“BACALAR LAGOON CLUB”

MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD P



TABLA DE CONTENIDO DEL CAPÍTULO 1

CAPÍTULO 1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE, DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO. 3

1.1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO 3
1.1.1 Nombre del Proyecto. 3
1.1.2 Ubicación del Proyecto. 3
1.1.3 Duración del Proyecto. 5
1.2 DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE. 5
1.2.1 Nombre o razón social. 5
1.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del Promovente. 5
1.2.3 Nombre del Representante Legal. 5
1.2.4 Clave Única de Registro de Población del Representante Legal (CURP). 5
1.2.5 Dirección del Promovente o de su Representante Legal. 5
1.2.6 Dirección del Promovente o de su Representante Legal para recibir notificaciones. 5
1.3 RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL 5
1.3.1 Nombre o razón social 5
1.3.2 Registro Federal de Contribuyentes 6
1.3.3 Nombre del responsable técnico del estudio 6
1.3.4 CURP DEL RESPONSABLE TÉCNICO DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO 6
1.3.5 CEDULA PROFESIONAL DEL RESPONSABLE TÉCNICO DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO 6
1.3.6 DIRECCIÓN DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO 6
1.4 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO 7
1.4.1 Naturaleza del Proyecto 7
1.4.2 Justificación y objetivos del Proyecto 10
1.4.3 Selección del sitio 10
1.4.4 Ubicación y dimensiones del Proyecto 11
1.5 PROGRAMA GENERAL DE TRABAJO 28
1.5.1 Programa de preparación del sitio (3 años) 29
1.5.2 Programa de construcción (3 años) 29
1.5.3 Programa de operación y mantenimiento (80 años) 30
1.6 DESCRIPCIÓN DE LAS FASES DE DESARROLLO DEL PROYECTO 1-32
1.6.1 Etapa del Preparación del Sitio 1-32
1.6.1.1 Obras y actividades temporales 1-35
1.6.2 Etapa de construcción 1-40
1.6.2.1 Nivelación y relleno del terreno 1-40

1.6.2.2 Construcción de la residencia (cimientos e instalaciones) 1-40
1.6.2.3 Estructura y acabados 1-53
1.6.2.4 Construcción de la piscina 1-54
1.6.2.5 Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales 1-56
1.6.2.6 Materiales, equipos e insumos 1-62
1.6.2.7 Materiales pétreos 1-65
1.6.2.8 Explosivos 1-65
1.6.2.9 Restauración de suelo y flora 1-65
1.6.3 Etapa de operación y mantenimiento 1-66
1.6.3.1 Materiales y sustancias que serán utilizadas, enlistar e indicar volúmenes 1-67
1.6.4 Etapa de abandono 1-67
1.7 RESIDUOS SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO 1-68
1.7.1 EMISIONES A LA ATMÓSFERA Y GENERACIÓN DE RESIDUOS 1-68

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

1.1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO

1.1.1 Nombre del Proyecto.

"BACALAR LAGOON CLUB"

1.1.2 Ubicación del Proyecto.

El predio del proyecto se localiza en el Municipio de Bacalar, Estado de Quintana Roo, aproximadamente a 6.6 km al noreste de la localidad de Bacalar.

El polígono del proyecto está conformado por el terreno amparado bajo la escritura pública número 681, con una superficie de 999.23 m2.

El predio se ubica en el Boulevard Aaron Merino Fernández, región 15, Mz 001, Lt 376, Ciudad de Bacalar, Municipio de Bacalar, Estado de Quintana Roo.

Figura 1. 1. Ubicación general del predio del Proyecto.

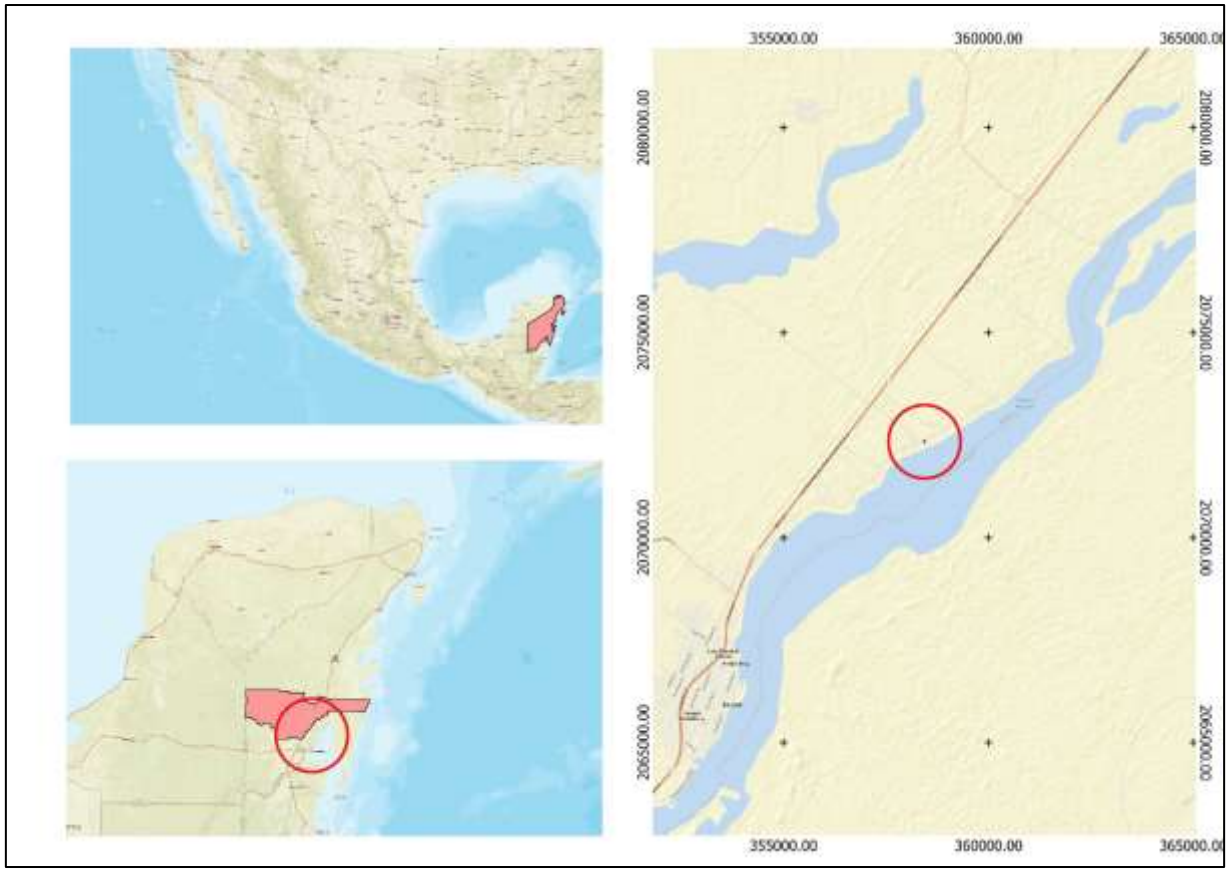


Figura 1. 2. Proyecto "BACALAR LAGOON CLUB" sobre fotografía aérea georreferenciada



Tabla 1. 1. Cuadro de coordenadas geográficas del Proyecto en UTM Z16N WGS84.

CUADRO DE CONSTRUCCION						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				Y	X
				1	2,072,372.5541	358,405.2042
1	2	S 28°24'15.21" E	101.847	2	2,072,282.9676	358,453.6519
2	3	S 73°59'42.91" W	10.039	3	2,072,280.1997	358,444.0020
3	4	N 28°24'42.44" W	101.840	4	2,072,369.7732	358,395.5460
4	1	N 73°56'13.30" E	10.051	1	2,072,372.5541	358,405.2042
SUPERFICIE = 999.230 m2						

1.1.3 Duración del Proyecto.

El proyecto está planteado para implementarse en un periodo total de ochenta y seis años. En sus dos etapas iniciales contará con un total de seis años. Tres años de preparación del sitio y tres años para la construcción. La operación y mantenimiento de las obras será durante 80 años, tiempo que puede incrementarse con el mantenimiento adecuado y de manera constante del proyecto.

1.2 DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE.

1.2.1 Nombre o razón social.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

1.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del Promovente.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

1.2.3 Nombre del Representante Legal.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

1.2.4 Clave Única de Registro de Población del Representante Legal (CURP).

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

1.2.5 Dirección del Promovente o de su Representante Legal.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

1.2.6 Dirección del Promovente o de su Representante Legal para recibir notificaciones.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

1.3 RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

1.3.2 Registro Federal de Contribuyentes

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

1.3.3 Nombre del responsable técnico del estudio

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

1.3.4 CURP del responsable técnico de la elaboración del estudio

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

1.3.5 Cedula profesional del responsable técnico de la elaboración del estudio

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

1.3.6 Dirección del responsable técnico del estudio

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Tabla 1. 2. Especialistas participantes en la elaboración de la MIA-P.

Nombre	Empresa	Especialidad
		Ecología terrestre y ecología de comunidades.
		Impacto ambiental y manejo de residuos, gestión de aguas residuales.
		Evaluación del impacto ambiental, Manejo Integrado de Zonas Costeras, Sistemas de Información Geográfica
		Coordinación y programa de trabajo, evaluación del impacto ambiental, sistemas de gestión ambiental,
		Ingeniero Forestal, manejo de vegetación costera.
		Derecho administrativo en materia ambiental
		Ecología de comunidades acuáticas y terrestres, Sistemas de Información Geográfica

1.4 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

1.4.1 Naturaleza del Proyecto

El proyecto consiste en la construcción y operación de una residencia turística con uso comercial alterno , estructurada mediante un diseño arquitectónico escalonado y sustentada parcialmente sobre elementos de soporte y columnas de carga. La edificación se distribuye verticalmente en tres niveles operativos (Sótano, Planta Baja y Planta Alta) , proyectada para el alojamiento temporal y la prestación de servicios turísticos y comerciales dentro de una superficie total de desplante de 378.78m^2, mientras que 620.45m^2 (62.09%) se mantendrán formalmente bajo un esquema de áreas de conservación natural e infiltración pluvial in situ. Para el manejo integral de los efluentes, el proyecto contempla un sistema de tratamiento de aguas residuales compuesto por un tren de tratamiento integral con fase anaerobia compuesto por un tanque Imhoff y acoplados a una fase aerobia de pulido a traves de la planta doméstica (lodos activdados) y fase terciaria natural por humedal artificial como última fase de tratamiento tecnológico.

Durante la fase operativa, el abastecimiento de agua para uso doméstico se realizará a través de pipas con almacenamiento en cisterna, complementado con la implementación de un sistema de captación de agua pluvial; el agua para consumo humano provendrá de garrafones retornables adquiridos en la localidad de Bacalar. Para satisfacer la demanda energética, se conectará con el suministro previsto por la CFE, sin embargo como parte de las ecotecnologías se propone el arreglo de paneles solares para la generación de energía eléctrica limpia e interconectada a la red distribuida, reduciendo la huella de carbono en la etapa de operación del proyecto. Su implementación definitiva y plazos de colocación quedan sujetos a la evaluación final de viabilidad financiera y calendarización de flujos de inversión por parte del promovente, por lo que no se contemplan en la fase de instalación inicial.

Por su ubicación geográfica en la zona costera, esta obra requiere autorización previa en materia de impacto ambiental por parte de la Federación. Lo anterior, con fundamento en lo establecido por el artículo 28, fracción IX de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, así como en el artículo 5, inciso Q de su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

El desarrollo surge de la necesidad de establecer infraestructura habitacional temporal bajo un riguroso compromiso con la preservación de los recursos naturales y el entorno ecológico. El diseño, ambientalmente viable integra una serie de ecotecnias estratégicas orientadas a minimizar los impactos ambientales residuales, maximizar la eficiencia energética y asegurar que la cobertura vegetal nativa se mantenga prácticamente inalterada, respetando en todo momento la integridad funcional y la capacidad de carga de la Región Ecológica donde se localiza.

Para la consolidación del Proyecto dentro de un esquema de sustentabilidad, se realizó un minucioso proceso de planificación ambiental siguiendo estrategias y medidas técnicas basadas en las líneas fundamentales del desarrollo sustentable tomando en cuenta las bases económicas, ambientales, sociales e incorporando líneas base de diseño de proyectos sostenibles y de cumplimiento a la normatividad ambiental vigente. En la Figura 1. 3 se presentan las líneas fundamentales de este proceso y sus objetivos.

Inversión requerida

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Figura 1. 3. Líneas fundamentales del proceso de planificación ambiental seguidos para el Proyecto.



Linea ambiental

- Diseño, planificación y lineamientos de construcción y operación de una vivienda residencial acorde con la conservación, manejo y uso sostenible de los ecosistemas y recursos del terreno.

Linea normativa ambiental

- Diseño, construcción y operación de una vivienda residencial que cumpla estrictamente con los instrumentos normativos ambientales aplicables como son los programas de ordenamiento ecológico y de planeación urbana.

Linea de diseño

- Diseño de un modelo de una vivienda residencial de calidad, cuya infraestructura y servicios combinen lujo y confort, pero integrados totalmente al paisaje y al medio ambiente.

Linea económica

- Diseño y operación de una vivienda residencial cuyo segmento comercial objetivo es el de un alto poder adquisitivo, pero sensible a escenarios turísticos de alta calidad ambiental y respeto a la naturaleza.

Linea social

- Contribución al desarrollo regional a través de la generación de beneficios sociales y económicos para la población local y de la región.

El proceso de planeación del Proyecto se presenta en la Figura 1. 4 y garantiza la congruencia con los ejes rectores planteados para el Proyecto.

Figura 1. 4. Proceso de planificación y gestión ambiental del Proyecto.



Como parte del proceso de planificación del Proyecto se conformó un grupo multidisciplinario de especialistas en las áreas de:

- Planificación y sistemas de manejo ambiental.
- Evaluación de impacto ambiental.
- Cambio de uso de suelo en terrenos forestales.
- Supervisión y manejo ambiental de proyectos.
- Sistema de Información Geográfica (SIG).
- Caracterización ambiental y geografía.
- Ecología y manejo de recursos naturales.
- Caracterización de vegetación costera.
- Ecología y manejo de fauna terrestre.
- Ingeniería especialista en construcción.
- Asesoramiento jurídico legal.

Este grupo de trabajo formó parte activa del diseño del Proyecto, tomando en consideración los siguientes criterios ambientales y legales:

Criterios Ambientales y Forestales

- Cumplimiento estricto del Proyecto al marco ambiental aplicable.
- Cumplimiento estricto del Proyecto al marco forestal aplicable.
- Mantener la estructura y función de los ecosistemas involucrados en la Región Ecológica (RE) con sus funciones ambientales críticas.
- Uso preferente de áreas ya afectadas o de menor calidad ambiental.
- Ubicación de infraestructura fuera de áreas de riesgo ambiental.
- Ubicación de infraestructura fuera de zonas con restricciones legales (ZOFEMAT, Derecho de vía).
- Garantizar la no obstrucción del flujo hidrológico superficial y subterráneo de la RE.
- Garantizar que la ejecución del cambio de uso de suelo por la implementación del Proyecto no compromete la biodiversidad, ni se provoque la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución de su captación.
- Garantizar que el uso alternativo que se propone del suelo sea más productivo a largo plazo.

Criterios Legales/Normativos

- Garantizar la supervivencia de las especies de flora y fauna incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- Uso exclusivo de agroquímicos autorizados por la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas (CICOPLAFEST) en todas las etapas del Proyecto.
- Todas las obras deberán considerar áreas específicas para el almacenamiento temporal de residuos.
- Desarrollar un proyecto ambiental y jurídicamente viable que permita analizar y mejorar las estrategias de protección costera con un enfoque meramente ambiental y funcional.
- Contar con un Programa de Vigilancia Ambiental sobre los recursos y ecosistemas críticos durante todas las etapas del Proyecto.
- Garantizar que el Proyecto cumpla con los criterios de excepción que señalados en el Artículo 93 de la LGDFS.
- Garantizar que el Proyecto cumpla cabalmente con el Artículo 60 TER de la LGVS y la NOM-022-SEMARNAT-2003.

1.4.2 Justificación y objetivos del Proyecto

El municipio de Bacalar ha experimentado un crecimiento urbano y turístico significativo. En este contexto, el presente Proyecto plantea el desarrollo de una residencia turística diseñada bajo estrictos criterios de sustentabilidad arquitectónica y operativa. Su justificación principal radica en satisfacer una demanda de infraestructura habitacional de muy baja densidad, garantizando una compatibilidad absoluta con la vocación natural del suelo.

El desarrollo busca integrarse a la dinámica socioeconómica local mediante la generación de empleos directos e indirectos durante sus fases de preparación, construcción y operación, fomentando el fortalecimiento del sector turístico de bajo impacto, al mismo tiempo que mantiene un equilibrio inalterable con la Región Ecológica.

Objetivos Estratégicos

Los objetivos rectores que persigue este Proyecto son:

- Desarrollar un proyecto habitacional que se integre de forma armónica con los elementos bióticos y abióticos del sitio, respetando la integridad funcional, los servicios ambientales y la capacidad de carga de los ecosistemas presentes en la Región Ecológica.
- Dar estricto cumplimiento a la normatividad ambiental y forestal vigente, alineando todas las actividades del proyecto con los criterios del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región de Laguna de Bacalar.
- Implementar ecotecnias y sistemas de vanguardia para el manejo de recursos (agua, energía y residuos) que aseguren la sustentabilidad ambiental, social y económica de la obra a lo largo de toda su vida útil.

1.4.3 Selección del sitio

La selección del predio para el desarrollo del Proyecto se fundamenta en un análisis técnico, normativo y ecológico, demostrando la viabilidad ambiental de la obra frente a las características de la RE. Los criterios determinantes para la elección del sitio son los siguientes:

Criterio Normativo y Legal

- **Propiedad y Tenencia de la Tierra:** El área del proyecto corresponde a una propiedad privada debidamente acreditada mediante los títulos de propiedad inscritos en el Registro Público correspondiente, otorgando certeza jurídica sobre la tenencia de la tierra para la ejecución de las obras.
- **Zonificación y Compatibilidad:** El sitio se encuentra inmerso en la UGA Tu-7 “Costa Bacalar Norte” del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región de Laguna de Bacalar, la cual cuenta con política de Conservación. La selección es viable dado que la construcción de infraestructura habitacional de muy baja densidad propuesta es estrictamente compatible con los siguientes usos de la UGA: predominante “Turismo hotelero intensivo”; compatible “Turismo alternativo”; y con el condicionado “Infraestructura”.

Criterio Ecológico y de Capacidad de Carga

- El predio presenta características ambientales que incluyen vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia. El sitio fue seleccionado porque sus dimensiones y características topográficas permiten la inmersión de un diseño arquitectónico de bajo impacto que no interrumpe el flujo hidrológico ni altera los patrones de distribución de las especies de flora y fauna presentes. Las obras se desplazarán estratégicamente en las áreas de menor fragilidad ecosistémica, respetando la vocación natural del suelo y evitando la fragmentación de hábitats críticos.

Criterio Técnico y de Infraestructura

- **Vías de Acceso Existentes:** El sitio cuenta con acceso directo a través de una vialidad existente denominada Boulevard Aaron Merino Fernández, la cual se extiende por 6 km paralelo a la zona centro-oeste de la Laguna de Bacalar. Dicha vialidad conecta con la Carretera Federal 307 “Reforma Agraria-Puerto Juárez” por medio de varios caminos de terracería. Esta condición técnica fue determinante para la selección del sitio, ya que elimina por completo la necesidad de realizar obras temporales o definitivas para la apertura de nuevos caminos de acceso, suprimiendo impactos ambientales sinérgicos y acumulativos asociados al desmonte, la compactación del suelo y la alteración de la escorrentía superficial.

1.4.4 Ubicación y dimensiones del Proyecto

El predio donde se pretende llevar a cabo el proyecto “Bacalar Lagoon Club”, se ubica dentro de la franja centro-oeste de la Laguna de Bacalar.

Como se presentó en el apratado anterior, el predio se ubica en el Boulevard Aaron Merino Fernández, región 15, Mz 001, Lt 376, Ciudad de Bacalar, Municipio de Bacalar, Estado de Quintana Roo. Se cuantifica una superficie total del proyecto de **999.23 m^2.**

Figura 1. 5. Localización en la zona costera el predio del Proyecto.



El proyecto consiste en la construcción de una vivienda residencial turística la cual contará con uso comercial. Para describir las obras y actividades que componen la residencia turística, se considera primeramente describir la configuración del terreno, con la finalidad de exponer los diferente componentes.

El relieve del terreno se eleva desde una zona baja, localizada cercana a la zona lagunar, atravesando una ligera ondulación cóncava y remata en un fuerte escaló topográfico que lo lleva a una superficie superior plana.

El relieve se puede dividir en cuatro secciones principales a lo largo de su recorrido (Figura 1):

- Ascenso Inicial (0 m a ~24 m): El perfil comienza en su punto altimétrico más bajo (cerca de los 2.8 m). A partir de ahí, el terreno presenta una pendiente ascendente constante y medianamente pronunciada hasta coronar una primera elevación que roza los 8 m de altura, cerca del metro 24.
- Depresión o Vaguada (~24 m a ~48 m): Tras el primer ascenso, el terreno desciende suavemente formando una hondonada superficial. El punto de menor elevación de esta sección central se ubica entre los metros 35 y 45, descendiendo hasta una cota aproximada de 6.6 m.
- Segundo Ascenso (~48 m a ~62 m): Al salir de la depresión, se observa un nuevo cambio de pendiente. El terreno vuelve a elevarse de forma abrupta, pasando de los 6.8 m a casi 9.6 m en un tramo horizontal relativamente corto (unos 14 metros de distancia).
- Meseta o Terraza Superior (~62 m a 100 m): En el último tercio del perfil, la topografía se estabiliza. Forma una zona alta y plana que se mantiene constante alrededor de los 10 m de elevación hasta el final del trazo, presentando apenas unas ligeras ondulaciones.

El perfil topográfico descrito anteriormente es bidimensional, el cual se extrajo de un Modelo Digital de Elevación del Terreno (MDT) (Figura 2) obtenido de curvas de nivel (Figura 3) realizadas a través de un levantamiento topográfico en el predio del proyecto, el cual cuenta con aproximadamente 100 m de longitud. Podemos identificar los siguientes elementos y características morfológicas de acuerdo con sus ejes de referencia (ver Figura 1):

Eje Horizontal (X): Representa la distancia longitudinal del trazo. La escala inferior está marcada en intervalos de 10 unidades (0, 10, 20... hasta 90), extendiéndose hacia la marca de los 100 metros en el extremo derecho.

Eje Vertical (Y): Indica la elevación o cota altimétrica del terreno. Está graduado en intervalos de 2 unidades visibles (4, 6, 8, 10). Considerando las proporciones, el relieve oscila entre los 2.5 y los 10 metros de altura, aproximadamente.

Figura 1. 6. Perfil del terreno

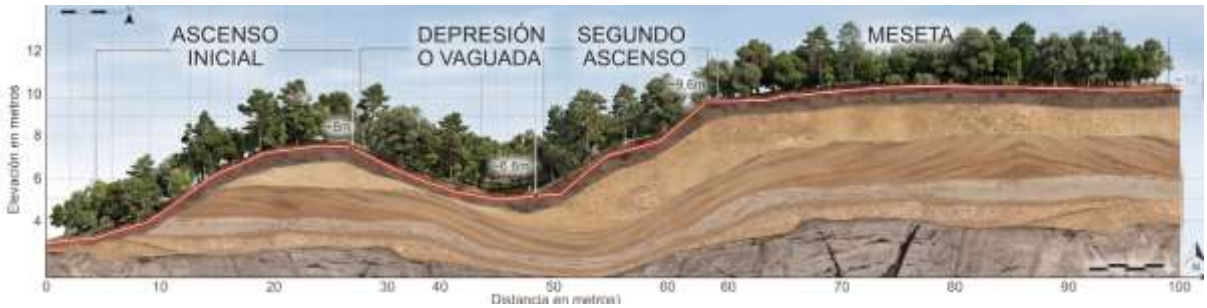


Figura 1. 7. Perfil del terreno sobre el modelo digital.

