individuos de una especie, con relación al número total de individuos de todas las especies registradas en las unidades de muestreo, calculada mediante la siguiente fórmula:

$$Ar = \frac{Ax}{A_{total}} \times 100$$

Donde:

Ar = Abundancia Relativa

Ax = Número total de individuos de la especie x

A_{total} = Número Total de individuos de todas las especies

Índice de Shannon-Wiener

El Índice de **Shannon-Wiener** es el más utilizado en ecología para el análisis de comunidades, expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado de incertidumbre en predecir a qué especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Marrugan, 1988). Este índice nos da como resultado la diversidad existente para una determinada área de estudio, es decir, entre mayor sea el grado de incertidumbre mayor será la diversidad.

$$H' = - \sum_{i=1}^S (P_i \times \log_2 P_i)$$

Donde:

H= Índice de diversidad de Shannon-Wiener.

P_i= Densidad proporcional de la especie i, es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

LnP_i= logaritmo natural de P_i.

El Índice de Shannon-Wiener adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S (Riqueza específica), cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos. (Magurran, 1988).

El Índice de Shannon-Wiener nos describe un parámetro de 0-5 donde 0 (Cero o nulo) refiere que dos individuos en el sitio pertenecen todos a la misma especie, de 0-2 refiere que la muestra obtiene una diversidad baja, valores entre 2-3 refiere una diversidad media y valores mayores a 3 describe una diversidad alta.

El máximo valor de este índice para un número determinado de especies se calcula de la siguiente manera:

$$H'_{m\acute{a}x} = -S \left(\frac{1}{S} \times \log_2 \frac{1}{S} \right) = \log_2 S$$

2) Equitatividad de Pielou

Mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1 de forma que uno corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Magurran, 1988). Es decir, el valor de 1 indica que todas las especies son igualmente abundantes y el 0 señala la ausencia de uniformidad.

$$J = \frac{H}{H_{max}} = \frac{-\sum_{i=1}^S P_i \log_2 P_i}{\log_2 s}$$

Donde:

J= Equitatividad de Pielou.

H = Índice de diversidad de Shannon.

Ln (S)= Logaritmo natural del número de especies (o riqueza).

VIII.1.8. EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

MATRIZ DE LEOPOLD

La Matriz de Leopold consiste en un cuadro de doble entrada, en la que se disponen como filas los factores ambientales que pueden ser afectados y como columnas las acciones que se vayan a realizar y que serán causa de posibles impactos. De forma original, cada celda de interacción se divide en diagonal, y en la parte superior de la celda se asigna la magnitud precedida del signo + o -, lo que indica si el impacto es positivo o negativo, en una escala entre uno y 10, siendo alteración mínima y máxima respectivamente. En la parte inferior se asigna la importancia con la misma escala.

La magnitud expresa el grado de alteración potencial de la calidad ambiental, del factor considerado, y la importancia refleja un valor del peso relativo del efecto potencial, y refleja la relevancia de este. El sumatorio por filas de los valores, indica las incidencias del conjunto sobre cada factor ambiental y, por tanto, su fragilidad ante el proyecto. La suma por columnas da una valoración relativa del efecto que cada acción producirá en el medio, lo que se puede traducir como agresividad.

En este sentido, Conesa (2010) señala que el método de Leopold identifica correctamente los impactos más agresivos y los factores del medio más impactados. Sin embargo, también señala que el índice global es poco representativo.

En este sentido, comúnmente se utiliza la Matriz de Leopold (modificada), en la cual la escala de evaluación se adapta a las características del proyecto, pero conservando la lógica de identificar las interacciones (impactos) entre los factores y las acciones. A continuación, se presenta la escala de evaluación que se definió para la matriz del proyecto:

Tabla 7. Escala de evaluación utilizada en la matriz de doble entrada para la identificación de impactos ambientales.

| Parámetro | Símbolo |
|-----------------------------|----------|
| Adverso significativo | A |
| Adverso poco significativo | a |
| Benéfico significativo | B |
| Benéfico poco significativo | b |

Método de CONESA

En general, los impactos ambientales de los proyectos registran distintas magnitudes. En este sentido la magnitud de estos impactos depende del tipo de obra, las técnicas a emplear, el sistema ambiental y las acciones de prevención y mitigación de impactos. Específicamente los proyectos que requieren remoción de la vegetación tienen impacto hacia los recursos naturales (flora y fauna) principalmente, sin embargo, con las medidas pertinentes es posible minimizar y/o compensar los impactos que la actividad genera.

Por lo tanto, se procedió a realizar la ponderación de impactos mediante una matriz de importancia (Método de Conesa simplificado) enfocada a los impactos negativos identificados previamente. En la matriz, las columnas representan la actividad y las filas los criterios ambientales de evaluación. Los criterios que se evalúan en la matriz.

Tabla 8. Criterios que componen la matriz de importancia.

| CRITERIOS | | DESCRIPCIÓN | RANGO |
|-----------------------|-----|---|------------------------|
| Naturaleza | +/- | Carácter benéfico/positivo o adverso/negativo de las acciones que actúan sobre los elementos del sistema. | + - |
| Intensidad | IN | Grado de incidencia de la acción sobre el factor en el ámbito específico en el que actúa. <ul style="list-style-type: none"> • Baja (no altera las funciones normales del sistema) • Media • Alta (alteración notable) • Muy alta • Total | 1 2 4 8 12 |
| Extensión | EX | Área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno de la actividad. <ul style="list-style-type: none"> • Puntual (efecto localizado – área de acción) • Parcial • Extensa • Total (efecto en todo el sistema ambiental del proyecto) | 1 2 4 8 |
| Momento | MO | Señala el tiempo entre la aparición de la acción que produce el impacto y el comienzo de las afectaciones sobre el elemento del sistema. <ul style="list-style-type: none"> • Corto plazo (menor de un año) • Mediano plazo (1 a 5 años) • Largo plazo (más de 5 años) | 4 2 1 |
| Persistencia | PE | Tiempo que permanecerá el efecto desde su aparición y a partir del cual el elemento ambiental retornará a sus condiciones iniciales. <ul style="list-style-type: none"> • Fugaz • Temporal • Permanente | 1 2 4 |
| Reversibilidad | RV | Posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medio de natural. <ul style="list-style-type: none"> • Corto plazo | |

| CRITERIOS | | DESCRIPCIÓN | RANGO |
|------------------------|----|---|------------------|
| | | <ul style="list-style-type: none"> Mediano plazo (parcialmente reversible) Irreversible (no puede retornar a su estado inicial) | 1 2 4 |
| Sinergia | SI | Se refiere a que el efecto global de dos o más efectos simples es mayor a la suma de ellos. <ul style="list-style-type: none"> Simple Sinérgico Muy Sinérgico | 1 2 4 |
| Recuperabilidad | MC | La posibilidad de reconstrucción del factor afectado, por medio de la intervención humana. <ul style="list-style-type: none"> Inmediato Medio Plazo Mitigable Irrecuperable | 1 2 4 8 |
| Acumulación | AC | Incremento progresivo de la manifestación del efecto. <ul style="list-style-type: none"> Simple (no acumulativo) Acumulativo | 1 4 |
| Efecto | EF | Forma de manifestarse el efecto sobre el elemento ambiental. <ul style="list-style-type: none"> Indirecto (se produce a partir de un efecto primario) Directo (incidencia inmediata) | 1 4 |
| Periodicidad | PR | Se refiere a la regularidad de la manifestación del efecto. <ul style="list-style-type: none"> Irregular Periódico Continuo | 1 2 4 |

En la matriz se determinaron los valores de los factores, posteriormente se calculó la importancia de las consecuencias ambientales del impacto, para lo cual se utilizó la siguiente ecuación (Conesa, 2010):

$$\text{Importancia del Impacto (I)}: = 3IN+2EX+MO+PE+MC+RV+SI+AC+EF+PR$$

Considerando los valores asignados a cada criterio, la importancia del impacto puede oscilar entre las 13 y 100 unidades, dicha rango de valores se clasificó de la siguiente manera (Conesa, 2010):

Tabla 9. Clasificación de valores de importancia.

| SIGNIFICANCIA | UNIDADES |
|-------------------------|------------|
| Irrelevante/ Compatible | Menor a 25 |
| Moderado | 25 - 49 |
| Severo | 50 -75 |
| Crítico | Mayor a 75 |

VIII.2. GLOSARIO DE TÉRMINOS

Áreas naturales protegidas: Las zonas del deterioro nacional y aquellas 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 quieren ser preservadas y restauradas.

Área de influencia: Espacio físico asociado al alcance máximo de los impactos directos e indirectos ocasionados por el proyecto en el sistema ambiental o región, y que alterara algún elemento ambiental.

Biodiversidad: Es la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otros, los ecosistemas terrestres, marinos y otros sistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas.

Contaminación: La presencia en el ambiente de uno o más contaminantes o de cualquier combinación de ellos que cause desequilibrio ecológico.

Contaminante: Toda materia o energía en cualesquiera de sus estados físicos y formas, que al incorporarse o actuar en la atmosfera, agua, suelo, flora, fauna o cualquier elemento natural, altere o modifique su composición u condición natural.

Daño ambiental: Es el que ocurre sobre algún elemento ambiental a consecuencia de un impacto ambiental adverso.

Daño a los ecosistemas: Es el resultado de uno o más impactos ambientales sobre uno o varios elementos ambientales o procesos del ecosistema que desencadenan un desequilibrio ecológico.

Daño grave al ecosistema: Es aquel que propicia la pérdida de uno o varios elementos ambientales, que afecta la estructura o función, o que modifica las tendencias evolutivas o sucesionales del ecosistema.

Desequilibrio ecológico grave: Alteración significativa de las condiciones ambientales en las que se prevén impactos acumulativos, sinérgicos y residuales que ocasionarían la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.

Duración: El tiempo de duración del impacto: por ejemplo, permanente o temporal.

Ecosistema: La unidad funcional básica de interacción de los organismos vivos entre sí y de estos con el ambiente, en un espacio y tiempos determinados.

Educación ambiental: Proceso de formación dirigido a toda sociedad, tanto en el ámbito escolar como en el ámbito extraescolar, para facilitar la percepción integrada del ambiente a fin de lograr conductas más racionales a favor del desarrollo social y del ambiente.

Emisión: Liberación al ambiente de toda sustancia, en cualquiera de sus estados físicos, o cualquier tipo de energía, proveniente de una fuente.

Entorno: Es el área de influencia de un proyecto, plan o programa.

Escenario: Descripción integral de una situación en el futuro como consecuencia del pasado y el presente, usualmente con varias alternativas: posibles o probables; es un insumo a la planeación a largo plazo para el diseño de estrategias viables. Su propósito es anticipar el cambio antes de que este se vuelva abrumador e inmanejable.

Evaluación ambiental: Predicción, identificación, caracterización y valoración de los impactos ambientales aunado con el diseño de medidas de prevención, mitigación y compensación.

Flora silvestre: Las especies vegetales, así como los hongos, que subsisten sujetas a los procesos de selección natural y que se desarrollan libremente, incluyendo sus poblaciones o especímenes de estas especies que se encuentran bajo control del hombre.

Fauna silvestre: Las especies animales que persisten sujetas a los procesos de selección natural y que se desarrollan libremente, incluyendo las poblaciones menores que se encuentran bajo control del hombre, así como los animales domésticos que por abandono se tornen salvajes y por ello sean susceptibles de captura y apropiación.

Impactos acumulativos: Efecto en el ambiente que resulta de la adición de los impactos que potencialmente puede generar una obra o actividad, con los que ya generan otras obras sobre el mismo componente ambiental o que actualmente lo están generando.

Impacto ambiental: Modificación del medio ambiente ocasionado por la acción del hombre.

Impacto ambiental significativo o relevante: Aquel que resulta de la acción del hombre, cuyo valor o efecto se acerca al límite de la capacidad de carga de un ecosistema, definida por uno o más de los siguientes parámetros:

- La tasa de renovación de los recursos naturales.
- La tasa de compatibilidad regional o de aceptación.
- La tasa de asimilación de contaminantes.

Impactos indirectos: Variedad de impactos o efectos significativos distintos de los causados de manera directa por un proyecto. Son causados por desarrollos y actividades colaterales desencadenadas por el proyecto cuya magnitud es significativa e incluso mayor que la ocasionada por el proyecto; impactos que son producidos a menudo lejos de la fuente o como resultado de un proceso complejo.

Impactos potenciales: Posibles modificaciones del medio derivadas de una acción humana proyectada; riesgo de impacto de una actividad humana en marcha o que se derivará de una acción por proyecto, en caso de ser ejecutado pueden ser directos, indirectos, acumulativos o sinérgicos.

Impactos residuales: Impactos que persisten después de la aplicación de medidas de mitigación.

Impactos sinérgicos: Aquel que se produce cuando el efecto continuo de la presencia simultánea de varias acciones supone la incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales consideradas aisladamente.

Indicador: Los indicadores son parámetros, o algunos valores derivados de los parámetros que proporcionan información sobre el estado actual de los ecosistemas, así como patrones o tendencias en el estado del medio ambiente, en las actividades humanas que afectan o están afectadas por el ambiente o sobre las relaciones entre tales variables.