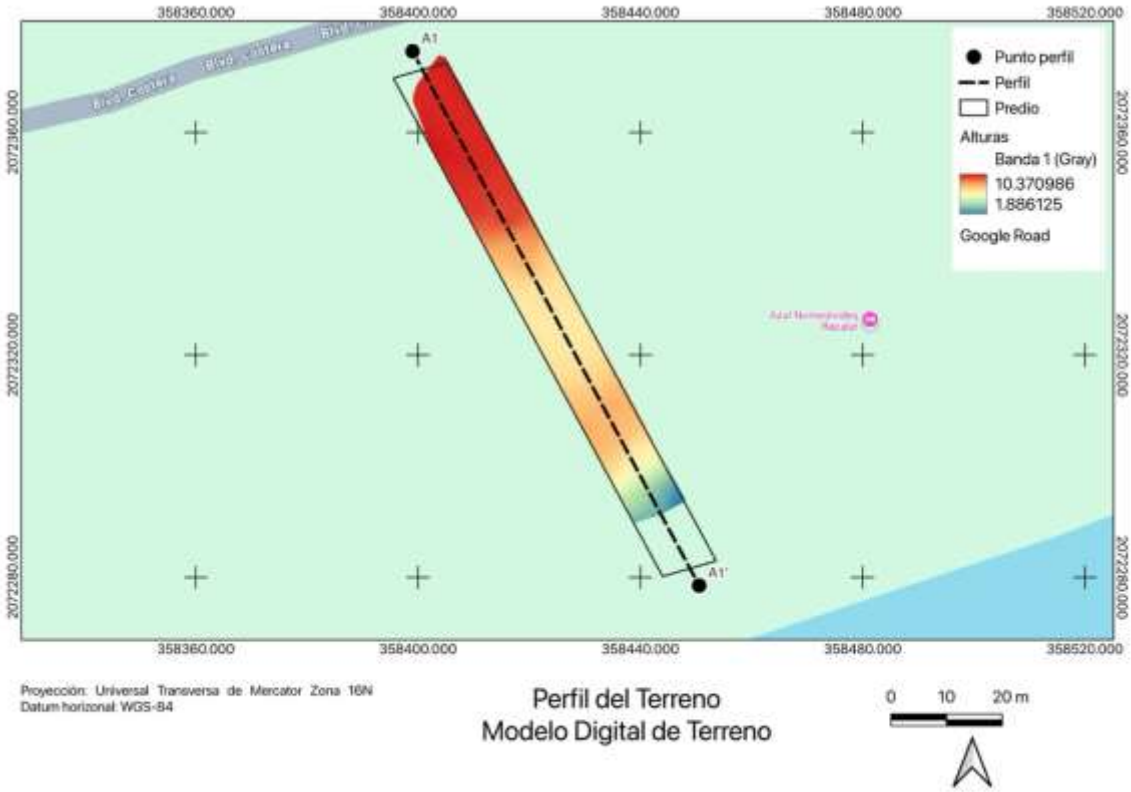
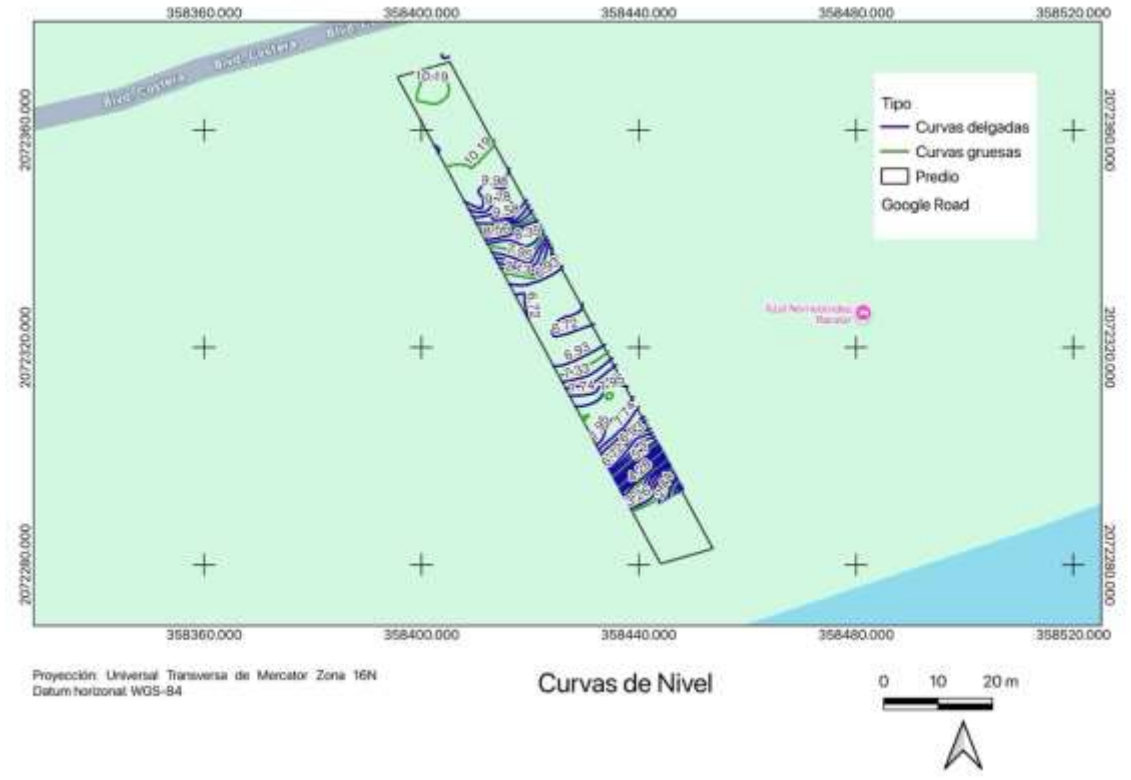


Figura 1. 8. Curvas de nivel en el polígono del predio.

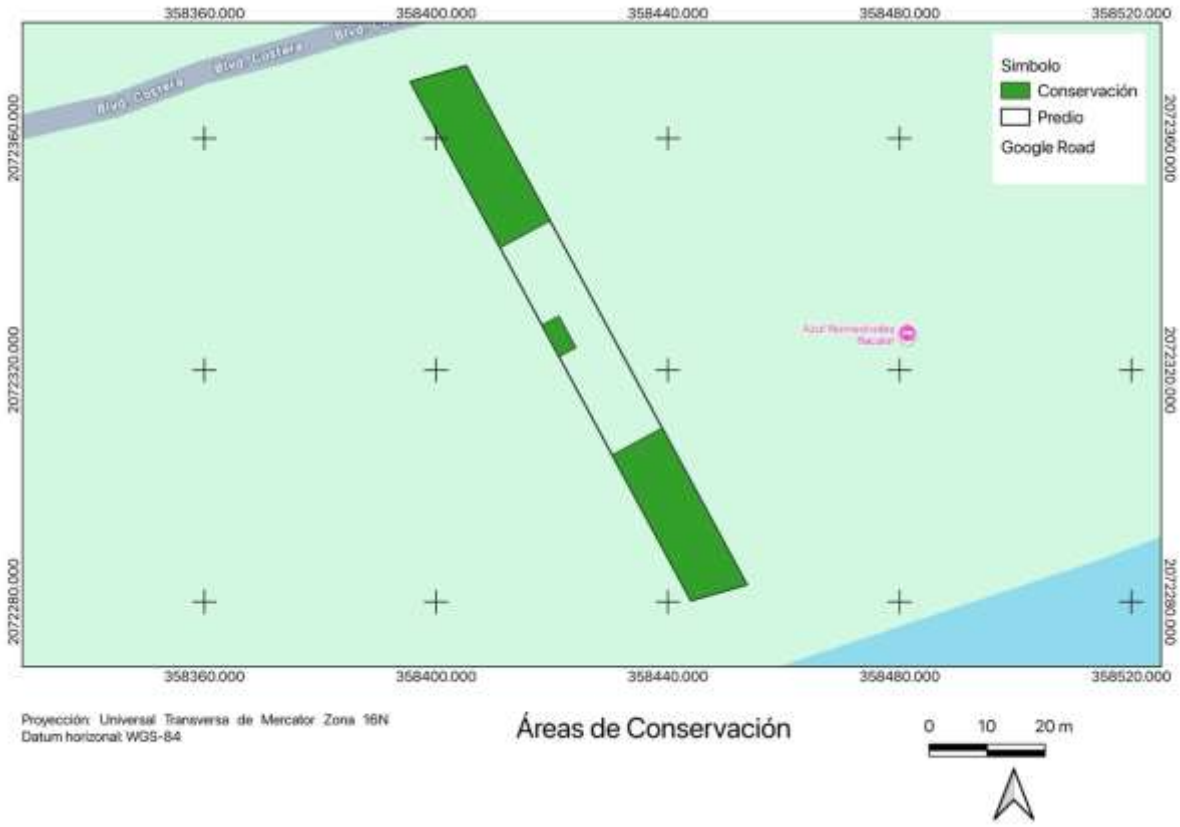


De esta manera el diseño arquitectónico responde a la topografía identificada anteriormente, mediante un esquema escalonado, dividiendo el proyecto en terrazas o plataformas a diferentes niveles para minimizar la excavación y la adaptación de la residencia al entorno.

El proyecto se divide en cuatro componentes:

Tres áreas de conservación, la primera corresponde a 20 m entre la vialidad y el acceso a la residencia localizada en la zona alta (meseta) del predio; la segunda se localiza en la depresión (vaguada) y su función es integrarla como elemento de paisaje en un jardín interior de la construcción y la tercera se define a 20 m de la zona lagunar y la construcción localizada en el ascenso inicial del terreno.

Figura 1. 9. Áreas de conservación



El edificio está dividido en tres niveles: sótano, planta baja y planta alta. Como se expresó anteriormente, con la finalidad de minimizar la excavación, el sótano comienza en el segundo ascenso, pasando por la vaguada y termina en la nivelación del terreno de la zona más alta del ascenso inicial.

Figura 1. 10. Obras y actividades en el sótano

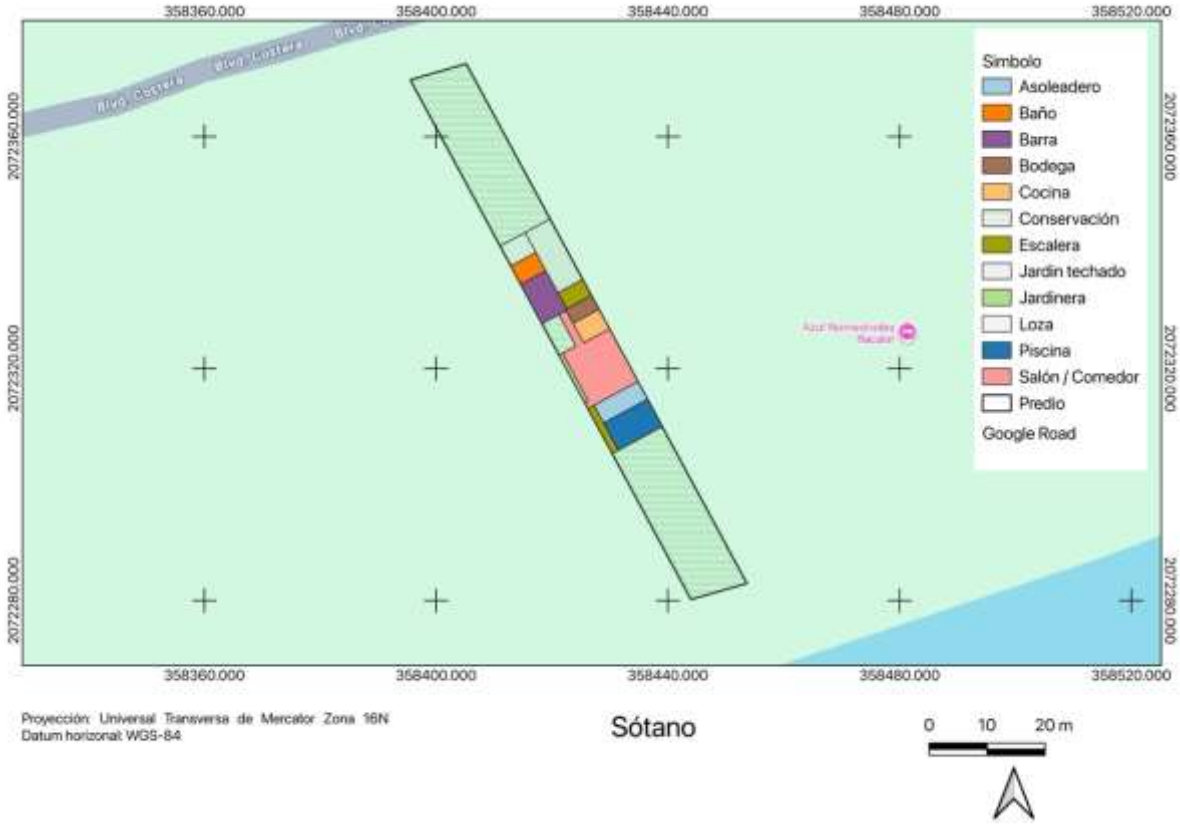
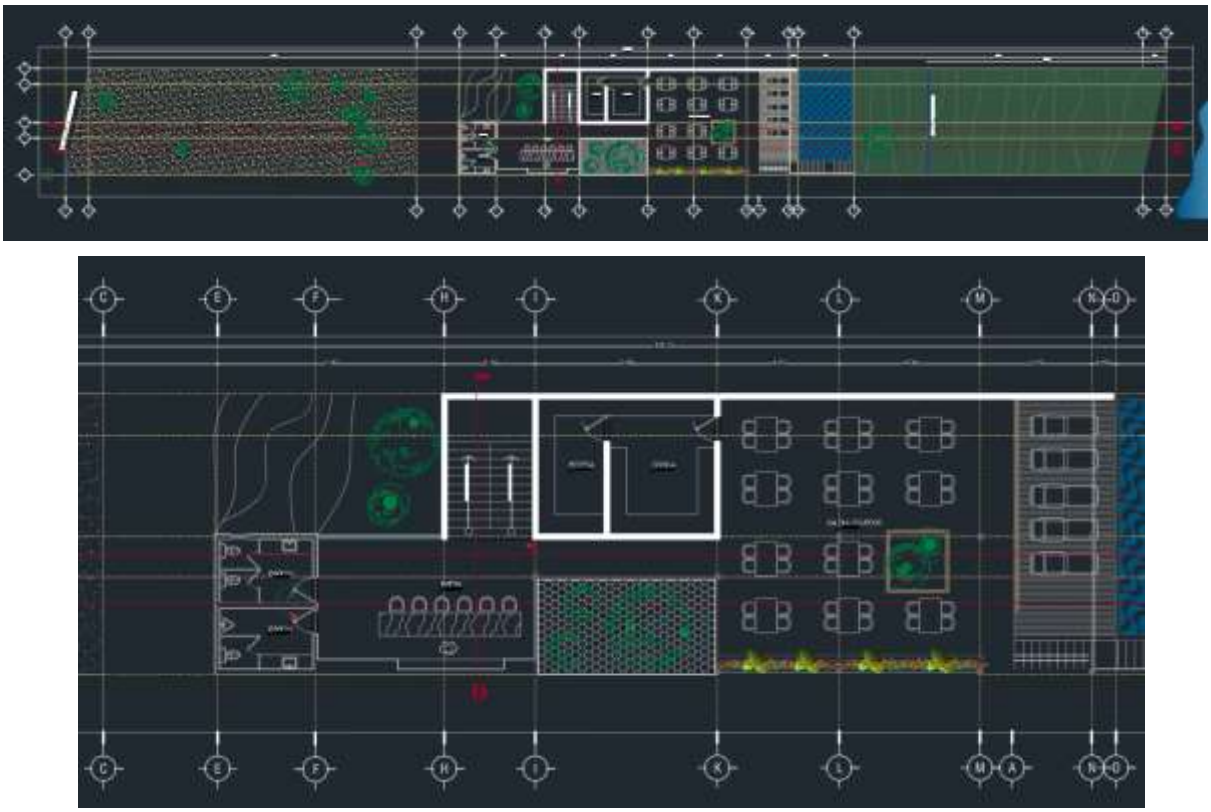


Figura 1. 11. Cortes arquitectónicos del sótano



El acceso al sótano se realiza por escaleras que conectan desde la planta baja, la cual llega a una recepción con barra y un baño. Se localiza un salón y comedor, así como una cocina y la bodega de la cocina. En esta área se localiza el acceso al área de conservación de la vaguada y una jardinera decorativa en el salón. Además, el salón tiene acceso al área de asoleaderos así como escaleras que llevan a la piscina. Todas estas obras tienen una superficie de 301.62 m^2. En el planto están representadas dos obras adicionales: un jardín techado y la loza del acceso, mismos que forman parte de la planta baja. La altura de construcción del sótano es de 3.6m del loza del piso a loza de techo.

Tabla 1. 3. Superficie de las obras y actividades localizadas en el sótano

Planta	Obras	m2
Sótano	Baño	17.68
	Barra	38.06
	Escalera	15.39
	Bodega	13.62
	Salón / Comedor	104.49
	Jardinera	6.18
	Cocina	19.65
	Escalera	10.57
	Asoleadero	29.81
	Piscina	46.17
	Subtotal sotano	**301.62**

NOTA: La sumatoria y el procesamiento de los datos en la mayorías de las tablas de la presente MIA-P, se realizaron de manera automatizada mediante software de hoja de cálculo (Excel), bases de datos y herramientas SIG. Los sutiles desajustes que puedan percibirse en los dígitos decimales se deben estrictamente a los criterios de redondeo automático del sistema y no afectan la exactitud ni el valor de las cifras enteras globales.

El acceso a la residencia será peatonal desde la avenida principal, pasando por el área de conservación y llegando hacia el acceso a la planta baja. Las obras que se localizan en la planta baja son el acceso a un vestíbulo junto con un jardín techado localizado debajo de una recámara de la planta alta. El vestíbulo conecta con el salón de usos múltiples principal, un almacén, un baño y un área donde se localizan servicios, maquinaria para el funcionamiento de la residencia y donde se almacenan temporalmente los residuos urbanos de la casa. La superficie de las obras en la planta baja es de 319.65 m^2. En el plano se puede observar las áreas de conservación contempladas anteriormente y la superficie del área de piscina del sótano. La altura de construcción de la planta baja es de 3.45m del loza del piso a loza de techo.

Figura 1. 12. Obras y actividades en planta baja

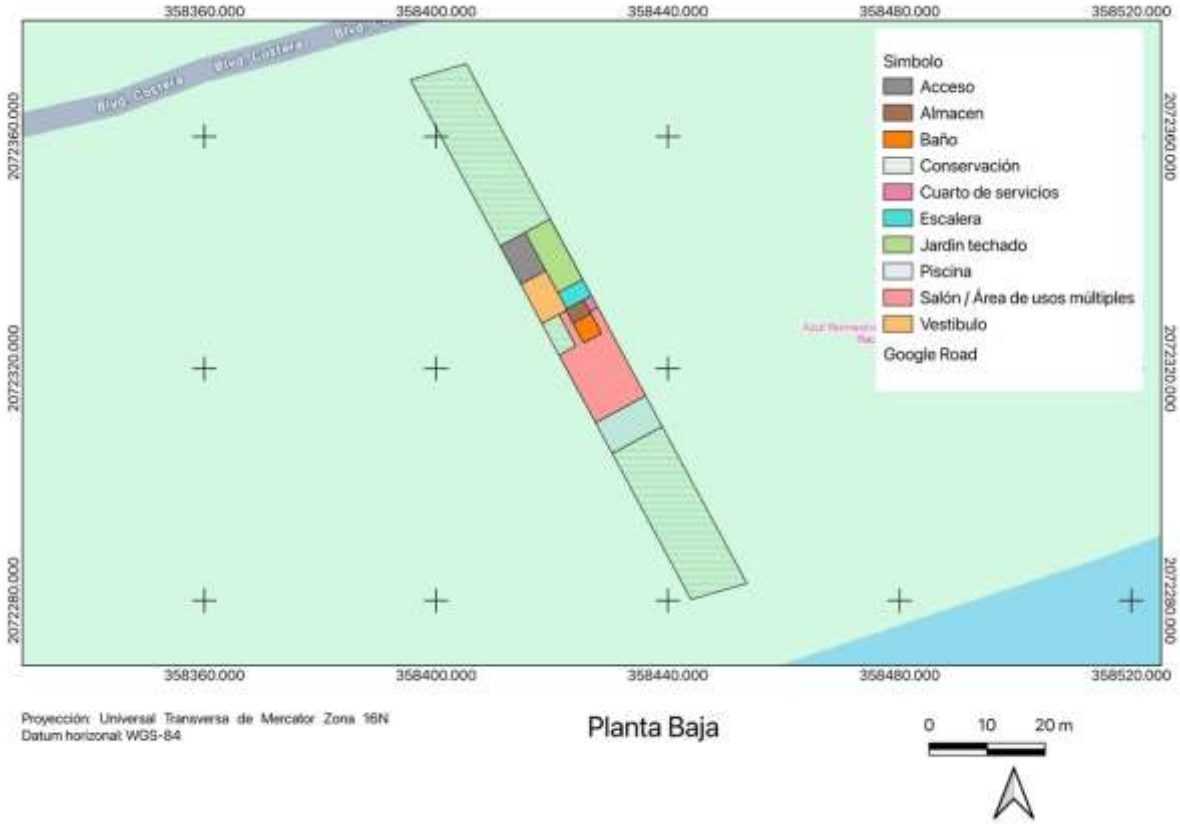


Figura 1. 13. Cortes arquitectónicos de planta baja

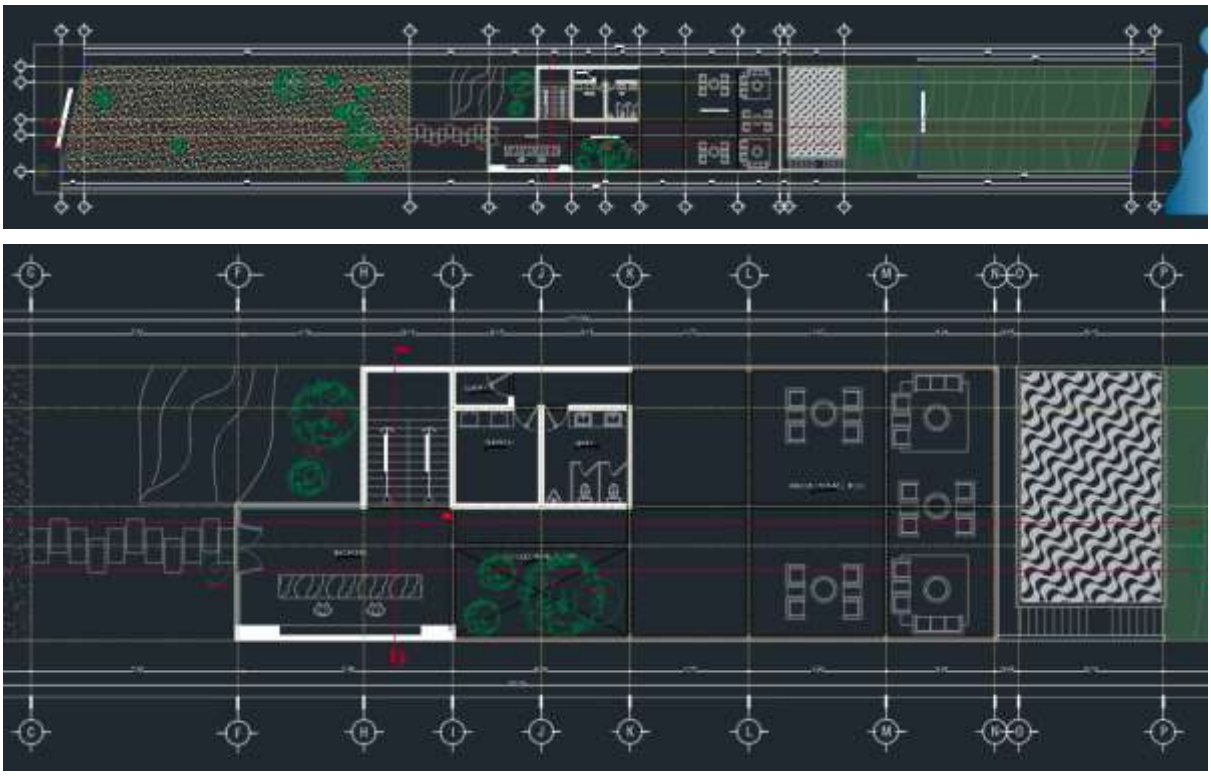


Tabla 1. 4. Superficies de las obras en planta baja

Planta	Obras	m2
Planta baja	Acceso	36.83
	Vestibulo	38.06
	Jardin techado	58.02
	Almacen	9.45
	Cuarto de servicios	3.56
	Escalera	15.40
	Baño	13.63
	Salón / Área de usos múltiples	144.70
	Subtotal planta baja	**319.65**

Las obras de la planta alta cuentan con superficie total de 319.63 m^2. En esta planta se localizan las dos recámaras con baño, escaleras que conectan con planta baja, una sala principal, un baño exterior, un almacén y un cuarto de servicios con almacén temporal de residuos urbanos. La altura de construcción del sótano es de 2.6m del loza del piso a loza de techo.