Indicador de impacto ambiental: Elementos del medio ambiente afectado o potencialmente afectado por un agente de cambio, evaluado de manera cuantitativa.

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 través del tiempo, expresada en términos cuantitativos

Medidas de prevención: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles del deterioro del ambiente.

Medidas de mitigación: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar el impacto ambiental y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes andes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.

Naturaleza de impacto: Se refiere al efecto benéfico o adverso de la acción sobre el ambiente.

Ordenamiento ecológico: El instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso de suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos.

Recurso natural: El elemento natural susceptible de ser aprovechado en beneficio del hombre.

Región: Espacio geográfico ambientalmente homogéneo, resultado de la interacción de sus diversos componentes (bióticos y abióticos), cuya delimitación deriva de la uniformidad y continuidad de los mismos.

Residuo: Cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo. Utilización, control o tratamiento cuya calidad no permite usarlo nuevamente en el proceso que lo generó.

Residuos peligrosos: Todos aquellos residuos, en cualquier estado físico, que, por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico infecciosas, presenten un peligro para el equilibrio ecológico o el ambiente.

Restauración: Conjunto de actividades tendientes a la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales.

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.

Superficie total: Suma de la superficie por tramo (longitud del tramo por el ancho del derecho de vía)

Vegetación natural: Conjunto de elementos arbóreos, arbustivos y herbáceos presentes en el área por afectar por la obra de infraestructura eléctrica y asociada.

VIII.3. FUENTES CONSULTADAS

VIII.3.1. CONSULTAS BIBLIOGRÁFICAS

ACUERDO mediante el cual se expiden los costos de referencia para reforestación o restauración y su mantenimiento para compensación ambiental por cambio de uso de suelo en terrenos forestales y la metodología para su estimación, publicado en el D.O.F. el 31 de Julio de 2014.

Adaptación a partir de Saaty T., 2008, The fundamental scale of absolute numbers.

AMDA – Asociación Mexicana de Distribuidores de Automotores, A.C., 2003. Manejo de residuos peligrosos en una agencia automotriz.

Aparicio M., F. J. 1992. Fundamentos de Hidrología de superficie. Edit. LIMUSA México D. F. 152 pp.

Aparicio M., F. J. 2005. Fundamentos de Hidrología de superficie. Edit. LIMUSA México D. F. 291 pp

APIVER (Administración Portuaria Integral de Veracruz), Diagnóstico general sobre la plataforma logística de transporte de carga en México, apiver, s.l., 2003.

Aranda S.M. 2000. Rastros de los Mamíferos Silvestres de México, Manual de Campo. INIREB, Xalapa (México).

Aranda, M. 2000. Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México. CONABIO e Inst. Ecol. Ver. México. 212 pp.

Arturo Navas, Carlos. "Biodiversidad de anfibios y reptiles en el páramo: una visión eco-fisiológica." Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, vol. 23, 1999, p.

Armbrust DV (1984). Wind and sandblast injury to field crops: effects of planta age. Agron J 76: 991-993.

Armbrust DV y Lyles L (1975). Soil stabilizers to control wind erosion. In: Soil conditioners, Soil Science Society of America, special publication no. 7 Soil Science Society of America Inc. Madison.

Arriaga V., Cervantes, V. y A. Vargas-Mena, 1994. Manual de reforestación con especies nativas. Instituto Nacional de Ecología, México. 200 pp.

- Arriaga Cabrera, L., V. Aguilar Sierra, J. Alcocer Durand, R. Jiménez Rosenberg, E. Muñoz López, E. Vázquez Domínguez (coordinadores). 1998. Regiones hidrológicas prioritarias. Escala de trabajo 1:4 000 000. 2ª. Edición. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- Arriaga, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (coordinadores). 2000. Regiones terrestres prioritarias de México. Escala de trabajo 1:1 000 000. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.
- Ávalos-Hernandez. 2007. Bombyliidae (Insecta: Diptera) de Quilamura en el área de reserva Sierra de Huautla, Morelos, México. UNAM. México.
- Bautista, F. (ed.) 2011. *Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales*, Universidad Nacional Autónoma de México. México, DF.
- Becerra, M. Antonio. 1999. Escorrentía, Erosión y Conservación de Suelos. Texcoco México: Primera edición. Universidad Autónoma Chapingo
- Bocco, G., M. Orozco, E. Peters y E. Ezcurra. 2004. La cartografía de los recursos naturales. En: Patrimonio cultural y turismo. Cuadernos 8. Cartografía de Recursos Culturales de México. Pp. 137-152. CONACULTA, México
- Bright, P. W. & P. A. Morris. 1994. Animal translocation for conservation: Performance of Dormice in relation to release methods, origin and season. *Journal of Applied Ecology* 31: 699-708.
- Buschiazzo, DE y V Taylor. 1993. Efectos de la erosión eólica sobre algunas propiedades de suelos de la Región Semiárida Pampeana Central. *Ciencia del Suelo* 10/11: 46-53.
- Bustamante, J. 1998. Use of simulation models to plan species reintroductions: the case of the bearded vulture in southern Spain. *Animal Conservation* 1: 229-238.
- Ceballos, G. & G. Oliva (Coords.). 2005. Los mamíferos silvestres de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Fondo de Cultura Económica, México, D.F.
- CENAPRED, (15/02/2012). "Regiones potenciales de deslizamiento de laderas en México", escala: 1:2000.
- CENAPRED, (15/02/2012). 'Ubicación de laderas susceptibles de deslizamiento', escala: 1:200000.
- CENAPRED, (01/03/2012). 'Clasificación de la sequía por municipio', escala: 1:200000. edición: 1a.
- CENAPRED, (01/03/2012). 'Grado de peligro por nevadas a escala municipal', escala: 1:200000.

- CENAPRED, (01/03/2012). 'Grado de peligro por presencia de ciclones tropicales por municipio', escala 1:200000.
- CENAPRED, (12/09/2007). 'Grado de riesgo por inundaciones por municipio', escala: 1:1000000. Edición: 1a.
- CENAPRED, (01/03/2012). 'Grado de riesgo por nevadas por municipio', escala: 1:200000. edición: 1a.
- CENAPRED, (02/11/2010). 'Probabilidad de ocurrencia de huracanes categoría 1 (H1) en México', escala 1:1000000. Edición: 1a.
- Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED, 2001), "Diagnóstico de peligros e identificación de riesgos de desastre en México", ISBN 970-628-593-8, México, 225 pp.
- CFE. (2015). *MANUAL DE DISEÑO DE OBRAS CIVILES DISEÑO POR SISMOS*. MÉXICO.
- Chao, A. 1984. Nonparametric estimation of the number of classes in a population. *Scand. J. Statist.*, 11: 265-270.
- Chao, A. 1987. Estimating the population size for capture-recapture data with unequal catchability. *Biometrics*, 43: 783-791.
- Chao, A. & S.-M. LEE 1992. Estimating the number of classes via sample coverage. *J. Am. Stat. Assoc.*, 87: 210-217
- Chepil, W.S., F.H. Siddoway y D.V. Armbrust. 1963. Climatic index of wind erosion conditions in the Great Plains. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 27: 449-452.
- Choy Zevallos Elsa Esther. 2005. Costos y el impacto medio ambiental. Facultad Ciencias Contables de la UH' MSM Lima - Perú).
- Cocuyame R., & Salazar D., 2015. Clasificación y zonificación de la susceptibilidad a erosión hídrica en la cuenca del Río guabas con apoyo de herramientas geomáticas. Universidad del Valle, Santiago de Cali, Colombia. Disponible en: <http://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/10893/9108/1/CB-0527729.pdf> Visitado el 18 de abril de 2020.
- Comisión Nacional Forestal (México). Inventario nacional forestal y de suelo: Manual y procedimientos para el muestreo de campo. Re-muestreo 2011. 138 p.

- CONABIO, (2010). Datos obtenidos del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB), registros comprendidos entre los años de 1892 y 1999 (registros no continuos). México.
- CONAFOR. 2010. Manual básico de prácticas de reforestación. Primera edición. Jalisco. México. 66 pp.
- CONAFOR (Comisión Nacional Forestal).2003. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento. Comisión Nacional Forestal. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México. D.F.
- CONAFOR, Protección, restauración y conservación de suelos forestales. Manual de obras y prácticas. CONAFOR-SEMARNAT. México.
- CONESA F., V. 1993. Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. Madrid: Colegio Oficial de Ingenieros Agrónomos de Levante & Mundi-prensa. 276 p.
- Cortés T., H. G. 1991. Caracterización de la erosividad de la lluvia en México utilizando métodos multivariados. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Méx. 168 p.
- Comisión Federal de Electricidad (CFE). 1993. Manual de Diseño de Obras Civiles de la CFE. Diseño por Viento, Comisión Federal de Electricidad, México. 35 pp
- CONAGUA. Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Costera Veracruz. 2018. Diario Oficial de la Federación.
- CONAGUA. Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Cotaxtla. 2018. Diario Oficial de la Federación.
- Cuevas F, L., Tejeda S., D., García L, J.S., Guerrero H, J.A., González O, J.C., Hernández M. H., Lira Q., M.L., Nieves F., J.L., Vázquez M., L.M. y Cardoza V., R. 2007.
- Departamento de Planeación Ambiental y Ordenamiento Ecológico Territorial, 2020. Gobierno de Estado de Veracruz Ignacio de la Llave. Disponible en: <http://www.veracruz.gob.mx/medioambiente/ordenamiento-ecologico/>
- Dumanski, J. and E. Craswell (1998), "Resource management domains for evaluation and management of agro-ecological system", in Syers, J. K. (ed.), Proceedings of Conferense on Resources Management Domains, Kuala Lumpur, International Board for Soil Research and Management (IBSRAM), Proceedings 16, pp. 1-16.
- Eleutério, A.A. y D. Pérez-Salicrup. 2009. Transplanting tree ferns to promote their conservation in Mexico. American Fern Journal. 99(4):279-291.

- Elzinga, C., Salzery, D. y J.W. Willoughbyz. 1998. Measuring and monitoring plant populations. University of Nebraska.
- ENCC. (2013). Estrategia Nacional de Cambio Climatico. Visión 10-20-40. México: Gobierno de la República.
- FAO. 1980. Metodología provisional para la evaluación de la degradación de los suelos. Roma, Italia. 86 p.
- FAO. 1992. Manual de Ordenación de Cuencas Hidrológicas. Estabilización de laderas con tratamientos del suelo y la vegetación. Roma.
- Figueroa, S. B., A. Amante O., H. G. Cortés T., J. Pimentel L., E.S.Osuna C., Rodríguez O. J. M. y Morales F. F. J. 1991. Manual de predicción de pérdidas de suelo por erosión. SARH. Colegio de Postgraduados. Centro regional para estudios de zonas áridas y semiáridas. 150 p.
- Gallina, S. (ed.) 2015. *Manual de técnicas del estudio de la fauna*. Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, Veracruz, México.
- Gallina, S. & López, C. (ed.) 2011. *Manual de técnicas para el estudio de la fauna*. Instituto de Ecología, A.C. Querétaro, Qro., México.
- García E., 1987. Modificaciones al Sistema de Clasificación de Köppen. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. 4ª. Edición. México D. F. 217 p.
- García, E. (2004). *Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koppén* (Vol. 6). Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Germano, J. & Bishop, P. 2008. Suitability of amphibians and reptiles for translocation. *Conservation Biology* 23(1), 7-15.
- Gobierno de la Entidad Federativa de Veracruz Ignacio de la Llave, 2008. Actualización del Programa de Ordenamiento Urbano de la Zona Conurbada Veracruz-Boca del Río-Medellín-Alvarado, Veracruz. Tomo CLXXVII. Disponible en: <http://www.veracruz.gob.mx/desarrollosocial/direcciones/direccion-general-de-desarrollo-urbano-y-ordenamiento-territorial/programas-de-ordenamiento/>
- Guía para la interpretación de cartografía de uso de vegetación VI, 2017.
- Guzmán, S. 2011. Anfibios y reptiles de Veracruz: Guía ilustrada. Consejo Veracruzano de Investigación Ciencia y Desarrollo Tecnológico. México, Veracruz. Pp 231.