Figura 1. 14. Obras y actividades en planta baja

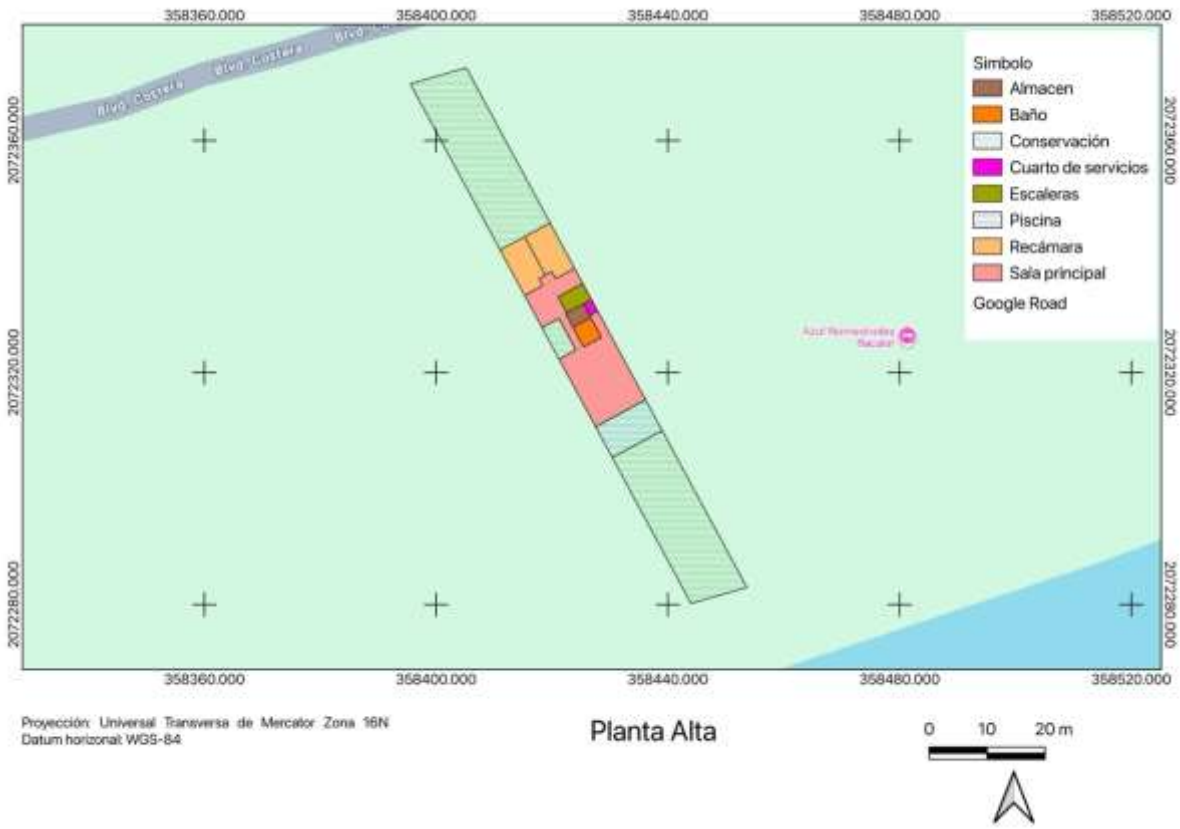


Figura 1. 15. Corte transversal planta alta

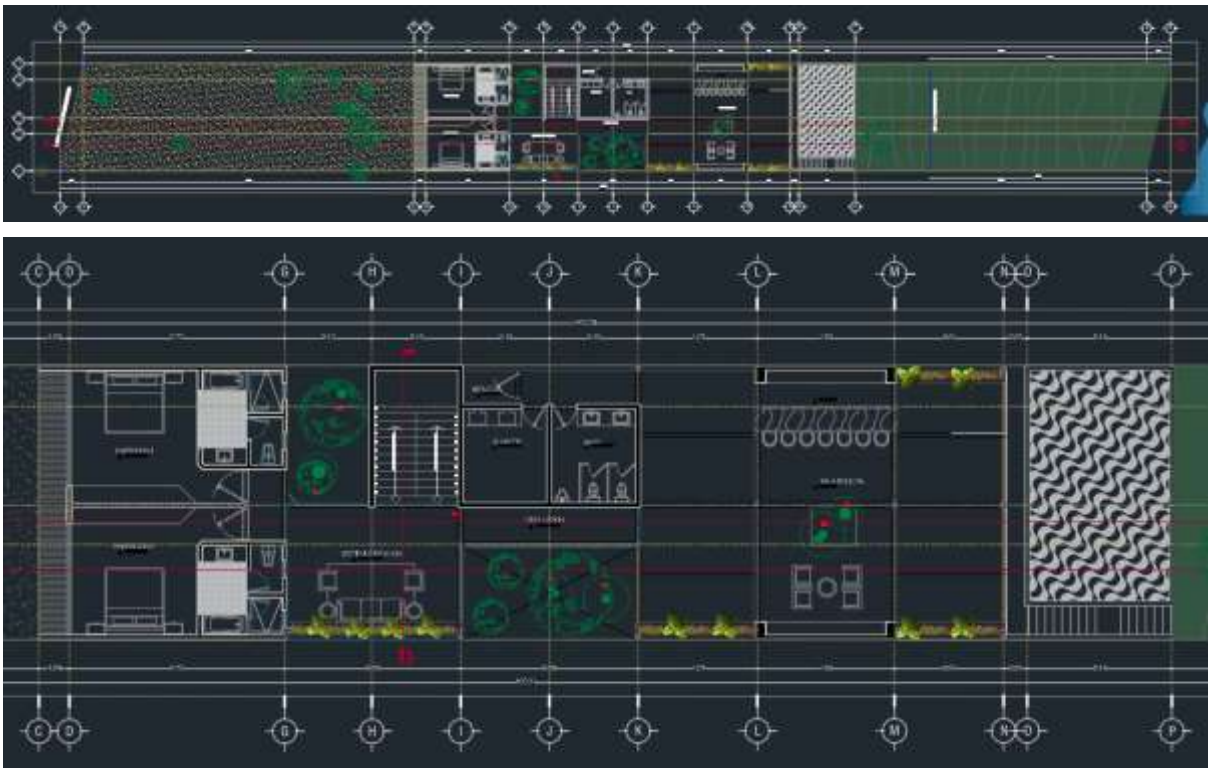


Tabla 1. 5. Superficies de las obras en planta alta

Planta	Obras	m2
Planta alta	Escaleras	15.39
	Almacen	9.45
	Cuarto de servicios	3.56
	Sala principal	193.80
	Recámara	42.72
	Recámara	41.09
	Baño	13.62
Subtotal planta alta		**319.63**

La azotea se planteó bajo criterios de optimización espacial y sustentabilidad energética. Este espacio cumple una función dual de resguardo estructural e integración de infraestructura crítica para la operación hidrológica y de ecotecnologías. La superficie total de la cubierta se desglosa en dos tipologías estructurales claramente diferenciadas:

- Losa Estructural Sólida: Cuenta con una superficie de 249.89 m^2, construida con base en sistemas de concreto armado con un diseño de carga muerta reforzado.
- Pérgola de Madera: Abarca una superficie complementaria de 69.70m^2, concebida como un elemento de transición arquitectónica y de control micro climático que disminuye la incidencia de la radiación solar directa sobre los niveles inferiores.

En la sección de la losa estructural se dispondrá de un área confinada y sobreelevada destinada al almacenamiento e integración de los sistemas hidráulicos del desarrollo así como los tanques de gas licuado a presión de 300 litros.

Este núcleo de servicios albergará dos sistemas independientes de depósitos de agua (tinacos) con la finalidad de mantener una separación estricta en el ciclo del agua del predio:

- Sistema de Agua Potable: Consiste en depósitos de polietileno de alta densidad con grado alimenticio y capas de protección UV. Estará conectado directamente a cisterna localizada en la planta baja, encargado de garantizar el gasto e hidropresión requeridos para los servicios hidrosanitarios internos (baños, cocinas y recámaras).
- Sistema de Agua Pluvial: Consiste en un depósito de almacenamiento secundario que recibirá el caudal recuperado por medio del sistema de captación pluvial de las techumbres. Esta infraestructura almacenará el agua pluvial para su posterior distribución segregada hacia las áreas de conservación (jardín interior de la vaguada) y servicios de limpieza general, disminuyendo sustancialmente la demanda de extracción de agua del acuífero.

Como parte de la estrategia para mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y en alineación con las políticas de sustentabilidad para el Estado de Quintana Roo, la losa de 249.89m^2 ha sido calculada e impermeabilizada previendo la capacidad de carga estructural y espacial para dos sistemas eco tecnológicos clave:

- Sistema de Calentamiento Solar de Agua: Conjunto de colectores solares térmicos orientados geométricamente para capturar la máxima radiación anual, con el fin de abastecer la demanda de agua caliente sanitaria de la residencia.
- Sistema Fotovoltaico de Generación Eléctrica: Arreglo de paneles solares para la generación de energía eléctrica limpia e interconectada a la red distribuida, reduciendo la huella de carbono en la etapa de operación del proyecto.

Aunque el diseño de ingeniería estructural de la losa garantiza la total viabilidad técnica para la instalación inmediata de ambos sistemas de ecotecnologías, su implementación definitiva y plazos de colocación quedan sujetos a la evaluación final de viabilidad financiera y calendarización de flujos de inversión por parte del promovente. No obstante, el espacio queda asignado formalmente en el plano de conjunto y distribución como reserva ambiental tecnológica.

Figura 1. 16. Plano de la azotea

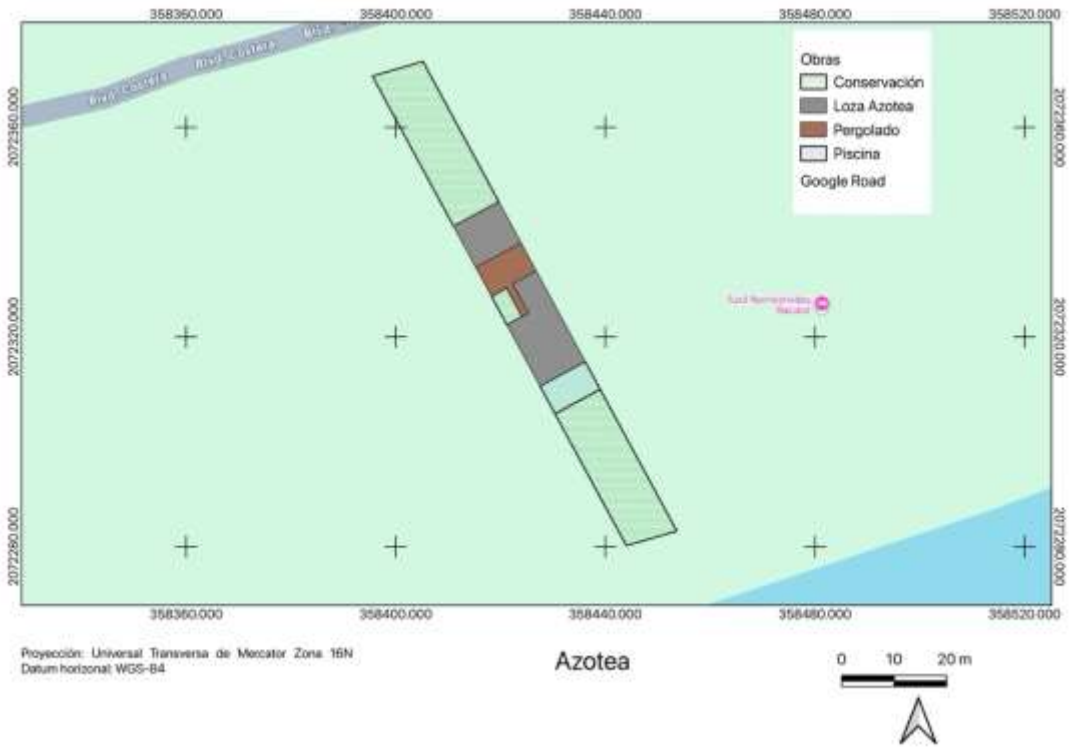


Figura 1. 17. Corte transversal planta alta

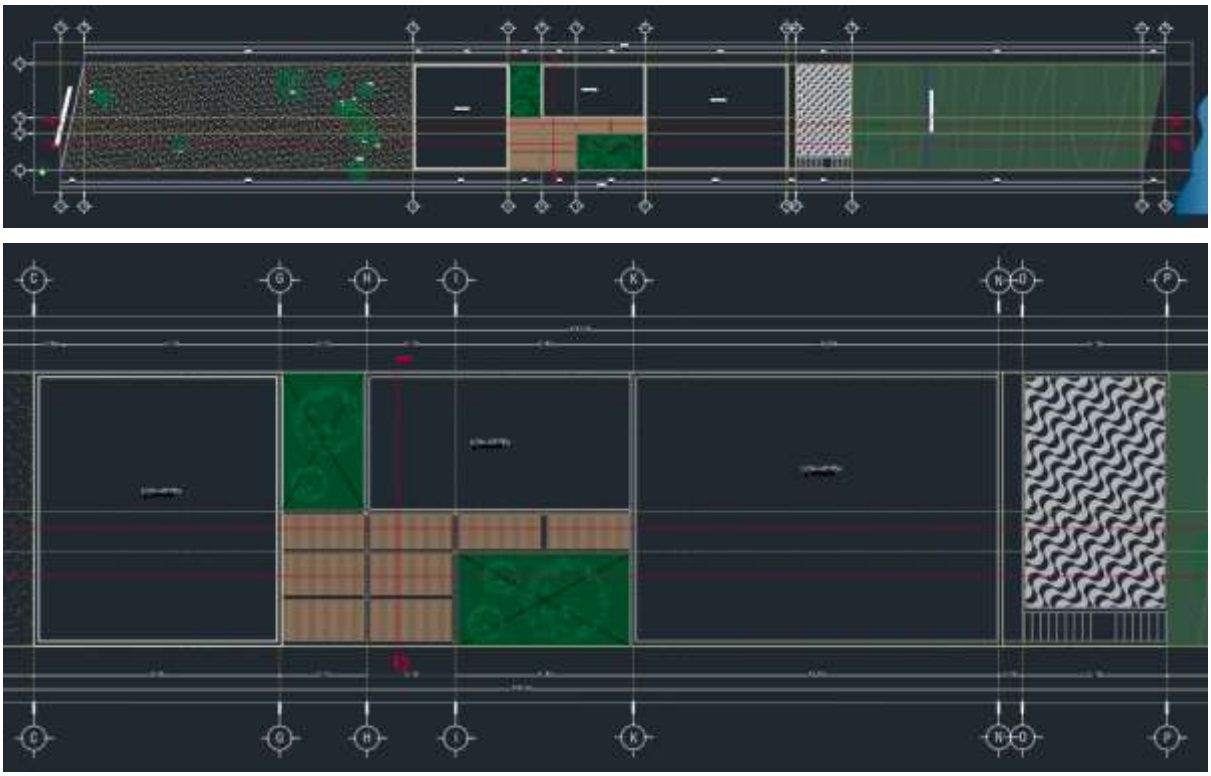


Tabla 1.6. Superficies de las obras en azotea

Planta	Obras	m2
Azotea	Loza	249.89
	Pérgola	69.70
	Subtotal azotea	**319.59**

A continuación se realiza la caracterización técnica y funcional de cada una de las obras que integran el diseño arquitectónico escalonado de la residencia turístico-comercial, clasificadas por niveles operativos y áreas de circulación:

Tabla 1.7. Descripción de las obras y actividades de la residencia turística

Planta	Obra	Descripción
Sótano	Baño	Con una superficie de construcción de 17.68m^2, este módulo está proyectado para optimizar los servicios del área comercial y pública del nivel. Su distribución es binaria (sección independiente para hombres y mujeres), equipada con dos tazas sanitarias y dos lavamanos de bajo consumo hidrosanitario como medida de ecotecnia.
	Barra y recepción	Espacio de 38.06m^2 destinado a la preparación y servicio de bebidas. Funciona estratégicamente como zona de transición y acceso principal hacia el núcleo social del nivel sótano.
	Salón / comedor	Constituye el espacio operativo y comercial más amplio de este nivel, con una superficie de 104.49m^2. Está diseñado con un enfoque multifuncional para la recepción de comensales, conectando el espacio cerrado con las áreas exteriores de esparcimiento.
	Cocina / Bodega	Módulo integrado que abarca una superficie de 19.65m^2 para la cocina operativa, complementado por una bodega/almacén de 13.62m^2 destinada al resguardo de insumos alimenticios y

Planta	Obra	Descripción
		materiales de mantenimiento, cumpliendo con las normativas de seguridad e higiene.
	Asoleaderos	Zona exterior de transición que ocupa 29.81m^2, concebida como un área de descanso a cielo abierto que aprovecha la orientación paisajística hacia la piscina y la zona de conservación lagunar.
	Piscina	Obra hidráulica con una superficie de espejo de agua de 46.17m^2 y una profundidad de diseño de 1.65m, proyectando un volumen total de almacenamiento de 66.00m^3. En el subsuelo de esta estructura se confinará el cuarto de máquinas, el cual albergará los sistemas de bombeo, filtración y el sistema de retro lavado en circuito cerrado para evitar descargas incidentales al suelo kárstico.
Planta baja	Acceso, vestíbulo y jardín techado	El núcleo de ingreso comprende un acceso peatonal de 36.83m^2 y un vestíbulo receptor de 38.06m^2. Ambos componentes se localizan en la proyección inferior de las recámaras de la planta alta, integrándose con un jardín techado de 58.02m^2. Estructuralmente, son espacios semiabiertos soportados por columnas de carga calculadas para absorber los esfuerzos mecánicos y transferencias de peso del nivel superior. El vestíbulo funcionará como la recepción principal del desarrollo.
	Almacén, cuarto de servicios y baño	Se agrupan las obras de apoyo operativo que incluyen un almacén general de 9.45m^2, un cuarto de servicios de 3.56m^2 y medio baño de 13.63m^2. El cuarto de servicios concentrará el centro de control eléctrico, bombas hidroneumáticas, calentadores de agua eficientes y el área de almacenamiento temporal de Residuos Sólidos Urbanos (RSU), previo a su disposición final.
Planta alta	Recámaras	El área habitacional privada se compone de dos unidades: la recámara principal con 42.72m^2 y una recámara secundaria de 41.09m^2. Cada una de las crujías está proyectada con baño completo integrado y dimensiones optimizadas para mobiliario residencial y vestidores.
	Almacén, cuarto de servicios y baño	Replicando la distribución modular de eficiencia estructural, se dispone de un almacén de 9.45m^2, un cuarto de servicios operativos de 3.56m^2 y un baño exterior común de 13.62m^2 para servicio de las áreas comunes del nivel.
	Sala principal y área de usos múltiples	Representa la mayor huella constructiva de la planta alta con 193.80m^2. Este espacio integra el vestíbulo de distribución hacia las recámaras, pasillos de circulación y una gran estancia de usos múltiples destinada a albergar el mobiliario de convivencia familiar (estancia, comedor y sistemas multimedia).
	Escaleras	El flujo y la conectividad vertical entre los tres niveles (Sótano, Planta Baja y Planta Alta) se realiza a través de un núcleo de escaleras centralizado. Estructuralmente, este componente ocupa una superficie fija por planta de 15.39m^2, diseñado bajo estrictas normas de seguridad y evacuación arquitectónica.

El proyecto contempla el desplante total de **378.78 m^2** sobre las diferentes áreas del terreno, mientras que se dejarán en estado natural **620.45 m^2** como área de conservación.

Figura 1. 18. Áreas de aprovechamiento y conservación del proyecto

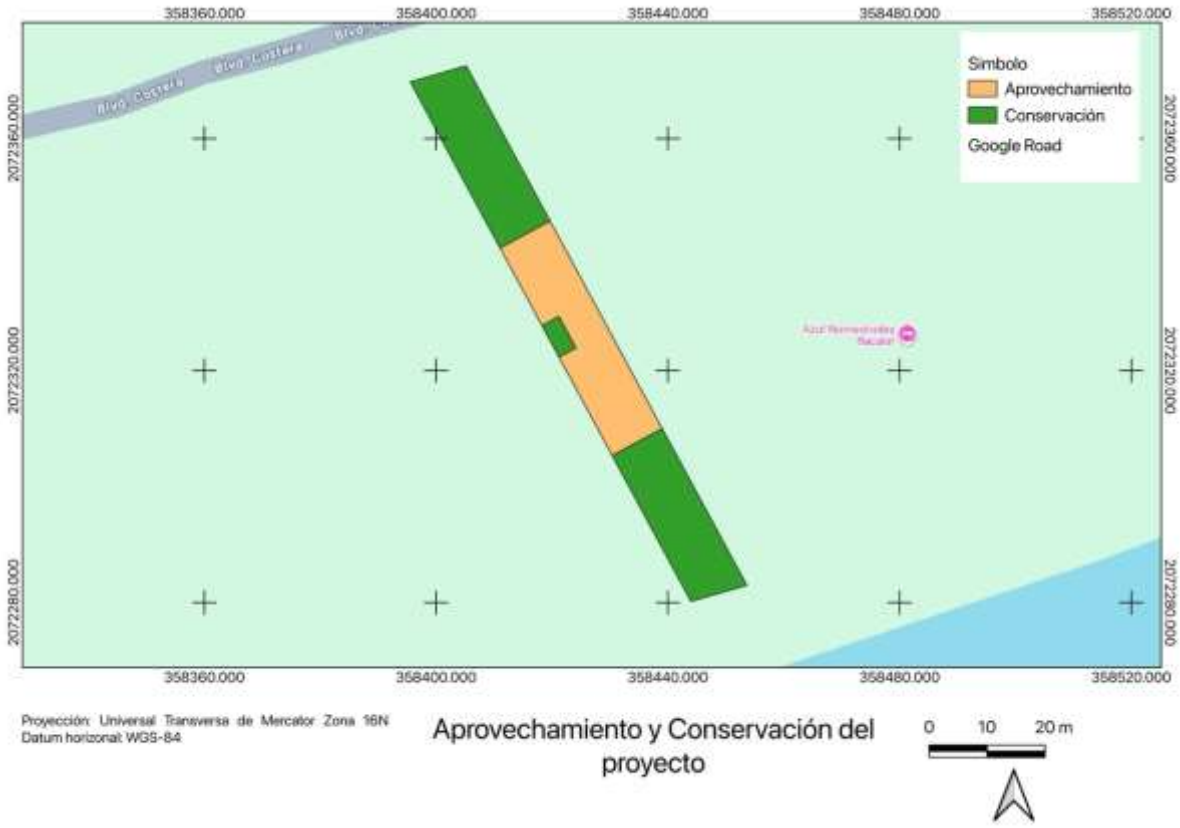


Tabla 1. 8. Superficie de las áreas de aprovechamiento y conservación

Tipo	m2	%
Aprovechamiento	378.78	37.91
Conservación	620.45	62.09
Total	**999.23**	**100**

La residencia tendrá la altura máxima de 13.00 m la cual se mide desde el terreno natural en la zona más baja y es donde se localiza la piscina (zona de ascenso inicial). En la zona más alta (meseta) donde se localiza la entrada a la residencia, contará con una altura de 7.95 m. Por lo que no rebasa los 20 m de altura con respecto al nivel del terreno.

Figura 1.19. Corte transversal del diseño del proyecto



El análisis del Modelo Digital de Terreno (MDT) y la configuración de las curvas de nivel permiten identificar de manera muy precisa la configuración del terreno, y como se presentó anteriormente se presenta una zona alta o meseta, una zona intermedia con una ascenso que recae en una depresión con altura de 6.6 msnm, una zona de ascenso hacia la laguna.

La morfología e hipsometría de la depresión se configura de la siguiente manera:

- Puntos de Aportación Alta (Zonas de Recarga Externa): El predio recibe aportaciones pluviales desde dos frentes topográficos contrapuestos. El frente norte (Meseta Superior), estabilizado en la cota de los 10 m, y el frente sur (Cresta del Ascenso Inicial), que alcanza una cota de 8 m.
- Zona de Convergencia (Vaguada): Las curvas de nivel muestran una gradiente convergente hacia el centro del predio. La cota desciende de manera abrupta desde los 9.6 m (metro 62) y desde los 8 m (metro 24) hasta una cota de fondo mínima de 6.6 m entre los metros 35 y 45 del trazo longitudinal.
- Dinámica del Flujo Pluvial: Al presentarse un evento hidrometeorológico, el agua de lluvia precipitada sobre las zonas altas es conducida por gravedad (escorrentía superficial) hacia la hondonada central. Debido a que el predio está flanqueado por dos elevaciones, esta vaguada funciona como un vaso de regulación natural temporal antes de que el agua se infiltre al subsuelo o se desplace lateralmente de acuerdo con el gradiente regional.

El acuífero de la Península de Yucatán, y específicamente la cuenca circundante a la Laguna de Bacalar, presenta una litología kárstica de alta permeabilidad. Bajo este contexto, las depresiones topográficas o vaguadas constituyen zonas de vulnerabilidad hidrogeológica intrínseca, ya que actúan como áreas naturales de captación, amortiguamiento pluvial e infiltración directa hacia el manto freático.

Para evitar cualquier tipo de alteración de la hidrodinámica local, el proyecto ha descartado por completo la práctica tradicional de nivelación, relleno masivo o canalización artificial de la hondonada. En su lugar, el diseño aplica un principio de arquitectura adaptativa y de bajo impacto mediante las siguientes consideraciones técnicas:

Preservación de la Capacidad de Infiltración: La vaguada central ha sido integrada formalmente como un Área de Conservación Interna (Jardín Interior). Al mantener esta zona libre de desplante de concreto o cimentaciones impermeables, se garantiza que el coeficiente de infiltración natural del suelo no sea modificado, permitiendo que el agua pluvial continúe su curso hacia el acuífero sin generar inundaciones aguas arriba ni desecación del suelo.

Diseño en Suspensión / Escalado del Sótano: Si bien el nivel Sótano transita geométricamente por el sector de la vaguada, la ingeniería del proyecto contempla estructuras cimentadas sobre pilotes o muros de contención perimetrales calculados para no interrumpir el flujo subsuperficial ni subyacente. La edificación "cruza" la depresión respetando la morfología del terreno natural.

Prevención de Riesgos Hidrológicos Sinérgicos: Al no rellenar la vaguada, se evita la redirección caótica de escorrentías superficiales hacia los predios colindantes o un incremento súbito en la velocidad de descarga hacia la zona lagunar costera, lo cual prevendría procesos de erosión hídrica o lavado de sedimentos que pudieran afectar los microhabitats de estromatolitos en la laguna.

Conclusión del Manejo Hidrológico: El componente de conservación de la vaguada funciona como una medida de mitigación preventiva in situ. Cumple de forma simultánea con la continuidad del ciclo hidrológico local y con los criterios de sustentabilidad que demanda la normatividad ambiental vigente para el Estado de Quintana Roo, demostrando la viabilidad técnica del desarrollo en perfecta coexistencia con las limitantes físicas del relieve de la zona.

Para demostrar técnicamente que se garantiza la preservación de la capacidad de infiltración, la no alteración al flujo pluvial y se garantiza la integridad de la estructura de la edificación se presentan los siguientes dos cálculos numéricos:

- Cálculo del Coeficiente de Escurrimiento (Ce): Demostrar matemáticamente que el Ce del predio en su etapa de operación se mantendrá cercano al estado pre-desarrollo, debido a que el 62.09% del terreno se queda como suelo natural permeable.
- Sistema de Captación Pluvial: Indicar que las techumbres de la Planta Alta contarán con bajantes pluviales dirigidos explícitamente hacia el jardín de la vaguada, acelerando la recarga natural y evitando verter aguas limpias al sistema de drenaje sanitario o al Boulevard Costero.

El coeficiente de escurrimiento (Ce) representa la fracción de la lluvia que se transforma en escorrentía superficial. Varía entre 0.0 (infiltración total) y 1.0 (impermeabilidad absoluta). De acuerdo con las especificaciones de diseño y las tablas de áreas:

Área de Aprovechamiento / Desplante (A_1): 378.78m^2 (37.91%). Al ser zonas edificadas y pavimentadas, se les asigna un $Ce_1 = 0.90$ (impermeable).

Área de Conservación Natural (A_2): 620.45m^2 (62.09%). Al mantenerse como suelo kárstico natural con vegetación forestal / jardín, se le asigna un $Ce_2 = 0.15$ (alta infiltración).

Área Total del Predio (A_T): 999.23m^2.

Ecuación del Coeficiente Ponderado (SCT, 2000; CONAGUA, 2019):

$$Ce_{ponderado} = \frac{(A_1 x Ce_1) + (A_2 x Ce_2)}{A_T}$$

Sustitución y Resultados:

$$Ce_{ponderado} = \frac{(378.78m^2 x 0.90) + (620.45m^2 x 0.15)}{999.23m^2}$$

$$Ce_{ponderado} = \frac{(340.90) + (93.07)}{999.23} = \frac{433.97}{999.23}$$

$$Ce_{ponderado} = 0.434$$

Interpretación Técnica: El Ce resultante de **0.434** demuestra que, a pesar del desarrollo inmobiliario, el 56.6% del volumen total de agua precipitada en el predio continuará infiltrándose de manera natural, mitigando significativamente la generación de caudales pico hacia la laguna.

Estimación del Gasto Pico Pluvial (Q) en la Vaguada

Para justificar el dimensionamiento del jardín interior de la vaguada como vaso de regulación, calculamos el caudal máximo instantáneo que recibirá de acuerdo con la fórmula del Método Racional (Aparicio Mijares, 2010; Chow et al., 1994):

$$Q = \frac{C\ x\ I\ x\ A}{360}$$

- Q= Caudal o Gasto Pico
- C= Coeficiente de escurrimiento ponderado (0.434)
- I = Intensidad de la lluvia (mm/h). Para la zona costera de Bacalar, considerando un periodo de retorno (Tr) de 10 años para proyectos residenciales y una duración igual al tiempo de concentración, se utiliza una intensidad crítica promedio de 120mm/h.

- A= Área de la vaguada aportante en hectáreas. El predio total tiene 999.23m^2, lo que equivale a 0.09 ha.

Sustitución y Resultados:

$$Q = \frac{0.434x120mm/hx0.09ha}{360}$$

$$Q = \frac{5.2028}{360}$$

$$Q = \frac{0.0144m^3}{s} (equivalente\ a\ 14.45\ litros\ por\ segundo)$$

Balance de Almacenamiento y Capacidad de Regulación de la Vaguada

La vaguada central funciona como una celda de bio-retención natural. Evaluamos si el área asignada en el diseño arquitectónico es suficiente para amortiguar este caudal

Volumen Aportado por Tormenta Crítica ($V_{tormenta}$): Asumiendo una tormenta severa con una duración de 30 minutos (1800 s):

$$V_{tormenta} = Q\ x\ t = 0.0144 \frac{m^3}{s} x\ 1800\ s = 26.01\ m^3$$

Capacidad de Almacenamiento Geométrico de la Vaguada: De acuerdo con la descripción del relieve, la vaguada se extiende entre los metros ~24 y ~48 (longitud de 24m), y tiene un ancho promedio del predio que estimamos en unos 10m (dado el polígono alargado de 100m de largo por superficie de 999.25 m^2 totales). La profundidad media de la hondonada respecto a sus crestas es de aproximadamente 1.4m (bajando de la cota 8m a la 6.6m).

Considerando la geometría cóncava (aproximada a un prisma triangular invertido para el almacenamiento libre):

$$V_{almacenamiento} = \frac{Longitud\ x\ Ancho\ x\ Profundidad}{2}$$

$$V_{almacenamiento} = \frac{24m\ x\ 10m\ x\ 1.4m}{2} = 168.0\ m^3$$

Conclusión del Balance Hidrológico: **La capacidad de almacenamiento físico de la depresión natural (168.0m^3) supera por más de 6 veces el volumen generado por una tormenta crítica de diseño (26.01m^3)**. Esto demuestra numéricamente que la vaguada no sufrirá desbordamientos ni afectará estructuralmente al sótano, operando eficientemente como un sistema urbano de drenaje sostenible *in situ* (Chow et al., 1994; CONAGUA, 2019).

SISTEMA DE GENERACIÓN DE ENERGÍA

- Objetivo

Proveer un sistema de generación de energía mediante sistema de energía renovable se considera como la fuente primaria, teniendo como respaldo a una planta de luz a gas LP. El sistema deberá de tener la capacidad de generar al menos 20 Kwh. /día, lo que es equivalente a los consumos convencional, de características similares sin aire acondicionado y para un promedio de uso para seis personas. Esta demanda de energía se puede llegar a incrementar hasta a 70 Kwh/día, tomando en consideración la demanda por los sistemas de aire acondicionado, hidroneumático, servicios de tratamiento y potabilización del agua, así como cargas no previstas y uso excesivo de los aparatos.

- Filosofía de operación del sistema.

El sistema de energía renovable para generación de energía estará formado por un arreglo solar y una maquina eólica. Este sistema estará respaldado por una máquina de combustión a gas LP de 10 kW efectivos.

El sistema hibrido solar-eólico aportara la mayor parte de la energía para satisfacer la demanda. La “planta de luz” estará interconectada al sistema y proveerá energía, si fuese necesario, al tiempo de mantener el banco de baterías en plena carga si este se llegase a descargar.

Por lo anterior habrá un sistema de transferencia automático, el cual decide si la energía es enviada por el sistema de energía renovable o por la planta de luz, tomando como criterio de decisión el voltaje del banco de baterías como primera instancia y para cubrir una demanda de potencia excesiva como segunda instancia. Estos criterios de decisión pueden ser modificados por el usuario mediante la programación del sistema. Los resultados del análisis que soportan esta configuración se encuentran en párrafos más adelante, la cual se basa en el costo neto presente más bajo después de haber analizado más de 1400 alternativas de configuraciones posibles, considerando la disponibilidad de los recursos naturales y de los costos de los equipos, el costo de mantenimiento y las partes de reemplazo.

El sistema contara con un banco de inversores de 12 kW para que se obtenga voltaje a 220 VCA y adicionalmente, si por alguna razón uno de los sistemas de inversores llegase a fallar, el proyecto tendrá otro más de repuesto para tener servicio. En otras palabras, habrá un inversor principal y otros de respaldo que también estarán activos, pero en modo de espera. En cualquier momento se podrían intercambiar o incluso operar con un solo inversor y la planta de luz a gas.

SISTEMA DE CALENTAMIENTO DE AGUA CON ENERGÍA SOLAR

- Objetivo

Se proveerá de un sistema de calentamiento de agua mediante energía solar el cual será diseñado y calculado para dar servicio a la casa.

- Criterio de diseño del sistema

El sistema de calentamiento es un sistema central el cual da servicio a los baños. Este sistema solar de calentamiento estará ubicado en el techo y se alimentará del hidroneumático del agua fría. Otro hidroneumático mantendrá igualadas las presiones para que exista un apropiado balance en las líneas de agua caliente y de agua fría.

Cabe resaltar y como se contempló anteriormente para la instalación de los sistemas de generación de energía fotovoltaica y el sistema de calientamiento de agua con energía solar, aunque el diseño de ingeniería estructural de la losa en la azotea garantiza la total viabilidad técnica para la instalación inmediata de ambos sistemas de ecotecnologías, su implementación definitiva y plazos de colocación quedan sujetos a la evaluación final de viabilidad financiera y calendarización de flujos de inversión por parte del promovente. No obstante, el espacio queda asignado formalmente en el plano de conjunto y distribución como reserva ambiental tecnológica.

AGUA POTABLE

Para la red de agua potable, se realizarán la instalación de la acometida principal, los cuales constarán de tuberías, colocación de válvulas y cajas de válvulas, las cuales estarán colocadas a lo largo de la casa habitación. El agua potable se obtendrá a través de pipas almacenándolo en una cisterna con capacidad de 5,000 lt, también se contempla la colocación de un sistema de captación de agua pluvial para el uso de agua. Para el consumo humano se realizará a traves de garrafones de agua potable.

AGUA RESIDUAL.

Para el Tratamiento de Aguas Residuales Generadas en la operación del proyecto, se instalará un tren de tratamiento integral con fase anaerobia compuesto por un tanque Imhoff y acoplados a una fase aerobia de pulido a traves de la planta doméstica (lodos activdados; ver Anexo 1.1 y Anexo 1.2), y fase terciaria natural por humedal artificial como última fase de tratamiento tecnológico, la cual no requiere ningún sistema de cimentación, estas serán colocadas bajo tierra a una profundidad de 2 mts, utilizando el suelo como soporte de las mismas. El material producto de la excavación será retirado del lugar por medios manuales y con ayuda de un vehículo de 1.5 toneladas, para ser trasladado fuera del predio y ser donado para el relleno de obras municipales. Durante la excavación se delimitará la zona, y se humedecerá el material para evitar el arrastre y dispersión de los materiales por acciones de interperismos físico o mecánico.

1.5 PROGRAMA GENERAL DE TRABAJO

El Proyecto está planteado para implementarse en un periodo total de **86 años**.

Se prevé un periodo de **18 bimestres (tres años)** para la etapa de Preparación del sitio, el cual se compone de un periodo de 9 bimestres (1.5 años) para la obtención de permisos, licencias y otras autorizaciones federales estatales y municipales. Contando con los permisos, se notificará el inicio de obra y se comienza la preparación del sitio. Las obras asociadas a esta etapa corresponden a la remoción de vegetación (desmonte y despalme), colocación de obras temporales, además de realizar los estudios geotécnicos y mecánica de suelo. Se requiere un periodo de 9 bimestres (1.5 años).

Una vez concluida la etapa de preparación del sitio, se realizará la construcción de las obras y actividades del proyecto la cual tendrá una duración de **18 bimestres (3 años)**. Finalizando esta etapa se realizará la notificación de finalización de obra y comenzará la etapa de operación y mantenimiento la cual tendrá una vida útil del proyecto de 80 años.

En la Tabla 1.8 se presenta el Programa General de Trabajo para la consolidación del Proyecto.

1.5.1 Programa de preparación del sitio (3 años)

ACTIVIDADES PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO	BIMESTRES																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
PREPARACIÓN DE SITIO																		
Obtención de permisos y licencias																		
Aviso de inicio de actividades																		
Trazo y delimitación de áreas de aprovechamiento																		
Actividades de marcado y rescate de vegetación,																		
Actividades de rescate y reubicación de fauna silvestre																		
Instalación y operación del vivero rústico temporal (se adquirirán plantas endémicas de la zona para la reforestación de las áreas destinadas para conservación)																		
Remoción de la vegetación (desmponte y despalme)																		
Estudio geotécnico y mecánica del suelo																		
Instalación de servicios temporales de agua potable, energia electrica y baños portatiles																		
Señalización y medidas preventivas																		
Retiro y reubicación de bodega temporal y material petreo no utilizable en el predio																		
Limpieza del terreno																		

1.5.2 Programa de construcción (3 años)

ACTIVIDADES PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO	BIMESTRES																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
CONSTRUCCIÓN																		
Nivelación del terreno																		
Conformación de plataformas para deplante de áreas constructivas																		
Cimentación																		
Muros, cadenas y castillos																		
Estructura de concreto columnas y trabes																		
Losas de concreto																		
Calcreto																		
Acabados muro exterior																		
Acabados plafón																		
Acabados muros interior																		
Pisos interior																		
Pisos y recubrimientos baños																		
Pisos de cemento																		
Pintura																		
Impermeabilización																		
Varios albañilería																		
Recubrimiento de mesetas de baños																		
Recubrimiento de mesetas de cocinas																		
Cancelería																		

ACTIVIDADES PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO	BIMESTRES																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
CONSTRUCCIÓN																		
Carpintería																		
Acometida de agua potable general																		
Muebles de baño																		
Muebles de cocina																		
Bajantes fluviales																		
Sistema de riego de áreas de conservación/por reforestar (bomba, ramaleos y aspersores)																		
Drenaje sanitario																		
Construcción de amenidades, alberca y áreas de espacimiento del proyecto																		
Instalación de equipos de a.a.																		
Acometida de media tensión																		
Instalación centro de medidores																		
Alimentación tableros																		
Luminarias departamentos																		
Instalación eléctrica, alumbrado y contactos																		
Limpieza general y desalojos																		
Aviso de conclusión de la construcción de las obras																		

1.5.3 Programa de operación y mantenimiento (80 años)

ACTIVIDADES PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO	FRECUENCIA	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Años 6-10	Años 11-20	Años 21-40	Años 41-60	Años 61-80
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO											
Gestión y Monitoreo Ambiental											
Monitoreo de áreas de conservación	Anual										
Entrega de informes de cumplimiento de condicionantes a la PROFEPA	Anual										
Mantenimiento del Sistema Hidrosanitario Pluvial											
Limpieza de techumbres y desazolve del sistema de captación pluvial	Anual										
Limpieza de sedimentos en el jardín central	Bianual										
Extracción de lodos maduros y sustitución de material filtrante en tanke ImHoff	Cada 5 años										
Poda controlada y mantenimiento de la vegetación	Anual										
Mantenimiento Estructural del Inmueble											
Mantenimiento preventivo, sellado e impermeabilización de la Losa Estructural	Cada 3 años										
Tratamiento hidrófugo y protección contra intemperismo de la Pérgola de Madera.	Anual										
Inspección estructural de las columnas de carga y cimentación en zonas de pendiente	Cada 10 años										
Mantenimiento y lavado de Circuitos y Cuarto de Máquinas de la Piscina.	Semestral										

ACTIVIDADES PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO	FRECUENCIA	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Años 6-10	Años 11-20	Años 21-40	Años 41-60	Años 61-80
Mantenimiento de Trampas de Grasa	Cuatrimestral										
Gestión de Ecotecnologías y Energía											
Sustitución tecnológica programada de componentes energéticos y tinacos de almacenamiento	Cada 20 años										
Manejo de Residuos Sólidos Urbanos (RSU)											
Recolección diaria, separación y almacenamiento temporal en cuartos de servicio	Diario										
Entrega de RSU reciclables y no reciclables al servicio municipal autorizado	Tres semanales										

1.6 DESCRIPCIÓN DE LAS FASES DE DESARROLLO DEL PROYECTO

1.6.1 Etapa del Preparación del Sitio

Previo al inicio de las actividades constructivas permanentes del proyecto, se llevarán a cabo las acciones correspondientes a la etapa de preparación del sitio, las cuales estarán enfocadas en garantizar una intervención ordenada y ambientalmente responsable del terreno. Estas actividades comprenderán principalmente el trazo y delimitación de las áreas de aprovechamiento y conservación, la implementación de los programas de rescate de flora y ahuyentamiento de fauna, el desmonte semi-mecanizado exclusivamente en las áreas de desplante arquitectónico, el manejo y aprovechamiento del material vegetal resultante, así como la instalación de obras temporales, señalización y medidas preventivas.

A diferencia de los métodos tradicionales de preparación del terreno, de manera convencional se requieren el uso de maquinaria pesada para la remoción total de la vegetación. Sin embargo, el presente proyecto implementará un procedimiento de desmonte semi-mecanizado de bajo impacto ambiental, el cual combina actividades manuales especializadas con el uso controlado de maquinaria ligera. Este método tiene como finalidad restringir la remoción de vegetación únicamente a las superficies necesarias para el desplante de la infraestructura proyectada, evitando afectaciones innecesarias sobre la vegetación adyacente, reduciendo la compactación del suelo y conservando, en la mayor medida posible, las condiciones naturales del terreno.

Si bien el proyecto destina formalmente **620.45m^2 (62.09%)** del predio como **Área de Conservación** Natural e Infiltración —donde queda estrictamente prohibida cualquier actividad de desmonte, despalme o remoción de la cubierta vegetal secundaria—, las condiciones biofísicas actuales del terreno presentan discontinuidades naturales en el dosel y un espaciamiento libre entre los fustes arbóreos, además se prevee dar mantenimiento y mejora en el área de conservación con actividades de “sokoleo”[1].

Esta configuración morfológica permite actualmente el tránsito peatonal y configura una vía de acceso preexistente apta para el paso confinado de vehículos utilitarios tipo camionetas pick-up y maquinaria ligera de bajo impacto (tales como minicargadores tipo Bobcat y retroexcavadoras de dimensiones reducidas), sin que esto implique la afectación, poda o derribo de individuos arbóreos nativos, ya que el paso se realizará zigzagueante y dependiendo de esta configuración morfológica y localización de árboles y arbustos.

Con base en estas preexistencias y con el fin de optimizar el espacio sin generar impactos sinérgicos tempranos, la logística constructiva se ejecutará bajo el siguiente esquema secuencial y controlado:

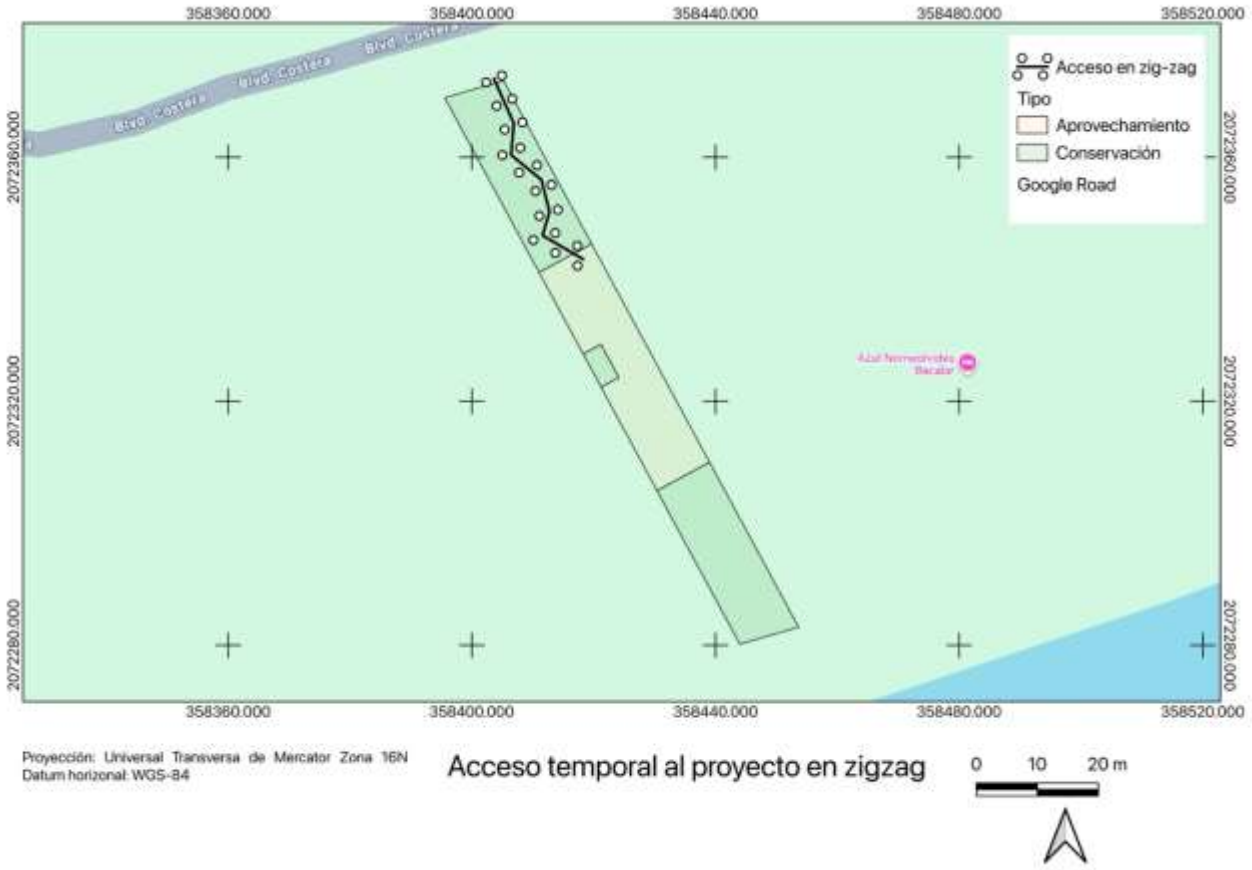
1. Fase Inicial de Mitigación y Estacionamiento en Vialidad Principal: Durante las primeras acciones de desmonte selectivo, excavación técnica y nivelación en el área de aprovechamiento, la maquinaria y los vehículos operarán y se estacionarán exclusivamente sobre la acera perimetral de la avenida principal (Boulevard Aarón Merino Fernández). Se evitará el ingreso de equipos pesados al interior del predio para evitar la compactación del suelo kárstico y la vibración perjudicial sobre la estructura subsuperficial.
2. Habilitación Secuencial del Área de Aprovechamiento Temporal: Las instalaciones provisionales de la obra no se desplantarán de forma estática desde el día uno. El proyecto

[1] En la práctica agronómica y paisajística tradicional, el sokoleo es el deshierbe selectivo, la limpieza y la poda del sotobosque (la vegetación baja). A diferencia de un desmonte o un deshierbe total, esta actividad se realiza bajo una lógica de profundo respeto, conocimiento y aprovechamiento de la biodiversidad.

contempla un Área de Aprovechamiento Temporal que se acondicionará de manera posterior e inmediata a la conclusión del desmonte y despalme legalmente autorizados en la huella del proyecto. Es decir, las instalaciones provisionales ocuparán temporalmente la misma superficie que posteriormente albergará la infraestructura definitiva de la residencia, optimizando la tasa de las áreas de aprovechamiento.

3. Acondicionamiento y Componentes del Campamento de Obra: Una vez concluidas las tareas críticas de excavación y la nivelación de plataformas, se procederá a la instalación formal de los servicios provisionales y a la delimitación de una micro-área específica y confinada destinada al resguardo nocturno y mantenimiento de la maquinaria ligera. Este complejo logístico provisional estará integrado de forma compacta por:
    - Módulos de Almacenamiento: Bodegas cerradas para el resguardo de herramientas y un depósito de materiales de construcción protegido contra la acción eólica y pluvial.
    - Servicios al Personal: Comedor de obra ventilado y dotado de contenedores herméticos para RSU, junto con el módulo de sanitarios portátiles químicos con charolas de retención perimetral.
    - Áreas Operativas de Soporte: Un espacio confinado para la habilitación y carpintería, así como un área de mantenimiento menor equipada con kits antiderrames para la atención exclusiva de los equipos ligeros autorizados en el sitio.

Figura 1.20. Acceso en zigzag al proyecto



Las actividades que conforman esta etapa se describen a continuación:

- **Trazo y delimitación de áreas de aprovechamiento y conservación.**

Previo a cualquier actividad de intervención, una brigada especializada en topografía realizará el levantamiento y trazo preciso de las áreas destinadas al desplante de la infraestructura, así como de las superficies que permanecerán bajo conservación. Los límites serán señalizados mediante estacas, cintas restrictivas, malla u otros elementos visibles, con la finalidad de evitar que el personal y el equipo de trabajo invadan zonas no autorizadas y asegurar la protección de la vegetación circundante durante todas las etapas de construcción.

- **Marcado, rescate y reubicación de especies vegetales.**

Una vez delimitadas las áreas de aprovechamiento, se implementará un programa de rescate de flora coordinado por especialistas en identificación y manejo de vegetación. Durante esta actividad se realizará el reconocimiento del área y el marcado de aquellos individuos vegetales con posibilidad de rescate, prestando especial atención a especies de importancia ecológica y aquellas incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 o su actualización vigente. Los ejemplares seleccionados serán extraídos mediante técnicas adecuadas de acuerdo con su especie y tamaño, trasladándose posteriormente a un vivero temporal o a las áreas definitivas de reubicación establecidas dentro del proyecto. Cada organismo rescatado será debidamente registrado y monitoreado como parte de las actividades de supervisión ambiental.

- **Rescate y ahuyentamiento de fauna silvestre.**

De manera previa al desmonte y en coordinación con las actividades de rescate de flora, especialistas en manejo de fauna realizarán recorridos sistemáticos dentro de las áreas autorizadas para la intervención con la finalidad de localizar, rescatar y reubicar organismos de movilidad limitada, así como implementar acciones de ahuyentamiento controlado para permitir el desplazamiento natural de la fauna hacia las áreas de conservación adyacentes. Particular atención se otorgará a especies con algún estatus de protección conforme a la normatividad aplicable, llevando registros de los organismos identificados y las acciones implementadas.

- **Desmonte semi-mecanizado en áreas de desplante arquitectónico.**

Una vez concluidas las actividades de rescate de flora y fauna, se procederá con el desmonte semi-mecanizado exclusivamente dentro de las superficies destinadas al desplante de la infraestructura del proyecto. En una primera etapa, cuadrillas de trabajadores realizarán la remoción manual del estrato herbáceo, arbustivo y arbóreo mediante el uso de herramientas menores y equipo de corte de bajo impacto, tales como machetes, motosierras, desbrozadoras y herramientas manuales. La dirección del corte de los individuos arbóreos será controlada para asegurar que la caída del material vegetal ocurra hacia el interior de las áreas autorizadas, evitando daños sobre la vegetación que permanecerá en conservación.

Posteriormente, se permitirá el ingreso de maquinaria ligera, tales como minicargadores tipo Bobcat, trituradoras o miniexcavadoras con sistemas de desplazamiento de baja presión sobre el suelo, cuya operación se limitará exclusivamente a las áreas previamente desmontadas. Su función consistirá en el retiro de tocones, el acarreo y acomodo del material vegetal, así como la remoción controlada de la capa orgánica superficial del suelo (despalme). Este procedimiento reduce significativamente la compactación del terreno y evita la generación de áreas adicionales de maniobra asociadas al uso de maquinaria pesada convencional.