- Halfpeter, G., C. E. Moreno y E. O. Pineda. 2001. Manual para evaluación de la biodiversidad en Reservas de la Biosfera. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol. 2. Zaragoza, 80 pp.
- Hernández X. Efraín, 1963. Lo tipos de vegetación de México y su clasificación, primera edición, 176pp.
- Heyer, W.R., M.A. Donnelly, R.W. McDiarmid, L.C. Hayek, & M.S. Foster. 1994. Measuring and monitoring biological diversity: a standard method for amphibians. Smithsonian Institution Press, Washington, 364pp.
- Hortal, J. y J.M. Lobo. 2000. Una metodología para predecir la distribución espacial de la diversidad biológica. *Ecología*, 16: 405-432.
- INEGI (2010). Censo de población y vivienda: municipio de Veracruz.
- INEGI. 2015. SEFIPLAN del Censo de Población y vivienda
- INEGI. 2017a. Conjunto Nacional de Información de Uso del Suelo y Vegetación Escala 1:250,000, Serie VI. Dirección General de Geografía. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Ags., México.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (México). Guía para la interpretación de cartografía: uso del suelo y vegetación: escala 1:250, 000: serie VI / Instituto Nacional de Estadística y Geografía. -- México: INEGI, c2017.
- Jiménez-Valverde, A. & J. Hortal. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revta. Ibér. Aracnol.*, 8: 151-161.
- Ley General de Salud, *Diario Oficial de la Federación*, México, 7 de febrero de 1984, artículo 278, fracciones III y IV, respectivamente.
- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, *Diario Oficial de la Federación*, México, 28 de enero de 1988 y reformas del 13 de diciembre de 1996, artículo 3o., fracción XXII.
- Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), *Diario Oficial de la Federación*, México, 8 de octubre de 2003, artículo 2 principio XXXIII.
- Lobo, J.M.&F. Martín-Piera 2002. Searching for a predictive model for species richness of Iberian dung beetle based on spatial and environmental variables. *Conserv. Biol.*, 16: 158-173.
- Loredo, O. C., J.L. Beltrán, JF. Moreno y M. Casiano d. 2007. Predicción de riesgo a la erosión hídrica a nivel microcuena. Folleto Técnico No. 29. INNIFA-CIRNE-Campo Experimental San Luis. San Luis Potosí, México. 64 pp.

- Lyles, L., and J. Tatarko, 1986. Wind erosion effects on soil texture and organic matter. *J. Soil Water Conserv.* 41: 1991-1993.
- Mace, G.M., y Paul H. Harvey. 1983. Energetic constraints on home-range size. *American Naturalist.* 121: 120-132.
- Manual de métodos sencillos para estimar erosión hídrica; experiencias nacionales; Managua, Nicaragua, agosto 2005.
- Mallén Rivera, C. (2007). Predicción de riesgo a la erosión hídrica a nivel microcuenca. *Ciencia Forestal en México* , 219-227.
- Magurran, A.E.1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, New Jersey.
- Massei, G., R. J. Quay, J. Gurney, D. P. Cowan. 2010. Can translocations be used to mitigate human–wildlife conflicts? *Wildlife Research* 37: 428-439.
- McNab B K. 1963. Bioenergetics and the determination of home range size. *American Naturalist* 97:133-40.
- Méndez Casariego, Hugo y Pascale Medina, Carla (Coordinación técnica). 2014. Ordenamiento Territorial en el Municipio: una guía metodológica. FAO. Santiago, Chile. 72 pp.
- Méndez M., C. Correa. 2008. Diversidad de especies ANFIBIOS, en: Biodiversidad de Chile, Patrimonio y desafíos (Santiago –Chile), CONAMA. 640 pp.
- Miranda, F. & E. Hernández X. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Bol. Soc. Bot. Méx.* 28:29-197.
- Miranda, F. 1947. Estudios sobre la vegetación de México. V. Rasgos de la vegetación en la Cuenca del Río de las Balsas. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.* 8:95-114.
- Moreno, C.E.&G. Halffter 2000. Assessing the completeness of bat biodiversity inventories using species accumulation curves. *J. Appl. Ecol.*, 37: 149-158.
- Moreno, C. E. & G. Halffter 2001. On the measure of sampling effort used in species accumulation curves. *J. Appl. Ecol.*, 38: 487-490

- Ochoa-Ochoa, L., U. García-Vázquez, O. Flores-Villela, M. Correa-Cano, L. Canseco-Márquez, (2006). Proyecto DS009: Áreas potenciales de distribución y GAP análisis de la herpetofauna de México. CONABIO, México.
- Odum, P. E. 1972. Ecología. 3ra. Edición. Editorial Interamericana. México. 639 p.
- Orosco, P. L.M. 2006. Balance hídrico y valoración económica de la producción de agua en la microcuenca del Río Zahuapan, Tlaxco, Tlax. Tesis de maestría. División de Ciencias Forestales. UACH. 174 pp.
- Ortiz V. 2014. Riego de precisión: diseño, aplicación y evaluación. IMTA. México D.F. pp. 146
- Painter, L. *et al.* 1999. Técnicas de investigación para el manejo de fauna silvestre. Un manual del curso dictado con motivo del III Congreso Internacional sobre Manejo de Fauna Silvestre en la Amazonía, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. 86 pp.
- Plan Nacional de Obras de Riego para el Desarrollo Rural "Pequeños Almacenamientos". Secretaría de Recursos Hidráulicos, adaptación del Libro: *Small Dams*
- Pérez-Higareda, G. y H. Smith. 1991. Ofidiofauna de Veracruz: Análisis taxonómico y zoogeográfico. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Biología. México, D.F. Pp 122.
- Pérez-Paredes, M.G., Sánchez-González, A. y J.D. Tejero-Díez. 2014. Estructura poblacional y características de dos especies de Cyatheaceae del Estado de Hidalgo, México. *Botanical Sciences* 92(2):259-271.
- Perovic, P. *et al.* 2008. Guía técnica para el monitoreo de la biodiversidad. Programa de Monitoreo de Biodiversidad – Parque Nacional Copo, Parque y Reserva Provisional Copo, y Zona de Amortiguamiento. APN/GEF/BIRF, Salta. 74 pp.
- Querejeta, J. et al; 2001. Soil water availability improved by site preparation in a *Pinus halepensis* afforestation under semiarid climate. *Forest Ecology and Management* 149: 115-128.
- Quiñones Garza, H. (1987). Geografía. *Revista de Geografía*, 13-20.
- Ramírez-Bautista, A., U. Hernández-Salinas, R. Cruz-Elizalde, C. Berriozabal-Islas, D. Lara-Tufiño, I. Mayer-Goyenechea, y J. Castillo-Cerón. 2014. Los anfibios y reptiles de Hidalgo, México: Diversidad, Biogeografía y Conservación. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería, Centro de Investigaciones Biológicas. México, Hidalgo. Pp 387.

- Ramírez Maldonado H. et al. 2006. Técnicas Estadísticas para Muestreo y Monitoreo de Recursos Naturales, UACH, 151
- Reglamento de conservación de vía y estructura para los ferrocarriles mexicanos, emitido el 1° de septiembre de 1996.
- Rivera-Fernández, F., Octavio-Aguilar, P., Sánchez-Coello, N.G., Sánchez-Velásquez, L., Vázquez-Torres, S., y L. G. Iglesias-Andreu. 2012. Estructura poblacional y distribución espacial de *Ceratozamia mexicana* Brongn (Zamiaceae) en un ambiente conservado y en uno perturbado. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 15(2): S110-S117.
- Rodríguez, D. 2008. Indicadores de calidad de planta forestal. Universidad Autónoma Chapingo y Mundiprensa. México. 156 pp.
- Romahn de la Vega, c. F.y Ramírez Maldonado, H. 2006. Dendrometría. 2ª. Edición digital corregida y aumentada. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, Edo. de Méx. 309 p.
- Romahn de la Vega, c. F.y Ramírez Maldonado, H. 2006. Dendrometría. 2ª. Edición digital corregida y aumentada. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, Edo. de Méx. 309 p.
- Romero-Almaraz, M. L., C. Sánchez-Hernández, C. García Estrada y R. D. Owen. 2000. Mamíferos Pequeños: Manual de técnicas de captura, preparación, preservación y estudio. UNAM y UAEM. México.
- Sanabria, E.; Quiroga I. & Acosta J. C. 2007. Anormalidades Morfológicas En Poblaciones De *Chaunus Arenarum* En Hábitats Agrícolas: Primer Registro Para La Provincia De San Juan. Resúmenes VIII Congreso Argentino De Herpetología, Córdoba Argentina: 121.
- Sánchez, V. A. 1987. Conceptos elementales de Hidrología forestal. Primera edición. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 149 p.
- SAG. 2012. Guía de evaluación ambiental: Componente Fauna Silvestre, G-PR-GA-03. 22 pp. SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2000. Ley General de Vida Silvestre con última reforma publicada 06/06/2012. Diario Oficial de la Federación. 3 de julio de 2000. México, D.F.
- Saaty T., 2008, The fundamental scale of absolute numbers.*
- Seber, G. A. F. 1982. The Estimation Of Animal Abundance And Related Parameters. 2nd Ed. Chapman, London And Macmillan, New York

Secretaría De Comunicaciones y Transportes Manual de calidad para materiales en la sección estructural de vías férreas, 1991.

SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-semarnat-2010, Protección Ambiental – Especies nativas de México de flora y fauna silvestres – Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio – lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación. 30 de diciembre de 2010, Segunda Sección. México, DF.

SEMARNAT. 2000. Metodología para la evaluación técnica de la reforestación. PRONARE SEMARNAP. México, 97 pp.

SEMARNAT. 2012. Acuerdo por el que se expide el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio. Tlalpan, México, D.F. 171 p.

SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales).2018. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable última ley publicada. Diario Oficial de la Federación. 05 de junio de 2018. México, D.F.

Smith, H. M. and E. H. Taylor. 1948. An annotated checklist and key to the Amphibia of Mexico. Bull. U.S. Nat. Hist. Mus. (194): I IV, 1 118. (Una lista anotada y claves para los anfibios de México).

Smith, H.M. and E.H. Taylor. 1950. An annotated checklist and key to the reptiles of México exclusive of the snakes. Bull. U.S. Nat. Hist. Mus. (1992): I-IV, 1 253. (Una lista anotada y claves para los reptiles de México exclusiva de las víboras)

Soberón, J.&J. Llorente 1993. The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conserv. Biol.*, 7: 480-488.

Sørensen, L. L., J. A. Coddington & N. Scharff 2002. inventorying and estimating subcanopy spiders diversity using semiquantitative sampling methods in an afro-montane forest. *Environ. Entomol.*, 31: 319-330

Sullivan, B.K., Nowak, E.M. & Kwiatkowski, M. a., 2014. Problems with mitigation translocation of herpetofauna. *Conservation Biology* 17:217-224.

Thornthwaite, C. W., 1948. An approach towards a rational classification of climate. *Geogr. Rev.*, 39, 55-94.

Torres Benites, Elibeth; Cortes Becerra, José; Mejía Sáenz, Enrique; Exebio García, Adolfo; Santos Hernández, Ana Laura; Delgadillo Piñón, Ma. Eugenia. (2003). Evaluación de la degradación

de los suelos en la cuenca "El Josefino", Jesús María, Jalisco. Terra Latino Americana, Enero-Marzo, 117-126.

TRAGSA. 1998. Restauración Hidrológico Forestal de Cuencas y Control de la Erosión. 2ª ed. Revisada y ampliada Editorial Mundi-Prensa. Madrid España 945 p

Trejo-Vázquez, I. 1999. El clima de la selva baja caducifolia en México. Investigaciones Geográficas 39:40-52.

UICN. 2013. Guías para reintroducciones de la UICN. Preparadas por el Grupo Especialista en Reintroducción de la Comisión de Supervivencia de Especies de la UICN. UICN, Gland y Cambridge, 20 pp.

USDA-SCS (Soil Conservation Service). 1972. National engineering handbook. Section 4. Hydrology. U. S. Department of Agriculture. Washington, DC, USA.

Van Lynden, G.W. j., Oldeman, L. R. (1997): The assessment of the human- Induced Soil Degradation in South and Southeast Asia. International Soil Reference and Information Centre. Wageningen. 41 pp.

Vázquez-Yañez, C., Batis, A.I., Alcocer, M. I., Gual, M. y C. Sánchez. 1999. Árboles y arbustos nativos potencialmente valiosos para la restauración ecológica y la reforestación. Proyecto J-084. CONABIO. México. 15 p.

Velázquez, A., J.F, Mas, J.R. Diaz-Gallegos, R. Mayorga-Saucedo, P.C., Alcántara P.C., R., Castro, T. Fernández, G. Bocco y J.L Palacio 2002. Patrones y tasas de cambio del uso del suelo en México. Gaceta ecológica 62: 21-37. INE, SEMARNAT, México.

Viramontes., O. O. 2012. Tercer curso-taller CUSTF 2012. Chihuahua, Chihuahua.

VITOUSEK P,M. 1997 "Human Domination of Earth's Ecosystems" Science, 1997, vol 277, 494-499p.

Wells, K.D. 2007. The Ecology and behavior of amphibians. The University of Chicago Press, Chicago, 1148 p.

Wilson, G. J., & Delahay, R. J. (2001). A review of methods to estimate the abundance of terrestrial carnivores using field signs and observation. *Wildlife Research*, 28(2), 151-164.

Wischmeier W. H. and D. D. Smith. 1978. Predicting rainfall erosion losses. Agr. Handbook 537. U. S. Dept Agr. Washington D. C. 58 p.

Woodruff, N. P., and Siddoway, F. H. 1965. A wind erosion equation: Soil Science Society of America Proceedings, v. 29, no. 5, p 602-608.

Zarate Z.R. y M. Anaya G. 1992. Evaluación y cartografía del riesgo a la degradación del suelo por erosión hídrica en el estado de Tlaxcala. Vol. 10 (1). México. 3-14 p.