- **Trituración y aprovechamiento del material vegetal.**

El material vegetal generado durante el desmonte será triturado mecánicamente dentro de las áreas de aprovechamiento autorizadas con el objetivo de producir material orgánico tipo mulch, el cual será acopiado temporalmente para su posterior utilización en las actividades de restauración, reforestación y mejoramiento de las áreas verdes del proyecto. Este manejo permitirá reducir la generación de residuos vegetales y favorecer la reincorporación de materia orgánica al sistema.

- **Estudio Geotécnico y Mecánica de suelos**

La ejecución del estudio geotécnico correspondiente se calendarizará de manera posterior a la obtención de la autorización en materia de impacto ambiental (MIA). Este estudio técnico preliminar al inicio de las obras civiles será el instrumento que dicte las directrices de ingeniería para la correcta ubicación y distribución de los pilotes de soporte y elementos estructurales del proyecto. Lo anterior asegura que el desplante de la infraestructura responda fielmente a las condicionantes ambientales autorizadas y a las realidades del terreno.

- **Instalación y operación de vivero temporal.**

Con la finalidad de garantizar la supervivencia de los ejemplares vegetales rescatados, se instalará un vivero temporal dentro de las áreas destinadas para tal fin, sin generar afectaciones adicionales a la vegetación natural. En este espacio se brindará mantenimiento, riego y seguimiento a los organismos rescatados hasta que las condiciones del proyecto permitan su reubicación definitiva en áreas verdes, zonas de conservación o programas de restauración ecológica.

- **Instalación de obras y servicios temporales.**

Previo al inicio de las actividades constructivas, se instalarán las obras temporales necesarias para el adecuado funcionamiento del frente de trabajo, incluyendo sanitarios portátiles, áreas de almacenamiento temporal y contenedores para la separación de residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos, los cuales estarán debidamente identificados y serán manejados conforme a la normatividad ambiental vigente.

- **Señalización ambiental y medidas preventivas.**

Durante la etapa de preparación del sitio se colocará señalética preventiva, restrictiva e informativa relacionada con seguridad laboral, protección de áreas de conservación, manejo adecuado de residuos, prevención de incendios, protección de flora y fauna silvestre y demás medidas ambientales establecidas en los programas de manejo del proyecto. Estas acciones permitirán sensibilizar al personal y reducir riesgos de afectación al entorno.

La aplicación del método de desmonte semi-mecanizado permitirá disminuir considerablemente los impactos asociados a la preparación del sitio, particularmente aquellos relacionados con la pérdida innecesaria de cobertura vegetal, la compactación del suelo, la alteración de las condiciones naturales de infiltración y el incremento de emisiones atmosféricas y ruido derivadas del uso intensivo de maquinaria pesada, constituyendo así una medida preventiva alineada con los principios de conservación y manejo sustentable del ecosistema.

1.6.1.1 Obras y actividades temporales

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción del Proyecto se requerirá de instalaciones y obras adicionales de carácter temporal, necesarias para dar soporte a las actividades propias de la ejecución de la obra, misma que corresponde al área donde se realizará el proyecto por lo que no se requiere desmonte adicional por actividades temporales, evitando con ello perturbar las áreas de conservación.

Las obras y actividades temorales que se instalarán para la ejecución del Proyecto son las siguientes:

- **Oficinas de obra.** Se contará con una caseta de madera con techo de lámina equipadas con aire acondicionado. Se ubica en un sitio estratégico sobre áreas que serán de aprovechamiento permanente y se reubicarán de acuerdo con el avance de la obra y las necesidades de los residentes.
- **Depósito de material de desmonte y excavación.** Todo el material producto del desmonte se almacenará y se triturará en esta área. En caso de necesitar excavación para la nivelación del terreno, se tendrá un área designada como sitio de tiro temporal de material producto de esa excavación. El material producto de la excavación será triturado y este servirá para el relleno y conformación de plataformas en las edificaciones y vialidades.
- **Comedor.** Se habilitará un área para comedor de obra para dar servicio de alimentos y bebidas, con elementos pre-construidos de fácil montaje y desmontaje. contará con mobiliario temporal adecuado para que los trabajadores puedan tomar sus propios alimentos o bien comprarlos a un costo accesible. El comedor se ubicará cerca de cada frente de trabajo, o bien donde se concentre el mayor número de obreros. El comedor será aseado diariamente y contará con recipientes herméticos diferenciados para el acopio de desechos orgánicos e inorgánicos reciclables y no reciclables.
- **Sanitarios.** Se instalarán baños portátiles a razón de uno por cada 10 trabajadores, para evitar el fecalismo al aire libre. Los sanitarios consistirán en módulos individuales de fibra de vidrio con ventilación adecuada y un tanque colector en su base y serán contratados con una empresa especializada de la región. Los servicios sanitarios se colocarán en sitios estratégicos para facilitar el acceso a los trabajadores, y deberán encontrarse equipados con lo mínimo necesario (papel higiénico, descarga automática de agua y conexión a tanque colector). El número de sanitarios se deberá adecuar en función de la cantidad de trabajadores. Su mantenimiento y remplazo se llevará a cabo por una empresa especializada y regulada por la autoridad ambiental. Se les deberá dar obligadamente un mantenimiento periódico.
- **Patio de maquinaria ligera y mantenimiento.** Esta área será utilizada para aparcar la maquinaria ligera (bobcat y mini retroescavadora), se podrá acopiar material y se podrán realizar reparaciones menores de maquinaria y equipo. Esta área contará con una cubierta con firme de concreto con un espesor y una guarnición perimetral para contener posibles derrames accidentales que pudieran presentarse y evitar la infiltración de contaminantes al subsuelo.
- **Almacen de materiales.** Se contempla la construcción de almacenes temporales para el almacenamiento de materiales y herramientas. Las bodegas se levantarán sobre una base de 20 cm de tepetate o material del sitio y un firme de concreto de 5 cm. La estructura de los almacenes será a base de columnas y montenes metálicos, muros y techumbre de lámina galvanizada acanalada o lámina pintro acanalada atornillada para ser desmanteladas fácilmente cuando termine la obra y poder darles un segundo uso. También se consideran bodegas a base de polines y fajillas de madera y lámina de cartón asfaltado como techumbre. Se contará con almacenes a la intemperie para el resguardo de materiales, que estarán conformados por corrales a base de polines de madera y malla electrosoldada.
- **Almacén temporal de combustible.** Se considera el almacenamiento de combustibles y aceites en el proyecto. Sin embargo, se tratará de que el suministro de combustible a la maquinaria se realizará diariamente previo al ingreso al área de trabajo. Se considera el almacenamiento semanal de aproximadamente 600 litros de gasolina o diésel, los cuales se colocarán en tanques de almacenamiento de 200L.
- **Almacenes de residuos.** Se espera la generación de pinturas, solventes, baterías, grasas, aceites, y estopas impregnadas con estos como parte del mantenimiento o reparaciones

menores a la maquinaria. Por lo que se prevé la instalación de un almacenamiento temporal para estos residuos que se generen durante las etapas de preparación y construcción, el cual deberá cumplir con las características señaladas en el Reglamento de la LGPGIR, ubicándose de manera cercana a las posibles fuentes de generación (áreas de servicios y mantenimiento, sitios de recarga de combustibles. El mantenimiento de la maquiaria ligera deberá ser fuera del predio, en caso de que se requiera reparación y puntual se contratará con el mecánico especialista y los residuos deberán ser manejados por una empresa acreditada para tal fin. En eseta área también se contará con un almacén para el **acopio temporal de residuos sólidos urbanos**, en donde serán clasificados en reciclables y no reciclables para, posteriormente, ser transferidos ya sea por una empresa acreditada para el reciclaje de los residuos o bien al relleno sanitario autorizado. Los almacenes se encontrarán sobre una plataforma de firme de concreto impermeabilizado, para evitar la contaminación del suelo.

- **Vivero.** Se contará con un vivero temporal que tendrá una superficie de 16 m^2 (4m x 4m) localizado en en la zona de conservación cercana al acceso. En este se acopiarán los ejemplares provenientes de las actividades de rescate y se les dará el cuidado y mantenimiento necesario para que posteriormente sean trasladados a las áreas de reubicación. El vivero no requiere desmonte.
- **Bancos de material.** Los materiales necesarios para el material de relleno se obtendrán de bancos regionales debidamente autorizados para tal efecto. Estos materiales serán colocado con ayuda del bobcat en el área de almacenamiento correspondiente.

En la figura 1.22 y Tabla 1. se presenta la localización y las superficies de las diferentes obras temporales, las cuales suman el total de 187.43 m^2, mismos que serán localizados en áreas de aprovechamiento permanente de la residencia.

Figura 1.21. Localización de las obras temporales

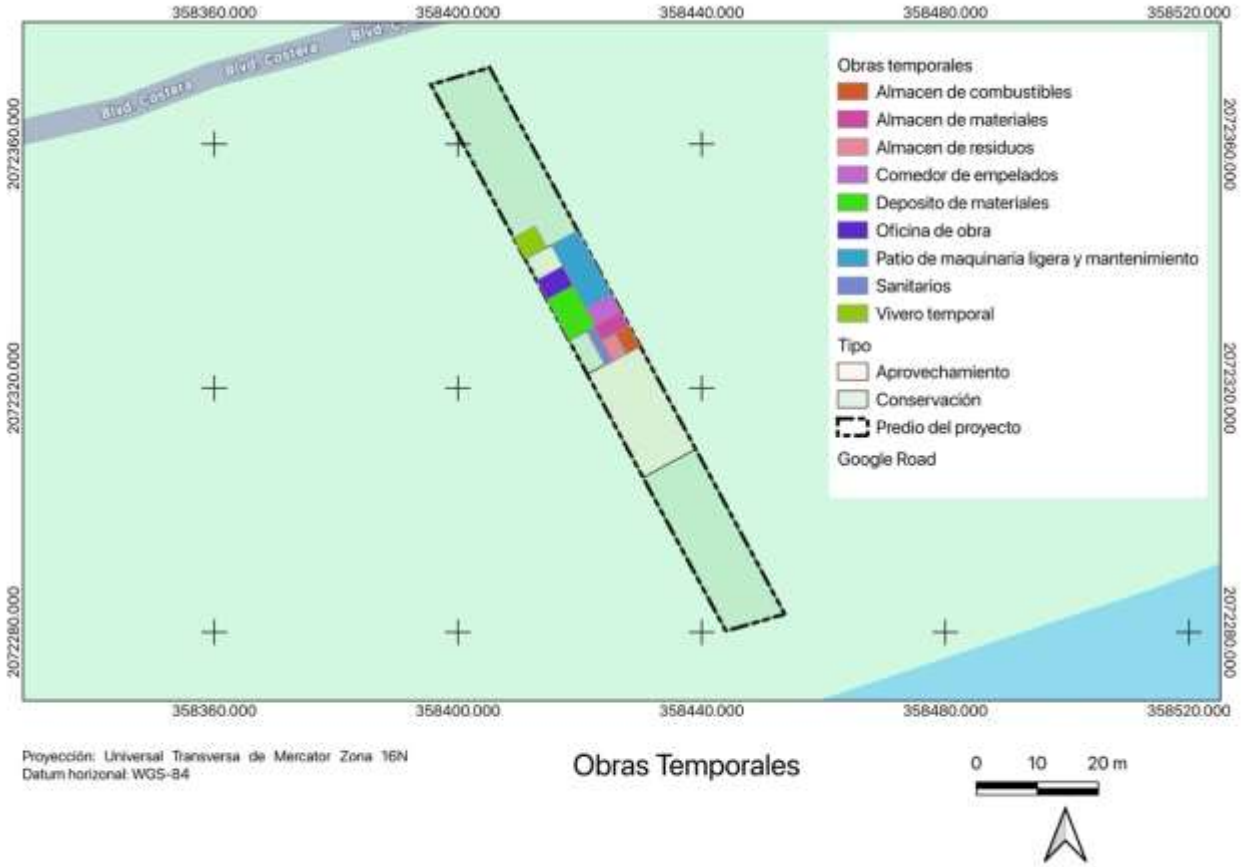


Tabla 1.9. Superficie de las obras temporales

Obras temporales	m2
Deposito de materiales	38.06
Oficina de obra	17.68
Patio de maquinaria ligera y mantenimiento	58.03
Comedor de empelados	15.39
Almacen de materiales	13.62
Sanitarios	8.99
Almacen de residuos	9.83
Vivero temporal	16.01
Almacen de combustibles	9.83
TOTAL	**187.43**

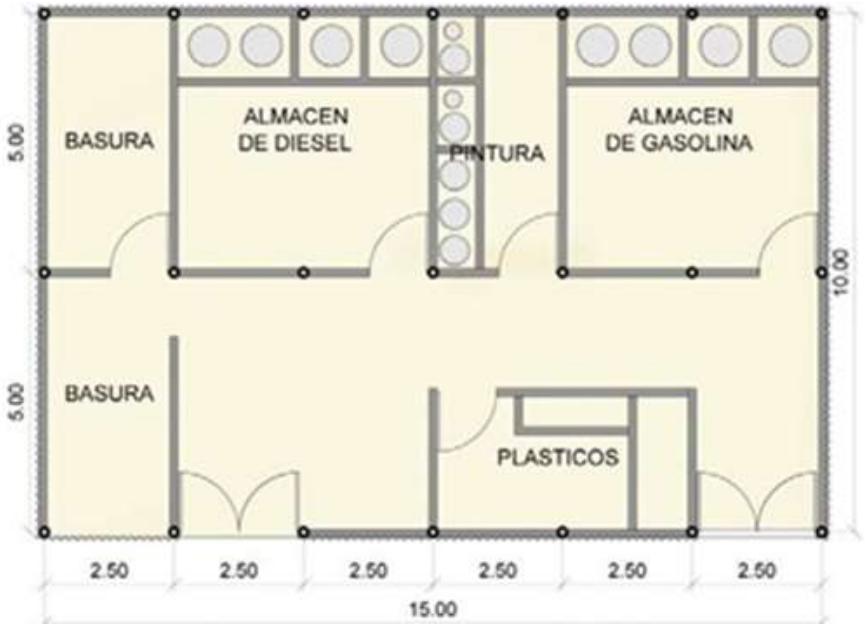
Figura 1.22. Tipo de baños portátiles que serán utilizados en los frentes de trabajo durante el proceso de preparación y construcción del Proyecto.



Figura 1.23. Contenedores para residuos sólidos que serán utilizadas en los frentes de trabajo durante el proceso de preparación y construcción del Proyecto.



Figura 1. 24. Planta tipo de los almacenes y bodegas de materiales, combustibles y residuos del Proyecto.



1.6.2 Etapa de construcción

1.6.2.1 Nivelación y relleno del terreno

Después de realizar la remoción de vegetación y limpieza del terreno, una cuadrilla de topógrafos delimitará físicamente los diferentes frentes de trabajo y se realizarán las actividades de nivelación y relleno necesarias para la vialidad, las edificaciones así como infraestructura de servicios como son: el sistema de drenaje pluvial y sanitario, la red eléctrica, la red de telecomunicaciones, la red de agua potable, entre otras.

A continuación, se describen las actividades que se llevarán a cabo para la construcción de las obras que componen al Proyecto. Estas se desarrollarán exclusivamente en las áreas que fueron delimitadas y acondicionadas previamente, durante la etapa de preparación del sitio.

1.6.2.2 Construcción de la residencia (cimientos e instalaciones)

Es importante destacar que la infraestructura de la casa se encontrará elevada dentro de un rango que va de 0.60 m a 1.5 m de altura sobre el nivel de terreno y tendrá la altura máxima de 13.00 m la cual se mide desde el terreno natural en la zona más baja y es donde se localiza la piscina (zona de ascenso inicial). En la zona más alta (meseta) donde se localiza la entrada a la residencia, contará con una altura de 7.95 m. Por lo que no rebasa los 20 m de altura con respecto al nivel del terreno.

Los materiales serán madera dura de la región, cristal transparente con aislamiento térmico y cancelería de PVC, ferrocemento, concreto, zacate, pintura vinílica línea ecológica, y en su caso se utilizará concreto hidráulico prefabricado para la sustitución de la madera, en caso de no encontrarse esta de la manera suficiente o de los largos correspondientes.

Las edificaciones se encontrarán cimentadas sobre pilotes, por lo cual las superficies debajo de los edificios permiten el flujo superficial y subterráneo, así como el libre tránsito de la fauna silvestre. Se podrá colar una zapata aislada para reforzar a los pilotes serán hincados hasta encontrar piedra dura en el subsuelo, podrán ser de madera de concreto armado prefabricado en cuyo caso se procederá de manera previa a realizar una perforación de aproximadamente 50 cm de largo por 20 de diámetro, piso de madera soportados con largueros y vigas del mismo material para recibir duela tipo caoba con acabado natural y cristal transparente con aislamiento térmico sujetados con ménsulas de acero inoxidable, muros de madera tipo duelas, ancladas y fijadas en largueros y vigas colocados en los ejes determinados como principales dentro de la estructura, acabado natural y cubierto de capa de ferrocemento que servirá de aislamiento térmico, cubierta con estructura de madera tipo palapa a base de vigas, postes y largueros que servirán para recibir una capa de ferrocemento que servirá como aislamiento térmico e impermeabilizante posteriormente se cubrirá el ferrocemento con zacate de la región aplicando su respectivo retardante, así también el área de baño será cubierto con losa de concreto para soportar tinaco, la cancelería será a base de material PVC con cristal filtrasol con aislamiento térmico, aplicación de pintura vinílica línea ecológica en muros y plafones. Contará con ventanales amplios para facilitar una mejor vista, procurando que la ventana tenga mayor visibilidad de adentro hacia afuera y contando con aislantes térmicos para beneficiar el intercambio de calor.

El relleno necesario para la obra será usado del material de excavación que sea factible para su uso y de ser necesario más material se solicitará a proveedores de Bacalar, que cuenten con el material necesario y de óptimas condiciones y que cumplan con los requerimientos de impacto ambiental. Se realizará la compactación de dicho material con medios mecánicos para garantizar su correcta compactación.

Así también, el estudio geotécnico y mecánica de suelos complementará la información necesaria para el estudio estructural del edificio. Cabe resaltar que, se establece el compromiso normativo y técnico de realizar el estudio geotécnico y mecánica de suelos de detalle una vez que se cuente con el resolutivo favorable de la Manifestación de Impacto Ambiental. Los resultados de dicho estudio serán vinculantes para el diseño estructural definitivo, permitiendo determinar las propiedades físico-mecánicas del subsuelo para definir con precisión geométrica y técnica la ubicación, profundidad y desplante de los pilotes, así como de los demás elementos estructurales de la obra, garantizando la seguridad estructural y la mínima intervención al entorno geológico.

Se iniciará con la ubicación de las pilas de cimentación, se iniciarán los trabajos de perforación utilizando máquinas montadas en camión, que son de uso frecuente en el país, así mismo, se escogerá la herramienta idónea (botes cortadores y brocas cilíndricas), que servirán para cortar los diferentes tipos s de estratos.

El desplante de las pilas de cimentación (la cual se basará en la mecánica de suelo), el fondo de la perforación debe estar libre de azolves que impidan la correcta colocación del armado. Concluida la perforación respectiva se procederá a la colocación del acero de refuerzo, que debe armarse e instalarse apegándose a las instrucciones señaladas en los planos estructurales del proyecto; será lo suficientemente rígido para que el izaje y colocación en el fuste no sufra deformaciones.

Se acostumbra emplear una tubería tremie cuyo diámetro interno sea por lo menos seis veces mayor que el tamaño máximo del agregado grueso del concreto, para su manejo puede estar integrada por varios tramos de 3 m de longitud como máximo, fácilmente desmontables, se recomienda que tengan cuerdas de listón o trapezoidales, Es imperativo que la tubería sea perfectamente lisa por dentro y aconsejable que también lo sea por fuera, lo primero para facilitar el flujo continuo y uniforme de concreto y lo segundo para evitar atoramiento de la tubería con el armado. En la parte superior de las líneas se acopla a una tolva para recibir el concreto, de preferencia de forma cónica y con ángulo entre los 60 y 80 grados.

El diámetro idóneo para estas tuberías es de 10" y el espesor de la pared de 8mm. Con la finalidad de ejecutar con rapidez las maniobras de acoplamiento y desacoplamiento de la tubería, es necesario contar con un dispositivo especial llamado "trampa" para apoyar y sujetar. Este procedimiento permite colocar el concreto desde el fondo de la perforación dejando permanentemente embebido el extremo inferior de la tubería.

Antes de iniciar el colado del elemento es conveniente revisar los siguientes puntos:

1) Revisar la tubería antes de que sea colocada dentro de las perforaciones, asegurándose del buen estado y engrasado de las cuerdas y comprobando que no tengan desajustes entre las uniones de sus tramos, que puedan provocar la entrada de lechada en su interior, aconsejando usar cinta adhesiva quirúrgica o equivalente sobre las juntas de la tubería.
2) Ya instalada la tubería dentro de la perforación y sujeta con una grúa LS 108 o similar y antes de empezar el colado, es necesario colocarle en su extremo superior un tapón deslizante "diablo" que puede ser una cámara de balón inflada, su función principal, es evitar la segregación del concreto con el lodo.
3) Al iniciar el colado, el extremo inferior de la tubería debe estar ligeramente arriba del fondo de la perforación (no más de un diámetro de la tubería) para que permita la salida del tapón y del primer volumen de concreto; después de ello y durante todo el colado, el extremo inferior de la línea debe permanecer siempre embebida en el concreto fresco por lo menos 1.0m siendo indispensable llevar un registro continuo de los niveles reales del concreto alcanzados durante su colocación, para que en el momento requerido se retiren tramos de tubería sin riesgo de que ésta quede fuera del concreto. La operación del colado debe ser realizada

ininterrumpidamente, para evitar el peligro que, durante los lapsos de espera, el concreto inicie su fraguado y se provoquen juntas frías.

4) El revenimiento del concreto recomendable es de 18cm, valores inferiores impedirían que el concreto alcance las orillas.
5) El criterio de aceptación o tolerancias para la construcción de las pilas y sembrado de columnas es el siguiente:
   a. Localización. En el posicionamiento de la cabeza de la pila, la desviación aceptada debe ser menor del 4% del diámetro del apoyo o de 8cm en cualquier dirección, cualquiera que sea el valor más bajo. El diseño estructural deberá de tomar en cuenta esta excentricidad.
   b. Verticalidad. La tolerancia permisible está comprendida entre el 1 y 2% de la longitud final de la pila, pero sin exceder el 20% del diámetro de está o 38cm en el fondo, cualquiera que sea el valor más bajo.
   c. Limpieza. Se deberá remover todo el material suelto y de azolve del fuste antes de colocar el concreto. En ningún caso el volumen de tales materiales excederá el equivalente al que fuera necesario para cubrir 5% del área en un espesor de 5cm. Acero de refuerzo. La separación mínima entre varillas no debe ser menor de 1.5 veces el diámetro de la varilla ni menor de 1.5 veces el tamaño del agregado máximo.

Una vez terminadas las pilas de cimentación se procede al descabece de las mismas dejando el acero necesario para el armado de los capiteles de acuerdo con el plano estructural. Al mismo tiempo se armarán las contra trabes de liga y se colocarán los aceros de columnas y castillos de acuerdo con diseño estructural.

Como siguiente paso se coloca la cimbra de acuerdo con las dimensiones estructurales y se procede al colado de los contratrabes hasta la altura de las viguetas de la cimentación.

Se coloca las viguetas, así como las bovedillas de la cimentación y al mismo tiempo las instalaciones en general, eléctricas, hidráulicas, y sanitarias.

El terminado de la losa debe ser rustico ya que sobre esta se colocarán los firmes que reciban los pisos y los acabados.

Una vez terminada la losa de cimentación se procede a la colocación de impermeabilizante para el desplante de los muros de block.

Es muy importante que los castillos ahogados de los muros de carga el acero respetando el traslape de los aceros y que se vayan colando en forma continua, también columnas y castillos una vez enrazados los muros se deberán de colar los castillos y las columnas de acuerdo con el plano estructural.

Se deja en los muros de carga las preparaciones para las alimentaciones hidráulicas y sanitarias así también los ductos de los cableados eléctricos y las chalupas de acuerdo con los planos de las instalaciones.

Es muy importante que se calcule el enrase de los muros de carga para recibir las viguetas del siguiente nivel previo cimbrado de los perímetros de la losa para recibir las viguetas y las bovedillas, se deberá de armar las cadenas que van sobre los muros de enrase que ligan a la losa y cimbrar y armar las trabes de carga que van distribuidas dentro del plano estructural verificando sus armados, así como su ubicación.

Dentro de esta losa de la planta baja se deberán de incluir las instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias.

De acuerdo con la distribución de estas además de los pasos de los aires acondicionados y los tubos de desagüe de estos.

Una vez terminadas las instalaciones el cimbrado el armado y la limpieza se procede al colado de la losa con concreto premezclado de acuerdo con las especificaciones del diseño estructural.

Contarán con instalaciones eléctricas a base de ductos de PVC eléctrico tipo Conduit, cableado del número 10-12, así como cable de uso rudo en áreas exteriores, contactos y apagadores de material plástico línea intermedia, lámparas con luminarias tipo LED´s.

La instalación hidráulica será a base de PCV hidráulico con diámetros de ½", ¾" y 1" según especificaciones, será distribuida por una línea principal que suministrará los tinacos independientes, este a su vez distribuirá el vital líquido a las diferentes salidas de las suites, los accesorios hidráulicos para salidas serán de línea ahorradora. Se fomentará la colocación de salidas ahorradoras de agua en lavamanos y regaderas.

Contarán con instalación sanitaria a base de PVC sanitaria de 2", 3" y 4", visibles, según especificaciones, mismas que será distribuida de la suite hacia una red principal de 4" y 6" según especificaciones la cual contará con registros sanitarios de fibra de vidrio a cada 15 metros. Y desembocara en una planta de tratamiento. Los sanitarios serán ahorradores de agua.

Contará con instalaciones especiales como lo son: aires acondicionados tipo mini Split inverter (ahorradores de energía) los cuales se instalaran mediante el compresor ubicado en sobre la losa de concreto ubicada en los baños de cada uno de las recámaras, con su salida sanitaria tipo CPV de ¾" que desembocara en la línea sanitaria, así también cada recámara contara con líneas de teléfono conducidas por ductos de PVC tipo Conduit y cableado, de la misma forma contaran con línea de Tv mediante ductos de PVC tipo Conduit y cableado de acuerdo a especificaciones.

La casa contará con un tinaco propio para el almacenamiento de 1,000 lt, el cual es suficiente para suministrar el consumo de un día de agua por el uso de las recámaras.

La casa contará con un cilindro de gas móviles con capacidad de 20 kilos para el uso de calentador, el cual será de bajo consumo y para el uso de la cocina, la cual se utilizará una estufa hibrida la cual podrá ser conectada a la tubería de gas y a la luz eléctrica.

Ecotecnologías y análisis bioclimático

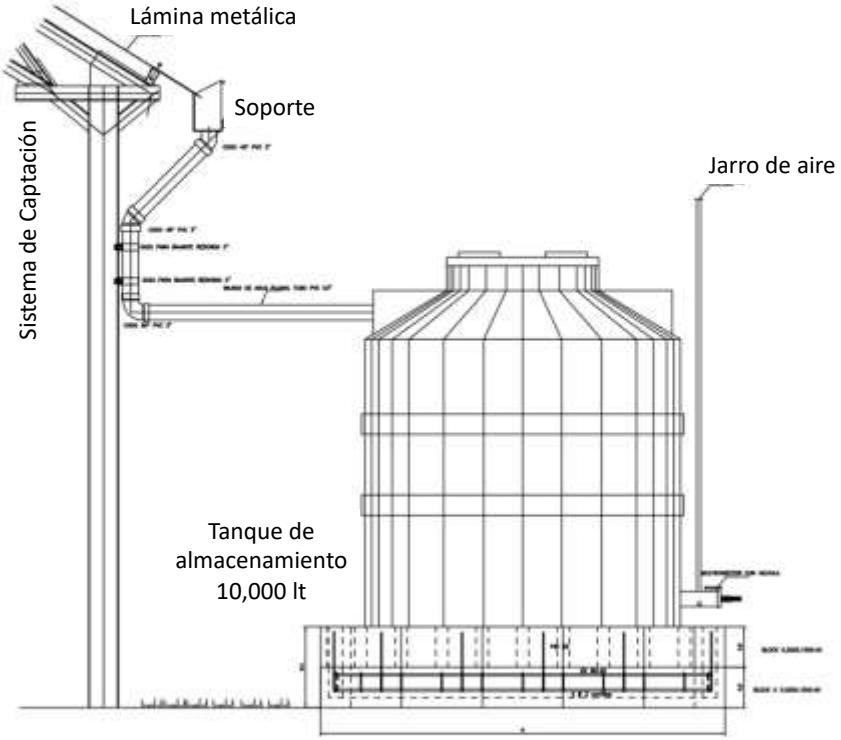
Con la finalidad de contar con un proyecto sustentable y amigable con el medioambiente donde se desarrollará, se implementan buenas prácticas ambientales para la minimización y manejo responsable de los recursos agua, gas y energía eléctrica a través del uso de tecnologías eficientes, además de brindar confort a sus ocupantes, el diseño del proyecto contempla:

- **Sistema de captación de agua pluvial**

Colocación de un sistema de captación de agua pluvial, el cual, de forma enunciativa mas no limitativa, podrá ser utilizado el sistema de captación de marca conocida y que de manera representativa se presenta la ficha técnica de la marca registrada (ver ficha técnica anexa). Este sistema contará con capacidad de 10,000 lt, y será construido en el área de servicios del proyecto.

De acuerdo con la ficha técnica de este sistema, favorece la utilización del agua pluvial y el uso racional del agua, resolviendo la necesidad de abastecimiento y almacenamiento de agua potable, el cual conforme a la factibilidad proporcionada por la autoridad correspondiente no existe en la zona, minimiza el uso y el pago por el agua que provendrá de pipas y ofrece beneficios al contar con agua disponible y de buena calidad.

Figura 1.25. Modelo arquitectónico de la colocación del sistema de captación de agua pluvial



Además, se plantea la colocación de sistemas ahorradores de agua en regaderas y lavamanos, así como inodoros de consumo bajo de agua.

El agua para consumo se realizará a través de garrafones de agua y se contará con un surtidor de agua y vasos reutilizables, a fin de evitar el uso de botellas de PET y vasos desechables.

Como se mencionó anteriormente para la instalación de los sistemas de generación de energía fotovoltaica y el sistema de calientamiento de agua con energía solar, aunque el diseño de ingeniería estructural de la losa en la azotea garantiza la total viabilidad técnica para la instalación inmediata de ambos sistemas de ecotecnologías, su implementación definitiva y plazos de colocación quedan sujetos a la evaluación final de viabilidad financiera y calendarización de flujos de inversión por parte del promovente. No obstante, el espacio queda asignado formalmente en el plano de conjunto y distribución como reserva ambiental tecnológica.

- **Generación de energía eléctrica renovable**

Colocación del sistema de generación de energía eléctrica de fuentes renovables y limpias y de bajo consumo, con capacidad de generación menor a medio MW, el cual, de forma enunciativa mas no limitativa, se compone de un sistema de captación constituido por paneles solares, un sistema de almacenamiento constituido por baterías, un sistema de regulación y control el cual tiene la función de proteger a la batería de sobrecargas y la red de distribución y consumo.

Debido a que en el proyecto el dosel de los árboles tiene una altura que va entre 12 a 14 metros, y con la finalidad de evitar la sombra de los árboles en las fotoceldas y garantizar el máximo aprovechamiento del sistema, el emplazamiento de las celdas fotovoltaicas se realizará colocando una estructura construida de madera de 12 metros de altura y en el techo de la estructura se

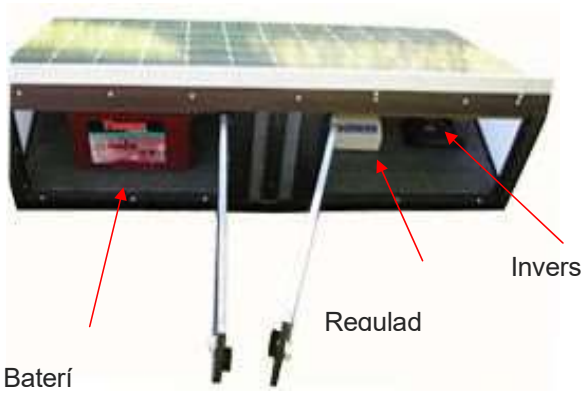
instalarán los paneles fotovoltaicos. El sistema de almacenamiento y regulación se construirá por debajo de la estructura de madera, con paredes de block o madera.

Se puede calcular que el proyecto requiere una potencia de generación de 0.010 MW (10,240 W) y un consumo de 0.014 MWh / día (14,870 Wh / día). Lo anterior, puede suponer un consumo anual de 4 MWh, por la operación del 100% del proyecto.

El suministro durante la etapa de operación, será por generación de energía eléctrica mediante un sistema de captación de energía solar a través de celdas fotovoltaicas. La instalación es sencilla y el equipo necesario para su instalación es compacto y fácil de almacenar, por lo que no requiere de grandes espacios.

Los paneles solares del sistema fotovoltaico se colocarán en el techo de la casa y debido a que los accesorios (acumulador, regulador, batería y el inversor) del sistema solar son compactos y fácil de almacenar, se colocará bajo los paneles solares dentro de un gabinete colocado bajo las celdas solares, el cual no sobrepasa un metro de altura o bien en el interior de la casa con la finalidad de mantenerlos protegidos del ambiente de la casa en un área de la cocina, de esta manera se encontraran protegidos de la intemperie. Se tiene calculado que con este sistema podrán generarse aproximadamente 4000 watts/hora/día.

Figura 1.26. Ejemplo de los paneles solares con la batería, inversor y regulador

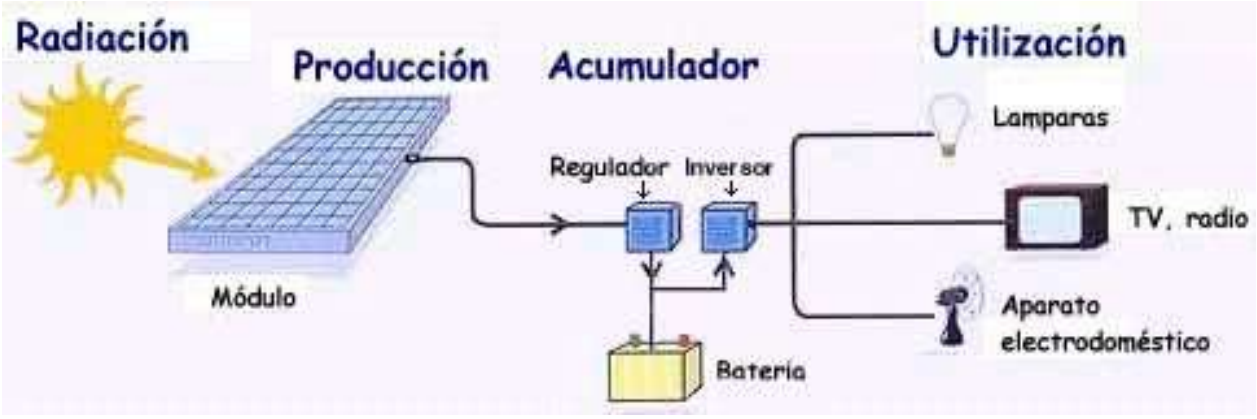


La instalación de generación solar típica requiere de los siguientes componentes:

- Módulo de paneles solares: Captan la radiación luminosa procedente del sol y la transforman en corriente continua a baja tensión. Están encapsuladas con polímeros resistentes a la radiación ultravioleta y montadas tras una superficie de vidrio especial que brinda protección contra la polución ambiental y contra los cambios bruscos del clima. Generalmente, la cara posterior de los módulos está construida con un material de reconocida resistencia a las condiciones climáticas más adversas, como por ejemplo aluminio anodizado, y se sella con silicona para trabajar adecuadamente a la intemperie.
- Acumulador: Almacena la energía producida por el generador y permite disponer de corriente eléctrica fuera de las horas de luz o días nublados.
- Reguladores de carga: Cuya misión es evitar sobrecargas o descargas excesivas al acumulador, que le produciría daños irreversibles; y asegurar que el sistema trabaje siempre en el punto de máxima eficiencia.
- Batería: Generalmente son de tipo alcalino y las más usadas son de plomo-ácido debido a que se pueden recargar. Su función es almacenar energía eléctrica en forma química (carga) cederla a un punto en forma de electricidad (descarga) y volverla a recuperar (carga). Una vez almacenada la energía eléctrica en el acumulador o batería hay dos opciones: sacar una línea directamente de éste para la instalación y utilizar lámparas y

elementos de consumo de 12 ó 24 Vcc o bien transformar la corriente continua en alterna de 230 V a través de un inversor (figura 16) que transforma la corriente continua de 12 ó 24 V almacenada en el acumulador, en corriente alterna de 230 V, este inversor puede ser opcional.

Figura 1.27. Instalación solar fotovoltaica con inversor.



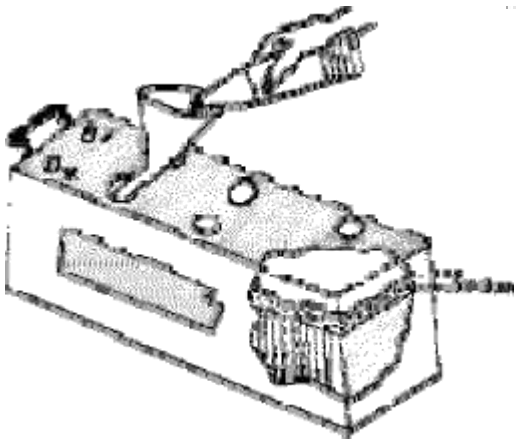
Las instalaciones solares fotovoltaicas, en su conjunto, son fáciles de mantener y requieren de un mantenimiento mínimo y sencillo.

Para su mantenimiento se recomienda llevar a cabo las siguientes operaciones:

- Paneles: Requieren un mantenimiento nulo o muy escaso, debido a su propia configuración: no tienen partes móviles y las células y sus conexiones internas están encapsuladas en varias capas de material protector. Es conveniente hacer una inspección general 1 ó 2 veces al año para asegurarse de que las conexiones entre paneles y al regulador están bien ajustadas y libres de corrosión. En la mayoría de los casos, la acción de la lluvia elimina la necesidad de limpieza de los paneles; en caso de ser necesario, simplemente utilizar agua y algún detergente no abrasivo. La limpieza deberá realizarse en la medida que sea necesaria.
- Regulador: La simplicidad del equipo de regulación reduce sustancialmente el mantenimiento y hace que las averías sean muy escasas. Las operaciones que se pueden realizar son las siguientes: observación visual del estado y funcionamiento del regulador; comprobación de las conexiones y el cableado del equipo. Asimismo, es importante observar los valores instantáneos del voltímetro y amperímetro ya que dan un índice del comportamiento de la instalación.
- Acumulador. Es el elemento de la instalación que requiere una mayor atención; de su uso correcto y buen mantenimiento dependerá en gran medida su duración. Las operaciones usuales que deben realizarse son las siguientes:
    - Verificar que el lugar de ubicación de las baterías de acumulación esté bien ventilado y que las baterías se encuentren protegidas de los rayos solares.
    - Se deberá comprobar el nivel del electrolito (cada 6 meses aproximadamente) para que se mantenga en los límites adecuados. Se adicionará solamente agua destilada cuando sea necesario para reponer las pérdidas ocasionadas durante el gaseo. No deberá rellenarse nunca con ácido sulfúrico.
    - Es recomendable que el electrolito siempre cubra totalmente las placas, entre 10

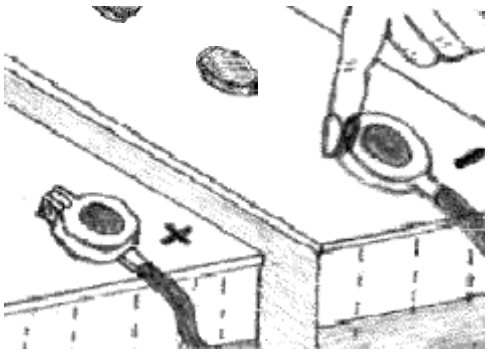
y 12 mm por encima del borde superior (Figura 19). En caso de que la caja exterior de la batería de acumulación sea transparente y posea límites de nivel del electrolito, este se situará entre los límites máximo y mínimo marcados por el fabricante.

Figura 1.28. Para mantener el nivel del electrolito en los límites establecidos sólo se necesita añadir agua destilada utilizando un embudo plástico o de cristal.



Se deberá revisar el estado de los terminales de la batería; debe limpiarse de posibles depósitos de sulfato y cubrir con vaselina neutra todas las conexiones. Además se deberá limpiar la cubierta superior de la batería y proteger los bornes de conexión con grasa antioxidante para evitar la sulfatación.

Figura 1.29. Todas las conexiones de las baterías deben estar protegidas con grasa antioxidante para evitar la sulfatación.



Si se cuenta con un densímetro, se deberá medir la densidad del electrolito, con el acumulador totalmente cargado, debe ser de 1,240 +/- 0,01 a 20 grados Celsius. Las densidades deben ser similares en todos los vasos. Las diferencias importantes en un elemento es señal de posible avería. Adicionalmente, se contará con una planta de gasolina de 1500 Watts como sistema de emergencia, sin embargo, se considera que la energía producida por el sistema mencionado será suficiente para el funcionamiento de la casa.

Cabe mencionar que esta planta de gasolina ocupa una superficie mínima (47.0 x 29.8 x 41.9cm) y es de fácil manejo, por lo que no se requiere de grandes espacios para su almacenamiento, se resguardará en la cocina. Además de que se adquirirá un modelo totalmente cerrado para mayor reducción del ruido, con la finalidad de dar cumplimiento a lo establecido en las normas oficiales mexicanas de ruido aplicables.

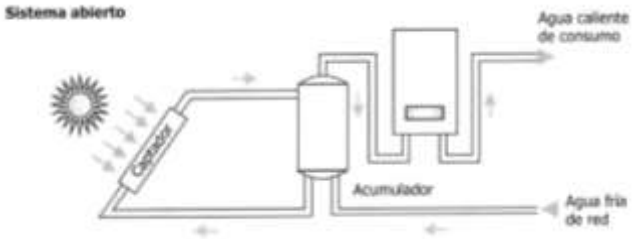
Figura 1.30. Ejemplo de planta de gasolina con dimensiones de 47.0 x 29.8 x 41.9cm y un peso de 31.8 Kg.



- **Energía solar térmica**

Se propone la colocación de equipos empleados para la obtención de agua caliente sanitará a través de la colocación de un circuito abierto para la producción de agua caliente, el agua que se almacena en tinaco pasará por un sistema colector de energía solar térmica, el cual estará orientado hacia el suroeste, buscando mayor aprovechamiento del sol (ver análisis bioclimático), y que será utilizada directamente para uso en la casa, en el lavamanos, tarja de cocina y la regadera.

Figura 1.31. Representación gráfica del sistema de producción de agua caliente abierto



- **Análisis bioclimático**

Para el correcto emplazamiento de la casa, con la finalidad de contar con la mejor forma y orientación de las edificaciones, es necesario contemplar diferentes criterios que . Por la ubicación de la Península de Yucatán en el Trópico de Cáncer del hemisferio norte y que el clima es del tipo AW (cálido subhúmedo), donde la temperatura promedio va entre los 140C en invierno y 330C en verano, con una temperatura promedio anual de 26.30C.

El sol tiene una orientación que va de este a oeste, con diferentes ángulos de inclinación dependiendo de la estación, el sol estará orientado hacia el sur en su mayor ángulo de inclinación en horario de 12 pm en invierno con un azimut de -1760 y una altura de 460, y en verano en horario de 12 pm con azimut de -330, y altura de 860. La entrada y salida del sol varía dependiendo de la estación del año, variando entre 6:00 am para la salida del sol y las 5:00 pm para la puesta, por lo que se puede promediar 12 horas de sol diarias, de las cuales entre las 10 am y 15 pm (5 horas) son efectivas para la obtención de energía térmica y fotovoltaica.

Para el siguiente análisis se utilizará la inclinación en el equinoccio de primavera (21 de marzo) y el equinoccio de otoño (21 de septiembre) y en el solsticio de verano (21 junio) y solsticio de invierno (22 de diciembre), utilizando 3 horarios representativos de entrada de sol, medio día y salida del sol. Este análisis se realizó con el programa computacional 3D sun-Path, el cual se encuentra disponible en línea en el siguiente enlace de internet (http://andrewmarsh.com/software/sunpath3d-web/).

Figura 1.32. Análisis de ubicación del sol en tres horarios diferentes y en las diferentes estaciones del año, ubicado en el área del proyecto.

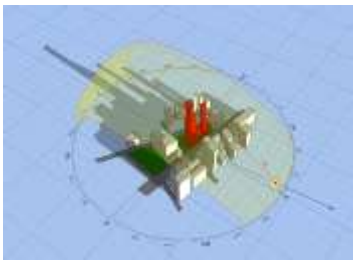
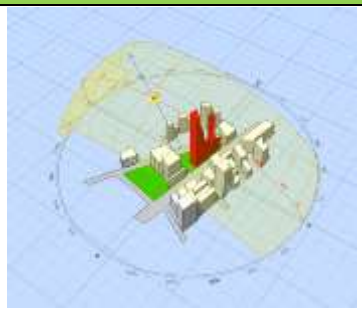
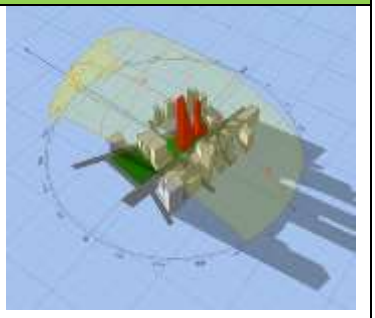
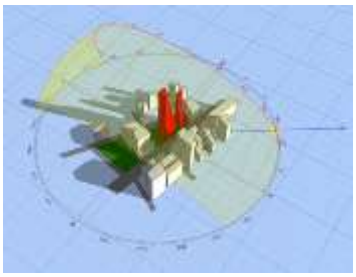
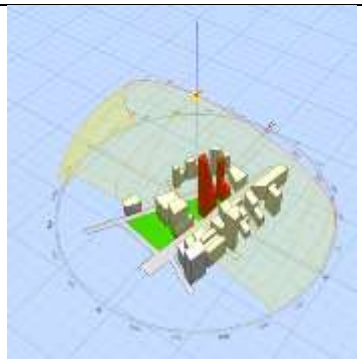
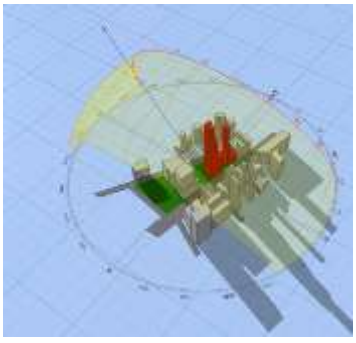
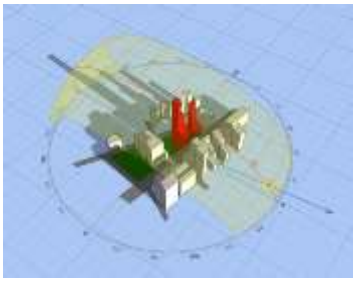
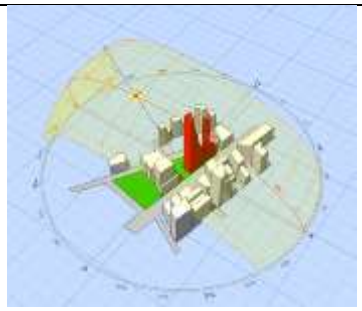
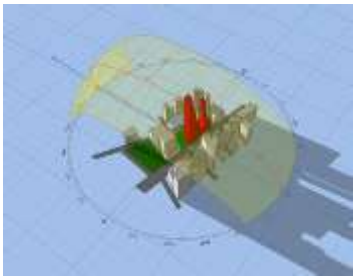
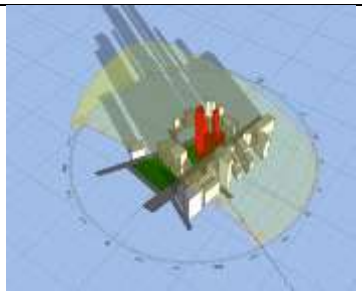
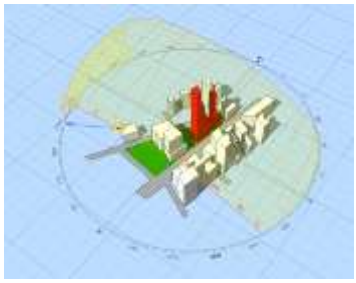
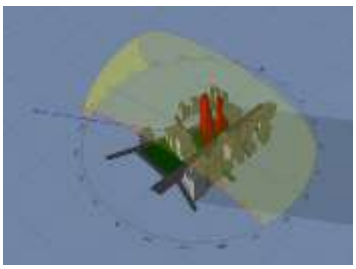
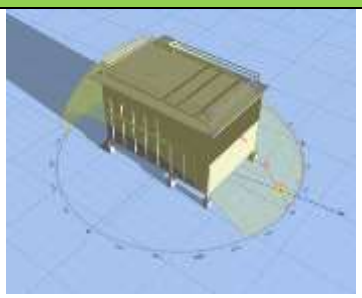
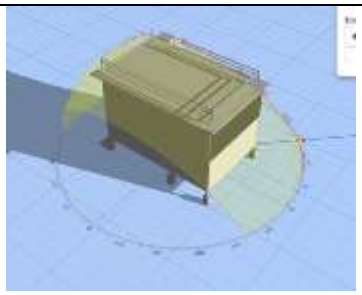
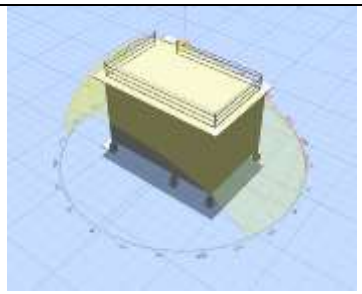
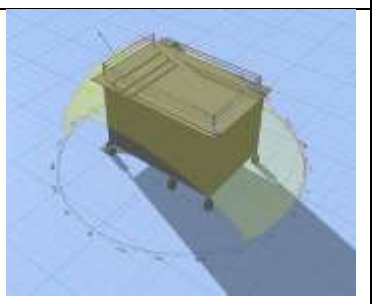
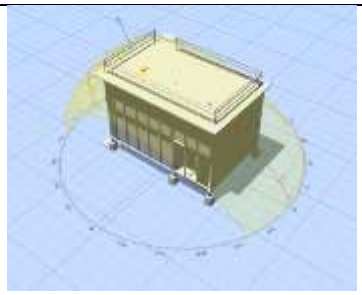
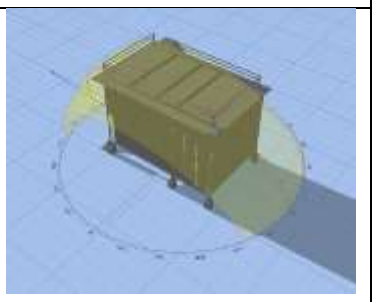
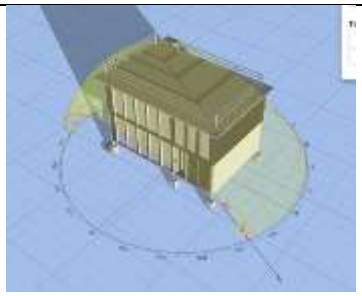
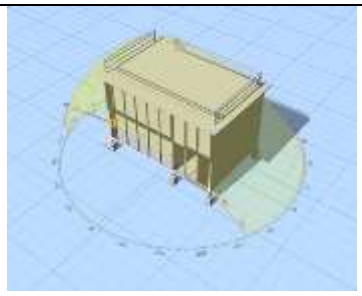
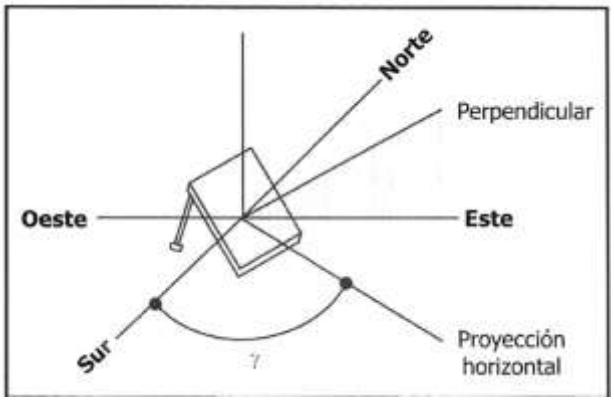
	7 am	12 pm	5 pm
Equinoccio de marzo			
Solsticio de junio			
Equinoccio de septiembre			
Solsticio de diciembre			

Figura 1. 33 Análisis de ubicación del sol en tres horarios diferentes y en las diferentes estaciones del año con respecto al modelo digital una casa.