VIII.3.2. CONSULTAS EN LÍNEA

Arturo Navas, Carlos. "Biodiversidad de anfibios y reptiles en el páramo: una visión eco-fisiológica." Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, vol. 23, 1999, p.

Benítez, H., C. Arizmendi y L. Márquez. 1999. Base de datos de las áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS). CIPAMEX/ CONABIO/ Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza / Comisión para la Cooperación Ambiental. México, D.F. Disponible en: <http://www.conabio.gob.mx>: última consulta: 9.XII.2010

Bermúdez. L.S/F. Degradación del suelo. Disponible en <http://ocw.upm.es/ingenieria-agroforestal/climatologia-aplicada-a-la-ingenieria-y-medioambiente/contenidos/tema-10/DEGRADACION-DE-SUELOS.pdf>.

Cámara de diputados del H. Congreso de la Unión. 2013. Ley Federal de Responsabilidad Ambiental. Disponible en: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LFRA.pdf>

Cámara de diputados del H. Congreso de la Unión. 2015. Ley Federal de Armas de Fuego y Explosivos. Disponible en: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/102_12nov15.pdf

Cámara de diputados del H. Congreso de la Unión. 2018. Ley General de Vida Silvestre. Disponible en: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/146_190118.pdf

CENAPRED. (s.f.). Centro Nacional de Prevención de Desastres. Obtenido de <https://datos.gob.mx/busca/dataset/centro-nacional-de-prevencion-de-desastres>

Cocuyame R., & Salazar D., 2015. Clasificación y zonificación de la susceptibilidad a erosión hídrica en la cuenca del Río guabas con apoyo de herramientas geomáticas. Universidad del Valle, Santiago de Cali, Colombia. Disponible en: <http://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/10893/9108/1/CB-0527729.pdf> Visitado el 18 de abril de 2020.

CONABIO (2015). Área de importancia para la conservación de las Aves "Centro de Veracruz". Revisado el 5 de junio de 2020 disponible en: http://avesmx.conabio.gob.mx/FichaRegion.html#AICA_150 .

CONAFOR (Comisión Nacional Forestal). 2014. Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2013-2018. Disponible en: <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/ver.aspx?articulo=5403&grupo=8>

CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). 2009. Diario oficial de la federación No.20, tomo DCLXXI. Disponible en http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Noticias/DOF280809B_REPDA.pdf

CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). 2012. Atlas Digital del Agua México. Disponible en <http://www.conagua.gob.mx/atlas/ciclo09.html>.

CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). Ley de Aguas Nacionales y su reglamento Disponible en <https://www.gob.mx/conagua/acciones-y-programas/ley-de-aguas-nacionales-54002>

CONAGUA. (s.f.). *Normales Climatológicas por Estado*. Obtenido de <https://smn.conagua.gob.mx/es/informacion-climatologica-por-estado?estado=ver>

CONAGUA. (s.f.). *Normales Climatológicas por Estado*. Obtenido de <https://smn.conagua.gob.mx/es/informacion-climatologica-por-estado?estado=ver>

CONAGUA. (1970-2018). *Ciclones Tropicales (Nacional)*. Obtenido de <http://sina.conagua.gob.mx/sina/tema.php?tema=huracanes&ver=mapa&o=1&n=nacional>

CONAGUA. (2010). *Reseña del Huracán KARL*. Coordinación General del Servicio Meteorológico Nacional. Obtenido de <https://smn.conagua.gob.mx/tools/DATA/Ciclones%20Tropicales/Ciclones/2010-Karl.pdf>

CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas). 2018. Áreas Naturales Protegidas. Disponible en: <https://www.gob.mx/conanp>

CONABIO. (08 de junio de 2020). Programa de Restauración y Compensación Ambiental. <https://www.biodiversidad.gob.mx/conabio/proyectos/programa-de-restauracion-y-compensacion-ambiental>

DOF (Diario Oficial de la Federación, 2019). Constitución política de los estados unidos mexicanos. Disponible en: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/1_201219.pdf

Domínguez, R., O. Fuentes y F. García (1999), Inundaciones, Serie Fascículos No. 3, CENAPRED, México.

(^{8a}) Centro Nacional para la Prevención de Desastres, 2001. Atlas Nacional de Riesgos de la República Mexicana. CENAPRED. México, D.F. 1^a. Ed. Disponible en :

<http://www.cenapred.gob.mx/es/Publicaciones/archivos/36-DIAGNOSTICODEPELIGROSEIDENTIFICACINDERIESGOSDEDESASTRESENMXICO.PDF>

Diario Oficial de la Federación. 2011. NOM-011-CONAGUA-2015; Conservación del recurso agua. Disponible en: http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5387027&fecha=27/03/2015

ELIZARRARÁS, S. R. (s.f.). *Geología*. Obtenido de <https://cdigital.uv.mx/bitstream/handle/123456789/9648/02GEOLOGIA.pdf;jsessionid=B3EFD33EA648B062360CE71639232B08?sequence=1>

FAO (2007). Evapotranspiración del cultivo: Guía para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. FAO. Disponible en: <http://www.fao.org/3/x0490s/x0490s02.pdf>

Ferromex, https://www.ferromex.com.mx/pdf/vp_EspecificacionesTecnicas.pdf, consultado 07/06/2020.

Gallina S. & s. & C. López-González (editor). 2011. Manual de técnicas para el estudio de fauna. Volúmen I. Universidad Autónoma de Querétaro-Instituto de Ecología, A. C. Querétaro, México. 377 pp.

Garrido a., Pérez D.J.L. y Enríquez. 2010. Delimitación de zonas funcionales de las cuencas hidrográficas de México. Disponible en: <https://micrositios.inecc.gob.mx/cuenca/diagnostico/04-delimitacion-zonas-funcionales.pdf>

H. Ayuntamiento de Veracruz, 2018. Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021. Disponible en: <http://decide.veracruzmunipio.gob.mx/uploads/decidim/attachment/file/118/PMD.pdf>

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía 2011). Diccionario de datos edafológicos. Disponible: en: [http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/reclnat/edafologia/doc/dd_edafologicos\(alf\)_250k.pdf](http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/reclnat/edafologia/doc/dd_edafologicos(alf)_250k.pdf).

INEGI (Instituto nación de estadística y geografía). 2013. Anuario estadístico y geográfico por entidad federativa. Disponible en: http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/integracion/pais/aepef/2013/AEGPEF_2013.pdf.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía 2011). Conjunto de Datos vectoriales de la carta de Uso de suelo y vegetación serie VI. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=889463598459>

INEGI. (s.f.). *GEOLOGÍA*. Obtenido de <https://www.inegi.org.mx/temas/geologia/>
Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2011. Diccionario de datos edafológicos Serie II. Disponible en: [http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/reclnat/edafologia/doc/dd_edafologicos\(alf\)_250k.pdf](http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/reclnat/edafologia/doc/dd_edafologicos(alf)_250k.pdf).