	7 am	12 pm	5 pm
Equinoccio de marzo			
Solsticio de junio			
Equinoccio de septiembre			
Solsticio de diciembre			

Con el análisis anteriormente realizado se puede constatar que la orientación óptima para el emplazamiento de cualquier sistema de captación de energía solar (calorífica o eléctrica) es hacia el Sur, proyectando sombras que van del noreste por la mañana al noroeste en la tarde.

Figura 1. 34. Representación gráfica de la orientación de paneles solares y colectores de captación de energía solar térmica.



De la misma manera, la combinación de la arquitectura bioclimática con fuentes de energía renovables, constituye el sistema ideal para lograr una autosuficiencia energética y, por ende, la sostenibilidad del proyecto, además de contribuir con la minimización de gases de efecto invernadero y contribuir a la mitigación del cambio climático.

Los recursos empleados por la arquitectura bioclimática para lograr un significativo ahorro de energía son:

- La situación del proyecto;
- La orientación;
- La forma arquitectónica;
- La disposición de espacios;
- La utilización de materiales en función de sus características térmicas;
- La participación de la vegetación en el entorno.

Las estrategias bioclimáticas generales en periodos de frío serán:

- Captar el máximo de calor y energía eléctrica solar
- Almacenamiento correcto
- Evitar pérdidas de energía por las noches y días nublados
- Facilitar los intercambios para su distribución en el espacio

Además, las estrategias para los períodos de calor serán:

- Protegerse al máximo de las radiaciones solares
- Evitar la entrada de calorías en el espacio interior
- Expulsar las calorías excesivas

Las edificaciones estarán convenientemente orientadas, las fachadas estarán en dirección norte, evitando radiación solar, y se procura que las estancias se orienten a dirección sur para que sean soleadas, prescindiendo de esta circunstancia en baños y cocinas. Los dormitorios podrán tener diferentes orientaciones y el intercambio energético se realizará con materiales adecuados para la calefacción y ventilación de la recámara.

Una vez que el edificio está correctamente orientado, este contará con el menor número posible de entrantes y salientes, y aunque la casa contará en su parte inferior con ventanales amplios, los acristalamientos captarán energía solar para retención necesaria de calor, y cortinas de reflectoras las cuales actúan como elementos protectores de calor en verano e incremento de radiación en el invierno.

La casa podrá contar con un sistema de ventilación que favorece los flujos térmicos y de iluminación natural mediante un acristalamiento ventilado que sirve a un espacio y soluciona la renovación del aire interior con ventilación forzada, el control y su tratamiento bioclimático. Los acristalamientos, cuyos perfiles pueden estar hechos de todo tipo de materiales (madera, aluminio, PVC, inoxidable y otros), están formados por dos vidrios separados 4 centímetros, que incorporan una persiana veneciana entre ellos, y que permiten el paso a través, gracias a pequeñas aberturas superiores e inferiores según convenga.

Adicionalmente, la casa se integran entre la vegetación de matorral costero, la cual además de retener humedad y contar con menores temperaturas en su sotobosque, que en conjunto con los vientos predominantes del este-sureste, beneficia el intercambio calórico y beneficia la ventilación al interior de la casa.

Figura 1. 35. Representación gráfica del sistema de ventilación forzada

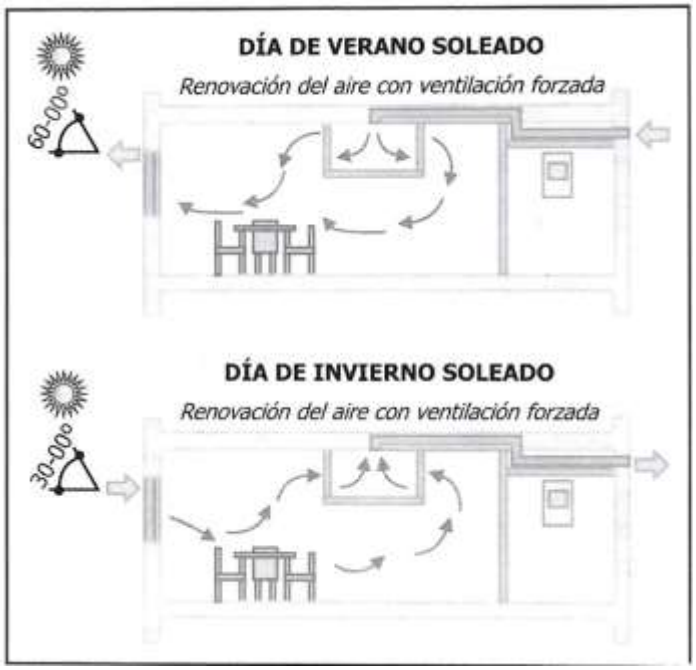


Figura 1.36. Representación gráfica del sistema de ventilación y captación de energía



1.6.2.3 Estructura y acabados

La estructura del edificio será a base de marcos de concreto de columnas, trabes y losas de vigueta y bovedilla montadas en sitio. Los muros se harán con muros de block de 15 x 20 x 40 asentados con mortero y aplanados. Sin embargo, esto podría modificarse según los resultados arrojados por el estudio de mecánica de suelo que se realizará previo al inicio de la construcción del Proyecto, así como el del cálculo estructural.

Una vez terminada la estructura de los niveles, se procede a la limpieza general del área retirando todo el sobrante o basura de lo que sería la cimbra o sobrantes en general.

Ya que está limpia el área de trabajos se procede a la revisión de las instalaciones en general y una vez listo este paso se inicia la aplicación de la primera parte del acabado de los muros con el material mortex, mismo que se aplica a llana evitando así grandes desperdicios y sobre todo materiales en los pisos, se inicia por el plafón por lo que se colocan andamios previamente, en seguida se pone la segunda mano y se le da acabado este material se phifertex, su acabado es fino así que cuando este se termina en los plafones se retiran los andamios y se procede a la aplicación de los muros primero el mortex y luego el fibertex.

Estos materiales producen muy poco desperdicio y más si se tiene el hábito de limpiar el área de trabajo todos los días se verá que se puede tener una obra limpia y sin desperdicios, que afectan los pisos y que generan costos adicionales.

Se deberán de hacer los firmes para recibir los pisos y en las áreas que se colocaran lambrines solamente se dará la primera mano del acabado de muros dejando textura rugosa para recibir los lambrines en baños y cocinas.

Una vez terminados los aplanados y después de aplicar el sellador y la primera mano de pintura se colocarán los pisos de acuerdo con los desplantes y la distribución de estos.

Es muy importante tomar en cuenta en las zonas donde van ventanales de piso a techo dejar la preparación para recibir los canceles de aluminio.

También es muy importante impermeabilizar las zonas de las charolas de las regaderas antes de colocar el acabado de los pisos.

Se debe de verificar la separación del fabricante al colocar el piso y se deberá de hacer el lechado con boquillas que recomienda el fabricante y sobre todo se debe de limpiar muy bien la superficie donde se va a colocar piso debe de estar libre de polvo, con este procedimiento se evitará que se abofe por temperatura y mala adherencia.

Una vez terminados los pisos se deberá de cerrar el departamento con el aluminio en canceles y ventanas y con la carpintería en puertas de acceso y de intercomunicación.

Ya estando el departamento cerrado se procede a la terminación de las instalaciones eléctricas, cableado y la colocación de accesorios eléctricos. De igual manera se procede a la colocación de muebles de baño y accesorios de baño.

Una vez terminado lo anterior se dará la segunda mano de pintura y terminación y detalles de todas las partidas de los acabados de la obra.

Cabe mencionar que en forma simultánea y de acuerdo con el avance los pisos que se vayan haciendo los trabajos de las escaleras y áreas de conexión, se harán la instalación y el suministro del elevador ya que el mismo lleva un proceso que se tiene que anticipar tanto para su fabricación como para su suministro y posterior instalación, pero es muy importante contar con toda la información del elevador ya que este influye desde la cimentación.

Acabados exteriores

Criterios generales para los acabados exteriores:

- Muros: aplanado de cemento arena con pintura blanca
- Pisos: porcelanato, color beige claro o similar
- Plafón: aplanado con yeso y pintura blanca
- Carpintería: puertas, closets y celosías y elementos arquitectónicos especiales madera tipo salam o similar (tropical de la zona)
- Cancelería: Aluminio color negro con vidrio de 6mm (checar si pasa por huracanes) y persiana anti-huracán (con película de seguridad 66)

Criterios específicos:

Baños:

- Muros húmedos: mármol travertino color beige
- Muros secos: aplanado de cemento arena con pintura acrílica blanca
- Pisos: mármol travertino color beige
- Muebles: Por definir

Cocina:

- Muros: aplanado de cemento arena con pintura blanca
- Pisos: porcelanato, color beige claro o similar
- Plafón: aplanado con yeso y pintura blanca
- Muebles: meseta de granito color por definir

Terraza:

- Muros: concreto aparente con pintura según muestra
- Piso: deck de madera de ingeniería color según muestra
- Plafón: acabado aparente de concreto pintado con pintura según muestra
- Barandal metálico, color negro según diseño

Iluminación:

El Proyecto sigue las siguientes normas y estándares para desarrollos residenciales de este tipo:

- NORMA OFICIAL MEXICANA (NOM-001-SEDE 2012).
- NORMA OFICIAL MEXICANA (NOM-013-ENER-2013)
- Light in Design IES CP-2-10 (IESNA) • ASHRAE 90.1-2007

1.6.2.4 Construcción de la piscina

De acuerdo con el trazo y una vez delimitada la superficie se procederá a la construcción de la alberca del proyecto, para la cual no será necesaria la excavación con maquinaria, ya que la misma será desplantada sobre el deck de madera. Para la construcción de la piscina se seguirán las siguientes generales: primero se colocarán puentes de trazo definitivos para que nos sirvan de referencia en los siguientes conceptos:

Plantilla de concreto pobre para tener una superficie limpia en donde trabajar y servirá como elemento nivelador de los desplantes.

Trazo del acero y de las cimbras, habilitado de acero y colocación del mismo, una vez colocado el acero y las cimbras, procederemos a la colocación de las instalaciones de la alberca, así como de la iluminación de la misma, se termina la cimbra las instalaciones se revisa y posteriormente se coloca el concreto de acuerdo con la especificación del estructurista.

Se procederá a desmoldar los muros de concreto, así como al retiro de alambres y sellado de detalles que se deberán de trabajar de inmediato, se procede al curado del concreto y una vez terminado todo este proceso se aplanarán los muros y se prepara toda la superficie para recibir el veneciano.

Antes de la colocación de veneciano se colarán los remates de concreto de los muros que servirán como parte del andador y ahí es donde después rematará el veneciano de los muros, la alberca llevará un perímetro o anclado de concreto de acuerdo con las especificaciones de acabados del área de asoleaderos.

La colocación de veneciano se realizará de la siguiente manera: se coloca el adhesivo sobre la superficie y se le coloca también al veneciano, deberá de tener el color del veneciano para que las juntas no se vean y al mismo tiempo que se coloca se deberá de realizar el lechadeado del mismo, ya que de no hacerse así se corre el riesgo de que se desprenda este acabado, terminados los muros de proceder a colocar el piso y con el mismo procedimiento hasta que se termina y se limpia es importante que se llene la alberca de inmediato evitando que se cuartee.

Para el mantenimiento de la alberca se utilizará el sistema de purificación ECOsmarte, el cuál no utiliza sustancia químicas como el cloro para mantener el agua limpia, ya que su sistema de filtración utiliza una combinación de ionización de cobre y oxidación electrónica de titanio.

En las piezas de plomería del equipo se instala una cámara que contiene electrodos de titanio y cobre. Una vez que se activan, los circuitos del sistema transforman la energía en corriente directa de bajo voltaje y bajo amperaje, en sus electrodos, que cuentan con un recubrimiento especial de metales nobles. Una vez a la semana los electrodos de cobre entran en modalidad de ionización y generan iones cúpricos (Cu2+), que se mantienen activos en el agua por un período de entre siete y diez días, cosa que asegura que se eliminen las bacterias, algas y hongos, y la mayoría de los virus. El resto del tiempo el sistema se encuentra en modalidad de oxidación, y los electrodos de titanio concluyen la tarea. Este proceso de oxidación natural elimina las sustancias orgánicas, como células y grasas de la piel, los cabellos y los aceites de los bronceadores. Un medio de filtración de superior calidad cierra el ciclo, y permite que el agua de la alberca se mantenga limpia.

Es importante mencionar que nunca se produce una introducción constante de cobre, y el limpiador residual que queda en la piscina ha sido reconocido por la Fundación Nacional de Saneamiento de Estados Unidos (NSF) y la Agencia de Protección Ambiental (EPA) del mismo país (http://ecosmarte.com/sciencesummary.html).

El sistema consiste únicamente en la caja de control electrónico y la cámara de ionización/oxidación.

El sistema Turbo programable cuenta con un teclado programable en la caja de control electrónico. El usuario puede seguir las indicaciones de la pantalla y programarlo automáticamente.

Para que la eficiencia del sistema sea óptima, los niveles de balance de pH deben permanecer en 6.8, los de cobre en 0.4 y debe de haber ausencia de fosfatos, por lo que se realizarán pruebas de pH, cobre y de fosfatos siempre que se agregue más agua a la piscina.

Además de este sistema de purificación del agua, se deberá mantener limpia el agua de la alberca, realizando el retiro de residuos sólidos que se encuentren en ella, como puede ser el caso de hojas de árboles, para evitar que permanezcan mucho tiempo en el agua.

Figura 1.37. Redes para la limpieza de la alberca



Dado que este sistema permite que el agua se mantenga limpia, no será necesario vaciar de manera frecuente (si es necesario solo se hará una vez al año) el agua de la alberca

Sin embargo, se llenará cuando el nivel del agua haya bajado y en caso de llegarse a vaciar completamente la alberca, el agua se utilizará para actividades de mantenimiento de la casa. Cuando no se utilice la alberca, se cubrirá para reducir hasta en un 90% la evaporación del agua.

1.6.2.5 Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales

Debido a que en el área del proyecto no cuenta con red de drenaje y alcantarillado municipal, es necesario realizar acciones para la gestión y manejo de aguas residuales y dentro del marco de la legislación y normatividad ambiental aplicable.

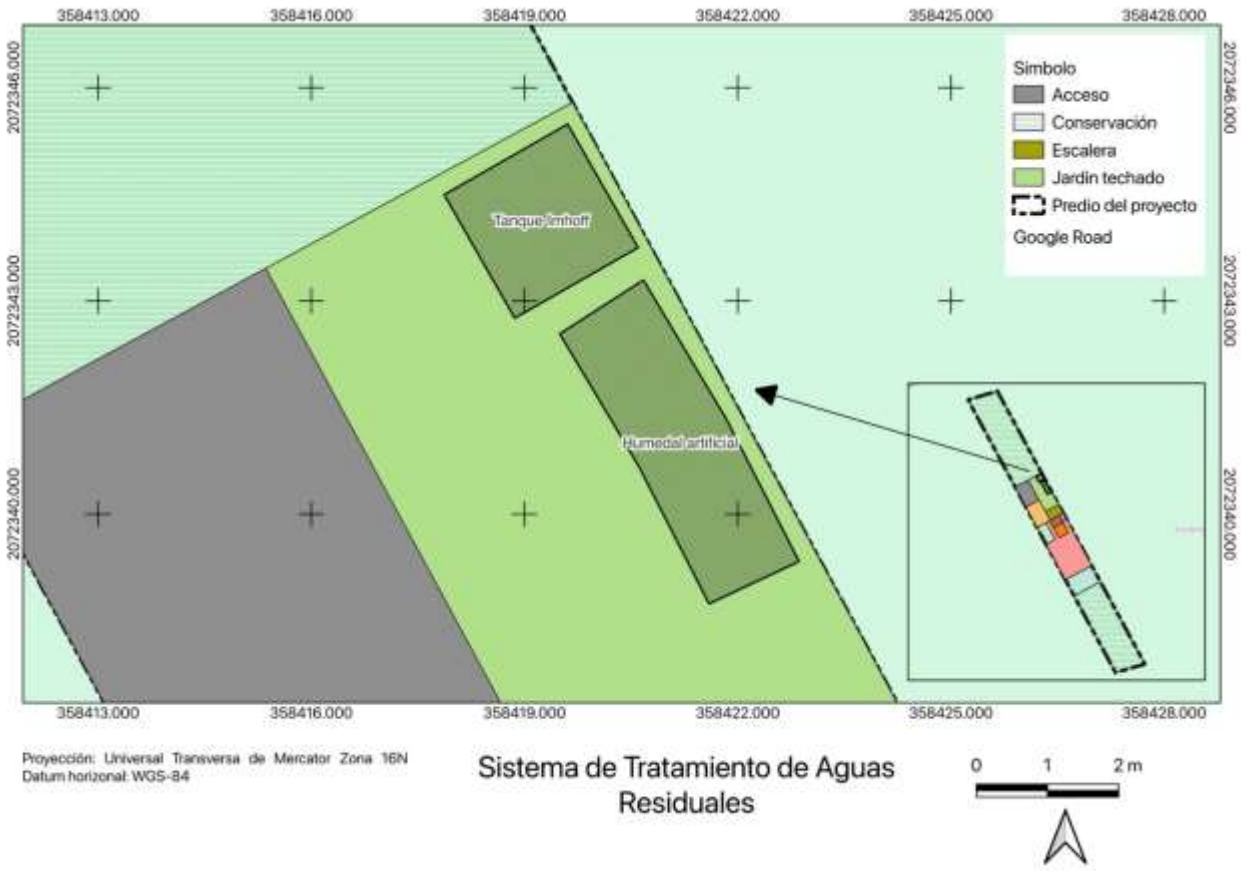
Se contempla la instalación y operación de un Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales, en adelante denominada como STAR, que sea integral y que contempla 4 etapas para el tratamiento de aguas residuales las cuales son:

1. Pretratamiento: Es la etapa que da comienzo a la depuración de aguas residuales y sirve para separar grasas y aceites. En esta etapa las aguas residuales (grises, negras, azules y jabonosas) que se generarán serán conducidas por gravedad a través de una red de tuberías y llegarán hasta un registro de aguas residuales. Las aguas pasarán del registro hacia una trampa de grasas y aceites. El mantenimiento de las trampas de grasas y aceites se realizará de manera cuatrimestral y se contratará a una empresa especializada en limpieza y mantenimiento de estas.
2. Tratamiento primario: El objetivo de esta etapa es eliminar una porción de los sólidos suspendidos, para esto el agua será retenida en decantadores para que la gravedad ayude a separar partículas suspendidas. Esta etapa se realizará internamente en un tanque denominado “Imhoff”, conforme lo establecido en los “Lineamientos Técnicos: Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales a Nivel Vivienda en Zona Rural”, establecidos por la CONAGUA en el año 2016 (Ver Anexo 1.1).
3. Tratamiento secundario: El objetivo de esta etapa es la eliminación de la materia orgánica del agua, así como de nutrientes tales como el nitrógeno y el fósforo. Esta etapa consta principalmente de un componente biológico, se suele emplear ayuda de bacterias y microorganismos para degradar y eliminar la materia orgánica. En este tratamiento se utilizan los lodos activados, donde el agua pasa por varios días en un tanque o reactor donde se realiza un el proceso de eliminación de materia orgánica y nutrientes que contiene el agua, en condiciones variables de oxígeno (condiciones aerobias, anóxicas y

anaerobias) según los requisitos de eliminación necesarios (ver especificaciones de la planta doméstica, Anexo 1.2).

4. Tratamiento terciario: Durante el tratamiento terciario o químico se busca aumentar la calidad del agua a fin de poder devolverla al medio ambiente y cumpliendo con la normatividad ambiental vigente, en específico los parámetros establecidos en la NOM-003-SEMARNAT-1997, la cual establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios públicos. Para ello se realizan una serie de procesos en un humedal artificial, con el objetivo de eliminar agentes patógenos como bacterias fecales y nutrientes como nitratos, nitritos y sulfatos.

Figura 1.38. Localización del sistema de tratamiento de aguas residuales



La superficie del área que será utilizada para la instalación del tanque Imhoff es de 4 m^2 y el área del humedal artificial es de 6 m^2.

Una vez terminada las 4 etapas de tratamiento, el agua residual pasa a una cisterna de almacenamiento de agua tratada y que estará conectada a la red de riego. A continuación, se describe los componentes del STAR.

Se calcula que la residencia turística, en la fase de operación y mantenimiento, podrá generar la cantidad total de 0.04 litros por segundo de aguas residuales lo que equivale a almacenar 3 m^3/día.

El volumen anteriormente presentado, se calculó conforme la siguiente justificación técnica:

La CONAGUA en el año 2007 publicó el Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento (mismo que se puede consultar en https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro4.pdf; ISBN: 978-607-626-036-4) y que menciona que, para el cálculo de consumo de agua

potable doméstico en zonas urbanas y como una referencia, se ha observado que el nivel de consumo doméstico mensual en el país oscila entre 12 y 20 m^3 / toma, dependiendo del clima, tarifas y tipos de uso, teniendo como referencia final y que de acuerdo con la Tabla 2.13 de dicho manual el consumo doméstico promedio es de 14.39 m^3/toma/mes, considerando que el número de ocupantes por vivienda es de 4 personas.

Conforme a lo anterior se puede calcular que por persona al necesitaría 3.6 m^3 de agua potable al mes lo que se podría calcular un consumo a 0.12 m^2 al día y que es equivalente a 120 litros de agua potable al día.

Considerando este consumo y a que se cuenta con el dato técnico sobre que la mayoría de los inodoros usan 5 litros de agua por descarga, un consumo de agua en un lavamanos con ahorro de agua es de un litro por uso y una ducha con ahorro de agua de 10 minutos se consume un aproximado de 100 litros, es similar al consumo calculado de 120 litros de agua potable por persona de uso al día.

Como dato adicional se presenta que la Organización Mundial de la Salud en la “Guía para la calidad del agua de consumo humano” publicada en el año 2011 (ISBN 978-92-4-354995-8), recomienda una cantidad media óptima de agua para consumo doméstico humano (beber, cocinar, higiene personal y limpieza del hogar) de 100 litros/habitante/día (https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/272403/9789243549958-spa.pdf?ua=1).

Con base en lo anteriormente presentado, se puede calcular un volumen de agua residual de 480 litros, que será generada por 4 personas con un consumo de 120 litros al día por persona, lo que equivale a 0.04 l/s de agua residual de la residencia.

El Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales constará de los componentes:

1. Red de tuberías desde la fuente generadora hasta el registro de aguas residuales
2. Registro de aguas residuales
3. Trampa de grasa y aceite
4. Tanque Imhoff y/o planta doméstica
5. Humedal artificial
6. Cisterna de almacenamiento de agua residual

Las aguas grises y negras que generará el proyecto en su etapa de operación serán conducidas por gravedad, a través de la red de tuberías, llegando hasta un registro de aguas residuales. Del registro pasa por la trampa de grasa y aceite como etapa preliminar y esta envía el agua filtrada, al tanque inhoff y/o planta doméstica, cumpliendo la función de la 1ra y 2da etapa de tratamiento de las aguas residuales.

Una vez realizado el proceso de tratamiento en la planta doméstica, el agua residual será conducida hacia un humedal artificial (6) como tercera etapa con la finalidad de mejorar la calidad del agua proveniente de la planta doméstica. El humedal artificial contará dos fases. La primera consiste en la recepción de agua residual proveniente de la planta doméstica y esta al llenarse, comenzará a pasar agua a la segunda fase por gravedad.

Se contará con una conexión que pasará el agua residual de la segunda fase del humedal hacia una cisterna de contención de agua residual, en la cual se almacenará el agua tratada por la planta doméstica y por el humedal artificial. El agua de esta cisterna se utilizará para el riego de las áreas de conservación y las áreas ajardinadas, cumpliendo con la normatividad ambiental vigente y en específico los parámetros establecidos e n la NOM-003-SEMARNAT-1997.

Se propone un monitoreo del agua de riego con la finalidad de revisar que los parámetros de calidad del agua no sobrepasen los límites establecidos por la normatividad ambiental vigente y aplicable.