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, (2019). Obtenido de Intituro Mexicano de Tecnología del Agua. Revisado el 10 de junio de 2020. Disponible en: <https://www.gob.mx/imta/articulos/que-es-una-cuenca-211369>

INEGI, (2010). Conjunto de datos vectoriales Fisiográficos. Continuo Nacional serie I. Sistema topofomas. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825267582>

INEGI, (2010). Conjunto de datos vectoriales Fisiográficos. Continuo Nacional serie I. Provincias fisiográficas. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825267575>

INEGI, (2010). Conjunto de datos vectoriales Fisiográficos. Continuo Nacional serie I. Provincias fisiográficas. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825267599>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2011. Conjunto de datos vectoriales Edafológicos escala 1: 250,000 Serie II. Disponible en: [http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/reclnat/edafologia/doc/dd_edafologicos\(alf\)_250k.com](http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/reclnat/edafologia/doc/dd_edafologicos(alf)_250k.com)

IUSS Working Group WRB, 2015. Base referencial mundial del recurso suelo 2014, Actualización 2015. Sistema internacional de clasificación de suelos para la nomenclatura de suelos y la creación de leyendas de mapas de suelos. Informes sobre recursos mundiales de suelos 106. FAO, Roma. Disponible en: <http://www.fao.org/3/i3794es/i3794es.pdf>

LPGRSME. 2004. Ley De Prevención Y Gestión Integral De Residuos Sólidos Urbanos Y De Manejo Especial Para El Estado De Veracruz De Ignacio De La Llave. Disponible en: <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Estatal/Veracruz/wo77544.pdf>

Martínez, C. G. (2005). SERIE FASCÍCULOS. Obtenido de <http://cenapred.gob.mx/es/Publicaciones/archivos/163-FASCCULOSISMOS.PDF>

Magurran, A.E.1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, New Jersey.

Moreno, C.E.&G. Halffter 2000. Assessing the completeness of bat biodiversity inventories using species accumulation curves. J. Appl. Ecol., 37: 149-158.

LPGGIR, 2003. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Última reforma DOF 22-05-2015. Disponible en: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/263_220515.pdf

Odum, P. E. 1972. Ecología. 3ra. Edición. Editorial Interamericana. México. 639 p.

OMM/UNESCO. (s.f.). GLOSARIO HIDROLÓGICO INTERNACIONAL. Obtenido de <http://www.paraagua.net/biblioteca/guias/607-glosario-hidrologico-internacional>

OMS, https://www.who.int/water_sanitation_health/mdg1/es/, consultado el 04/06/2020

PROFEPA (Procuraduría Federal de Protección al Ambiente). 2016. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento. Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/131723/17._REGLAMENTO_DE_LA_LEY_GENERAL_PARA_LA_PREVENCI_N_Y_GESTI_N_INTEGRAL_DE_LOS_RESIDUOS.pdf

PROFEPA. (08 de 06 de 2020). GLOSARIO. Obtenido de PROFEPA.GOB.MX: http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/v/766/1/mx/glosario.html?num_letra=0&num_letra_siguiete=1

Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio. 2011. Disponible en: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5267334

RAMSAR. 2010. La convención Ramsar en México: sitios Ramsar. Disponible en: <http://ramsar.conanp.gob.mx/sitios.php>

Ramírez Maldonado H. et al. 2006. Técnicas Estadísticas para Muestreo y Monitoreo de Recursos Naturales, UACH, 151

Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al ambiente en Material de Ordenamiento Ecológico. 2014. Disponible en: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGEEPA_MOE_311014.pdf

RLPGGIR, 2006. Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Última reforma DOF 31-10-2014. Disponible en: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LPGGIR_311014.pdf

Riebsame, W.E., Meyer, W.B. & Turner, B.L. Modeling land use and cover as part of global environmental change. *Climatic Change* 28, 45–64 (1994).
<https://doi.org/10.1007/BF01094100>

Secretaría de Comunicaciones y Transportes, "Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos", *Diario Oficial de la Federación*, México, 7 de abril de 1993 y reformas del 28 de noviembre de 2003, disponible en <http://portal.sct.gob.mx>.

SEMARNAT (Secretaría del medio ambiente y recursos naturales). 2004. Degradación del suelo en la República Mexicana-Escala 1:250 000. Dirección Disponible en http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadatos/gis/degra250kgw.xml?_httcache=yes&_xsl=/db/metadatos/xsl/fgdc_html.xsl&_indent=no.

SEMARNAT. (s.f.). Metodología de la evaluación de la degradación del suelo en México. Obtenido de http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/ibi_apps/WFServlet?IBIF_ex=D3_R_SUELO03_12&IBIC_user=dgeia_mce&IBIC_pass=dgeia_mce

SEMARNAT. Formato SEMARNAT– 07–024 Registro de planes de manejo.

SEMARNAT http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_2008/03_suelos/cap3_3.html

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), 2017. Estadísticas agrícolas. Disponible en: <http://www.veracruz.gob.mx/agropecuario/estadisticas-agricolas/>

SCIGA (Sistema de Consulta de Información Geoestadística Agropecuaria. 2018. Información Geoestadística Agropecuaria. Disponible en: <http://gaia.inegi.org.mx/sciga/viewer.html>

SMN (Sistema meteorológico nacional). 2015. Normales Climatológicas por Estación. Disponible en: http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=42&Itemid=75.

SIOE (Subsistema de Información sobre el Ordenamiento Ecológico). 2016. Programa de Ordenamiento ecológico regional del Estado de Veracruz. Disponible en: https://gisviewer.semarnat.gob.mx/aplicaciones/uga_oe/indexs.html#

Sistema meteorológico nacional. 2015. Normales Climatológicas por Estación. Disponible en: http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=42&Itemid=75.

Soberón, J.&J. Llorente 1993. The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conserv. Biol.*, 7: 480-488

Sociedad Internacional de las Ciencias del Suelo . (2015). *Base referencial mundial del recurso suelo* .
Obtenido de <http://www.fao.org/3/i3794es/i3794es.pdf>

Torres-Mura, J. C. E. Riveros-Riffo y V. Escobar-Gimpel. 2016. Guía Técnica para Implementar Medidas de Rescate/Relocalización y perturbación controlada. Disponible en: http://www.sag.cl/sites/default/files/guia_tecnica_medidas_de_mitigacion.pdf.