Como actividad inicial del procedimiento constructivo y en concordancia con el criterio general del proyecto, se procederá al marcado y rescate de las plantas que resulten afectadas. Se reubicarán, según la clasificación de protección, en el vivero temporal o en las áreas específicas destinadas al rescate y conservación.

Preparación del Terreno. Todas las áreas que correspondan al aprovechamiento, por rellenos o terraplenes se limpiarán de troncos, raíces, maleza, recortes de árboles o de cualquier otro material o desecho objetable. Se desenraizarán todos los tocones. Las subrasantes de los rellenos y terraplenes se limpiarán y eliminará toda vegetación, pasto y capa orgánica de suelo de la superficie. Todos los materiales de desecho se retirarán del terreno y eliminarán. Después de la remoción de todos los materiales suaves e inadecuados, tales como material orgánico y rocas grandes, se preparará la cimentación debajo de los terraplenes y rellenos nivelando y pasando varias veces un equipo de compactación, de manera que los materiales de la superficie de la subrasante se compacten y estén firmes. Todas las zonas suaves o flojas que se detecten por el esfuerzo del equipo de prueba se removerán y substituirán con el relleno compactado. Cualquier sobre-excavación realizada se substituirá por un material de mejoramiento que garantice las cualidades de permeabilidad y densidad con el cual la cimentación a realizar fue diseñada.

Excavación y cimentación. La red de tuberías, el registro, la trampa de grasa, el cárcamo de bombeo, la planta doméstica, requieren una excavación dirigida de 1m de profundidad, por lo que se utilizará la maquinaria como excavadoras y camiones de volteo para recolectar el material producto de la excavación. Previo a su colocación se cimentarán con losas de concreto reforzado, realizadas con concreto según se defina en el cálculo de ingeniería, premezclado, y colado con bomba, y acero fy>=4200 kg/cm², con una cuantía según cálculos; acabado superficial liso mediante regla vibrante. Incluso armados, refuerzos, pliegues, encuentros, arranques y esperas en muros, escaleras y rampas, cambios de nivel, alambre de atar, y separadores. Se cimbrarán con tableros de madera recuperable y elementos de sustentación, fijación y acodalamientos de madera.

Los muros estructurales se prevén de concreto reforzado cimbrado a dos caras, de altura y espesor según requerimientos de diseño, superficie plana, realizado con concreto según especificaciones de cálculo, con aditivo hidrófugo y colado con bomba, y acero fy>=4200 kg/cm², con una cuantía según cálculo, ejecutado en condiciones complejas; construcción y desmontaje de sistema de cimbra con acabado liso visto o para revestir, realizado con paneles metálicos modulares, amortizables en 100 usos. Incluso alambre de atar, separadores, pasamuros para paso de los tensores y líquido desmoldante para evitar la adherencia del concreto a la cimbra.

Las losas de pisos y cubiertas serán planas de concreto armado, horizontal, con altura libre de piso a techo de entre 4 y 5 m según criterios de diseño, realizada con concreto según especificaciones de cálculo, premezclado, y colado con bomba, y acero fy>=4200 kg/cm², con una cuantía según cálculos; construcción y desmontaje de sistema de cimbra continuo, con acabado para revestir, formado por: superficie de la cimbra de tableros de madera tratada, reforzados con varillas y perfiles, amortizables en 25 usos; estructura soporte horizontal de sopandas metálicas y accesorios de montaje, amortizables en 150 usos y estructura soporte vertical de puntales metálicos, amortizables en 150 usos. Incluso nervaduras y cadenas perimetrales de planta y huecos, alambre de atar, separadores, aplicación de líquido desmoldante y agente filmógeno para el curado de concretos y morteros. Las columnas que proporcionalmente se necesiten, serán de concreto reforzado de las mismas características.

Bombas y equipos. Se utilizarán diferentes tipos de bombas, centrífugas, vortex, de tornillo, de pistón o neumáticas, de acuerdo con el proceso en que intervengan. Éstas son equipos indispensables para el cárcamo de bombeo ya que son las que mueven tanto el agua a través del sistema, como los subproductos que se generan, como lodos biológicos.

La instrumentación e interconexiones tanto hidráulicas como eléctricas son compuestos de PVC, fibra de vidrio, acero inoxidable, polipropileno, etc que formarán parte de bombas dosificadoras, tuberías de alta presión, bandejas porta cables, paneles del Controlador Lógico programable (PLC), entre otros.

Instalaciones eléctricas. Se ejecutará una red de toma de tierra con la finalidad de drenar las cargas estáticas y/o descargas atmosféricas en las estancias que lo requieran, principalmente en los cuartos de control y motores.

La red general de alumbrado contará con sus respectivos circuitos, derivaciones, cuadros de mando, interruptores y luminarias para dar servicio a las zonas que lo necesiten. Las conducciones se realizarán bajo tubo rígido de PVC y se utilizará cable unipolar con doble capa de aislamiento. En caso de ser requerido, se instalarán equipos de respaldo con combustible diésel.

Tanque Imhoff y planta domestica

En el Anexo 1 se presentan las especificaciones del tanque “Imhoff” y Anexo 2 de la planta doméstica. Para su instalación se realizará la excavación de las dimensiones necesarias para la colación de los tanques. Se construirá una caja de registro de concreto impermeable el suelo previamente será compactada con arena gruesa con la finalidad de evitar contaminación del suelo, en caso de derrames. La tubería será de PVC.

Estos tanques tendrán fácil acceso a la válvula de extracción de lodos para su mantenimiento regular. El mantenimiento lo realizará una empresa especializada para este fin y acreditada para el manejo de lodos.

Humedal artificial

El tratamiento de aguas residuales es una cuestión prioritaria a nivel mundial (Romero-Aguilar, 2009). En México debido a la falta de infraestructura y altos costos de las plantas de tratamiento, e incremento de aguas residuales, se han adoptado nuevas tecnologías; de esta problemática nacen los humedales artificiales como una nueva alternativa de tratamiento ((Romero-Aguilar, 2009). Los Humedales Artificiales son una opción de tratamiento más amigable con el medio ambiente ya que mediante su implementación se logra la creación y restauración de hábitat y paisaje (Arias &Brix, 2003WSUD, 2014). Así mismo, los Humedales Artificiales, son de bajo costo de instalación y mantenimiento a comparación con sistemas convencionales de tratamiento (Romero-Aguilar, 2009).

Los Humedales son ecosistemas sumidero efectivos en la absorción de nutrientes y amortiguadores de contaminantes orgánicos e inorgánicos. El tratamiento de las aguas residuales por los Humedales Artificiales se basa en las características de un humedal natural, los cuales logran el tratamiento de las aguas residuales mediante la sedimentación, absorción y metabolismo bacterial (Llagas-Chafloque&Gomez, 2006).

Un humedal construido para el tratamiento de las aguas grises por biofiltracion es un humedal construido que elimina una cantidad significativa de contaminantes de las aguas grises antes de que desemboca al agua subterránea, el río, o humedal natural. La adición de patógenos, de las bacterias, y de toxinas no-biodegradables al agua de superficie pueden ser evitados con este tratamiento biológico, y así promover un ecosistema más sano y condiciones más sanitarias. El sistema puede ser construido para una sola casa o un grupo de casas, típicamente con un costo bajo.

Estructura de Humedal artificial propuesto para tratamiento de aguas residuales

Las aguas residuales entran desde el biodigestor al humedal por la gravedad y son filtradas primero por procesos mecánicos. Las plantas del humedal transfieren oxígeno a la zona sumergida de la raíz, que permite la degradación biológica de contaminantes y materias orgánicas por microbios. La eficiencia de la eliminación varía, pero generalmente el humedal puede eliminar una buena porción de los contaminantes de las aguas grises.

El agua que es descargada en un humedal construido para el tratamiento biológico de las aguas grises será filtrada por ambos procesos mecánicos y biológicos por las plantas en el sistema y los microbios que viven alrededor de las raíces de la planta. En los humedales subterráneos de flujo, las aguas grises fluyen por el sistema bajo la superficie de tierra, lo cual elimina el riesgo de estancamiento y crecimiento de mosquitos. El sistema consiste en una capa delgada (5 cm) de arena cubierta por una capa gruesa (45-75cm) de grava de tamaño pequeño-medio, y con una capa delgada (5 cm) tierra. Las plantas que sobreviven bien en los humedales naturales y construidos (las aneas, las cañas, etc) son plantados en la capa superficial del suelo y las raíces crecen en el sustrato de grava. La siguiente figura muestra una sección transversal del humedal a construir.

Figura 1.39. Corte transversal de humedal para tratamiento de aguas grises



Tabla 1.10

. Especificaciones del humedal propuesto

Descripción	Volumen de aguas grises al humedal por día (m^3/día= 1000L/día)	BOD nivel en influyente (mg/l)	Nivel de BOD deseada de efluente (mg/L)	Tiempo pasado en el humedal construido (días)	Profundidad del sustrato (m)	Ancho (m)	Longitud (m)	Total de área (m^2)
Características	0.17	33	5	4.62	0.65	1.94	2.17	4.21

El tamaño de un humedal construido depende de la cantidad de efluente que va a entrar y de la cantidad de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (BOD) que se necesita reducir. En general, 1 metro cúbico de humedal puede procesar cerca de 135 litros de las aguas grises (Jenkins 2005).

Consideraciones por tomar en cuenta para la construcción del humedal:

1) La mayor exposición al sol posible debe ser considerada para la ubicación
2) Pendiente de 0.5% a máximo 1.0% el agua ira atravesando los diferentes sustratos por gravedad hasta llegar al final de “desague”.

3) La vegetación utilizada deberá ser resistente a la baja exposición de luz solar.

La vegetación necesaria para el humedal artificial se ha elegido de acuerdo a su capacidad de retención de agua y por su alto índice de absorción de nutrientes y por ser plantas de media sombra.

Tabla 1.11. Vegetación para el humedal artificial.

Nombre común	Nombre Científico
Garra de León	*Philodendron spp.*
Teléfono	*Philodendron spp.*
Zacate español	*Cladium jamaicense*
Trébol	*Marsilea crotopnora*
Hoja elegante	*Xanthosoma*

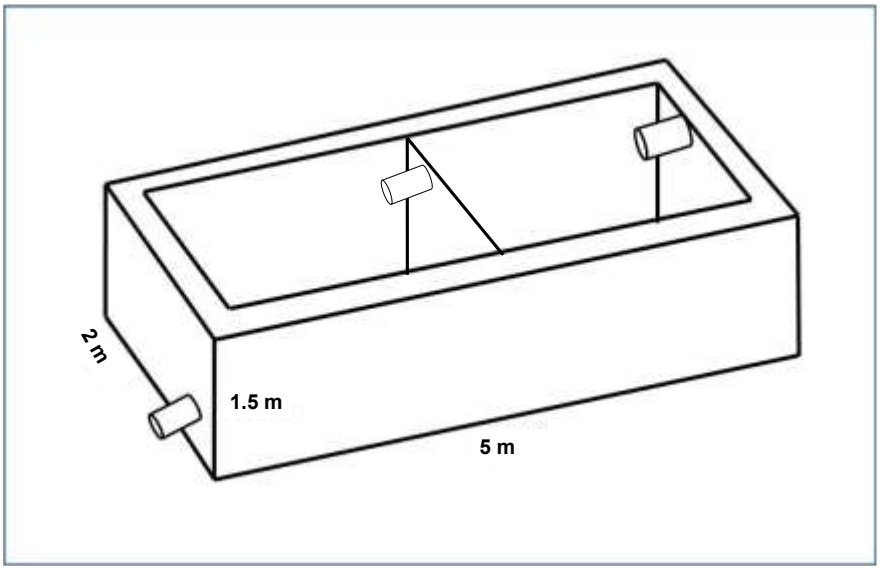
Construcción del humedal

Se construirá un cajón de 5 m de longitud por 2 m de ancho y 1.5 m de profundidad, con una pendiente máxima del 1%.

Se colocará en el lado más alto la entrada del agua, proveniente de la trampa de grasa para su tratamiento, y en el lado más bajo al otro extremo la salida del agua ya tratada.

El humedal estará divido a la mitad, la fase 1 servirá para garantizar el correcto proceso de filtrado, y la fase 2 para contener los excedentes y dar paso a el agua residual hacia la cisterna de riego.

Figura 1.40. Imagen tipo de la construcción del humedal artificial



1.6.2.6 Materiales, equipos e insumos

Para la etapa de construcción del proyecto serán utilizados materiales de uso común para la nivelación y compactación, se utilizará acero de refuerzo, cemento y agregados, tuberías de PVC, carretes de cables. Todos estos materiales cumplirán con las normas urbanas de construcción aplicables. El abastecimiento de los materiales será principalmente por vía terrestre y provendrán de las ciudades de Bacalar.

La lista completa de materiales y equipo se presentan en las siguientes tablas:

Tabla 1.12. Materiales para la construcción

Materiales	
Alambrón	Grava
Alambre recocido	Agua (pipas)
Varilla de acero	Block de concreto 15x20x40
Clavos	Tabicón ligero
Malla electro soldada 6x6 - 10x10	Bovedilla de concreto
Cable de cobre desnudo	Vigueta de concreto
Cemento tipo 1	Pegamento siler
Cemento blanco	Aceite Construcción y Mantenimiento
Cal hidratada	Arena Construcción
Cemento crest (20kg)	Taquete Expansivo
Masilla fina (40kg)	Tornillo galvanizado
Polvo de piedra	Concreto Premezclado
Block de Concreto	Tubo Sanitario
Cinta de Aislar Plástica	Poliducto de Alta densidad
Clavos de 2” a 4”	Tuberías plásticas de polietileno de alta densidad marca Extrupak o similar para agua potable
Pozos prefabricados de HDPE	Tuberías plásticas marca Sanipro o similar para agua residual
Trabes prefabricadas	Capa de compresión de concreto f'c=250 Kg/cm2
Malla geotextil	

Tabla 1.13. Maquinaria y equipo

Maquinaria	
Minicargador tipo Bobcat con aditamentos (pinza, cuchara o trituradora)	Revolvedor para concreto
Miniexcavadora con orugas de goma	Perforadora rotaria con broca y/o barril de diamante
Trituradora de material vegetal	Motosierra
Camioneta de carga ligera o remolque	
Desbrozadora mecánica	
Camión de volteo de baja capacidad	
Camión pipa	

Como se presentó anteriormente, si bien el proyecto destina formalmente 620.45m^2 (62.09%) del predio como Área de Conservación Natural e Infiltración —donde queda estrictamente prohibida cualquier actividad de desmonte, despalme o remoción de la cubierta vegetal secundaria—, las condiciones biofísicas actuales del terreno presentan discontinuidades naturales en el dosel y un espaciamiento libre entre los fustes arbóreos, además se prevee dar mantenimiento y mejora en el área de conservación con actividades de “sokoleo”.

Esta configuración morfológica permite actualmente el tránsito peatonal y configura una vía de acceso preexistente apta para el paso confinado de vehículos utilitarios tipo camionetas pick-up y maquinaria ligera de bajo impacto (tales como minicargadores tipo Bobcat y retroexcavadoras de dimensiones reducidas), sin que esto implique la afectación, poda o derribo de individuos arbóreos nativos.

Para la operación de equipo y maquinaria se considera el almacenamiento máximo de 600 litros de Diesel o gasolina al mes, por lo que se contarán con 3 tanques de almacenamiento de 200 lt cada uno por lo que se puede suponer el consumo al año, de 3,600 lt de gasolina y 3,600 lt de Diesel. Estos combustibles serán abastecidos por medio de bidones que cumplen con los requerimientos para el transporte y almacenamiento de hidrocarburos, los cuales serán trasladados desde la gasolinera más cercana al área del proyecto. Dentro de la bodega temporal se contará con el espacio destinado para el almacenamiento del combustible y sustancias.

Para disminuir el riesgo de derrames o accidentes, no será necesario el almacenamiento de grandes volúmenes de combustibles, sino los necesarios para la operación de la maquinaría al

día. Se contará con tarimas antiderrames donde se colocarán los bidones cerrados, con marcas donde se indique el tipo de material que contenga, a la vez se contará con un extintor dentro de la bodega como medida preventiva. Por lo anterior se manifiesta que no se requiere un estudio de riesgo ambiental para el almacenamiento de este combustible. En la etapa operativa no será necesario el almacenamiento de hidrocarburos.

Como se comentó anteriormente, el agua que será utilizada se almacenará en un contenedor temporal y para el consumo se utilizará agua de garrafones.

Para brindar energía eléctrica durante esta etapa se utilizará una planta temporal para la generación de energía eléctrica a través de Diesel o gas natural.

Figura 1.41. Representación gráfica de una planta temporal para la generación de energía eléctrica durante la etapa de preparación del sitio y construcción.



En la siguiente tabla se presenta los requerimientos de energía eléctrica, combustible, sustancias y agua para las etapas de preparación del sitio y construcción.

Tabla 1.14. Energía eléctrica, combustibles, sustancias y agua utilizadas en las etapas de preparación del sitio y construcción

Actividad	Insumos	Uso	Volumen de consumo Mensual
Preparación de sitio	Gasolina y Diesel	Maquinaria	600 litros
	Aceite	Maquinaria	5 litros
	Agua	Dispersión de polvo	1000 litros
	Agua purificada	Consumos trabajadores	160 litros
Construcción	Agua	Dispersión de polvo	1000 litros
	Combustible	Maquinaria	600 litros
	Aceite	Maquinaria	2 litros
	Agua purificada	Consumos trabajadores	160 litros

Los requerimientos de mano de obra calificada y no calificada y el tipo de contratación, temporal o permanente (permanente refiriéndose al tiempo de construcción del proyecto) para cada una de las etapas de proyecto, se detalla a continuación, así como si la oferta de mano de obra en la zona es suficiente o se requerirá de la contratación de personal foráneo.

Tabla 1.15. Requerimientos de personal para las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto

Etapa	Tipo de empleo (No de empleados)		Disponibilidad Regional
	Permanente	Temporal	
Preparación de Sitio	0	20	100%
Construcción	12	40	100%

Preparación de sitio

a) 2 operadores de maquinaria
b) 2 ayudantes de operador de maquinaria.
c) 2 cuadrillas de personal encargada del desplante (5 personas por cuadrilla)
d) 2 topógrafos
e) 2 encargados del seguimiento en materia ambiental (delimitación de áreas, implementación de programas ambientales, etc.)
f) 2 residentes de obra

En total se contará aproximadamente para los trabajos de preparación de sitio con 20 personas, conforme se vaya avanzando en el proyecto se irá integrando más personal para el inicio de los trabajos de construcción.

Construcción

a) 2 operadores de maquinaria
b) 2 ayudantes de operador de maquinaria.
c) 45 personas para diversos trabajos (39 de personal para construcción de la obra, 2 electricistas, 2 plomeros, 2 carpinteros y/o aluminieros) dependiendo del avance de la obra se podrá contratar mayor personal para incrementar la rapidez en la construcción.
d) 2 encargados del seguimiento en materia ambiental (delimitación de áreas, implementación de programas ambientales, etc.)
e) Residentes de obra (Arquitectos/Ingenieros)

1.6.2.7 Materiales pétreos

El proyecto contempla la compra de material pétreo para las etapas de preparación del sitio y construcción se procederá a la compra de material en lugares legalmente establecidos, los recibos de compra serán anexados dentro de cada informe de actividades que se entregue a la autoridad una vez autorizado el proyecto.

1.6.2.8 Explosivos

El proyecto no considera el uso de explosivos durante ninguna de sus etapas de desarrollo, por lo que está prohibido esta actividad en el proyecto.

1.6.2.9 Restauración de suelo y flora

Se reconoce que, si bien el paso temporal, de baja permanencia y confinado de vehículos utilitarios (camionetas pick-up) y maquinaria ligera de bajo impacto (Bobcats y miniexcavadoras) se realizará aprovechando los claros naturales y el espaciamiento preexistente entre fustes del Área de Conservación, esta actividad generará un impacto temporal clasificado como compactación del sustrato.

No obstante, de conformidad con la metodología de evaluación de impactos y los criterios de significancia aplicados en la Matriz de Leopold Modificada de este estudio (ver Capítulo 4), dicho impacto se mitiga formalmente con una Recuperación del suelo y Recuperación de la estructura vegetal debido a las siguientes consideraciones logísticas y ambientales:

Coincidencia Espacial Estratégica: El diseño del plan de manejo ambiental prevé una superposición geométrica intencional. El área confinada que funcionará de manera transitoria como corredor logístico y de paso de vehículos durante la fase constructiva será exactamente la misma superficie donde se concentrarán, de forma inmediata al término de la edificación, las actividades del Programa de Restauración de Suelos y el Programa de Reforestación y Enriquecimiento de la Estructura Forestal (ver Capíutlo 4).

Mecanismo de Restauración de Suelos: Al concluir las obras civiles, las cuadrillas ambientales intervendrán el corredor logístico mediante técnicas manuales de descompactación hídrica y mecánica del suelo (escarificado superficial con herramientas menores), rompiendo la costra endurecida para restablecer la porosidad natural del horizonte litológico. Posteriormente, esta franja será enriquecida mediante la adición del mulch y la capa orgánica que fueron rescatados y acopiados durante el despalme de la huella de desplante, reincorporando nutrientes y microorganismos nativos esenciales para el acuífero.

Restauración Vegetal Inducida (Cierre de Claros): Una vez recuperadas las propiedades físicas y químicas del suelo en el área de paso, se ejecutará la reintroducción de vegetación nativa utilizando los ejemplares rescatados y estabilizados en el vivero rústico del proyecto. Este enriquecimiento florístico estará enfocado en el cierre del dosel mediante especies arbustivas y herbáceas endémicas de media sombra, acelerando la sucesión ecológica natural y garantizando que, al inicio de la fase operativa de 80 años, el corredor logístico provisional quede plenamente integrado como un área boscosa funcional y permeable de la conservación.

Esta secuencia operativa demuestra que el impacto ambiental por tránsito de maquinaria ligera es de carácter transitorio no significativo. Al vincular físicamente la zona de paso con la zona de restauración final, se anula la acumulación de impactos negativos sobre el suelo kárstico de Bacalar, convirtiendo una perturbación de obra en una oportunidad de estabilización ecológica dirigida a largo plazo.

1.6.3 Etapa de operación y mantenimiento

Las principales actividades que se realizarán en el predio durante la operación del proyecto se detallan a continuación:

En el área se integrará por la casa habitación, áreas comunes, vialidad principal, piscina, caseta de entrada y almacén.

En los espacios áreas comunes se podrán realizar actividades recreativas.

Por último, están las actividades de limpieza y mantenimiento de las áreas comunes; así como, de sus instalaciones ya sean eléctricas, hidráulicas y sanitarias. También de la prevención y mantenimiento del interior y exterior de la propiedad, en apariencia y equipamiento.

Las actividades de mantenimiento del desarrollo se dividirán en tres:

- Mantenimiento de la estructura, se refiere a las reparaciones que puedan llegar a necesitar las edificaciones de la casa.
- Mantenimiento de las instalaciones y mantenimiento en general del sitio, se refiere al mantenimiento que se le tiene que dar periódicamente las instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias.
- Mantenimiento en general del sitio, se refiere a la limpieza del mismo y al cuidado de la vegetación.

Mantenimiento de las instalaciones

Se efectuarán mantenimientos periódicos y áreas de servicios en lo relativo a los servicios sanitarios y suministro de energía.

El tipo de mantenimiento que se ejecutará para el proyecto, incluirá acciones del tipo preventivo y correctivo. Las del tipo preventivo incluirán limpieza de superficies, techos, limpieza y pintura de paredes interiores y exteriores, revisión del sistema hidráulico. Mientras las actividades correspondientes al mantenimiento correctivo comprenden básicamente el reemplazo de lámparas, sustitución de vidrios rotos en ventanas y puertas, llaves en mal estado, tuberías, goteras, desniveles, agrietamientos, reparación a equipos eléctricos.

Se realizarán actividades de cuidado y limpieza manual de la flora, para las especies que se quedarán en las áreas de conservación.

Mantenimiento de las áreas con vegetación a conservar

Se pretende verificar periódicamente la permanencia de la vegetación rescatada que será colocada en las áreas de conservación del proyecto dentro del mismo predio, en caso de existir individuos muertos estos se reemplazarán con el fin de mantener la densidad de la vegetación.

1.6.3.1 Materiales y sustancias que serán utilizadas, enlistar e indicar volúmenes

Para la construcción del proyecto se utilizan los siguientes materiales y volúmenes estimados:

Tabla 1. 16. Materiales y Sustancias que serán empleados.

Actividad	Insumos	Uso	Volumen de consumo
Operación	Agua	operación	10,000 lt / día con la operación del 100% del proyecto. La casa contará con un tinaco para el almacenamiento diario de 1,000 lt de agua y un garrafón de 20 lt para consumo.
	Gas lp	operación	El consumo dependerá de cada usuario de la casa. Sin embargo, se prevé contar con un tanque de almacenamiento individual de 20 kg (37.03 lt), que será suministrado cada tres meses. Además, se contará con dos tanques de 30 kg (55.5 lt) para el uso en el restaurante el cual se suministrará de manera mensual. Con la información anterior se puede calcular el consumo aproximado de gas licuado a presión (LP) de 2,900 lt al año.
	Productos de limpieza	limpieza	Dependerá del uso de la casa.

1.6.4 Etapa de abandono

De ser autorizado el proyecto, se mantendrá un proceso continuo, dinámico, adecuado y adaptable de mantenimiento; con ello, se considera que tendrá una vida útil de mayor a 50 años que podría prolongarse, debido a las innovaciones y adelantos tecnológicos que día tras día brindan mayor certidumbre y ahorros a las edificaciones en todos sentidos. De tal forma, que no se visualiza una etapa de abandono en sentido estricto para el proyecto.

Sin embargo, una vez que concluya la vida útil del proyecto o se decida abandonarlo, se llevarán a cabo las gestiones ante la autoridad para realizar la restauración del sitio.

1.7 RESIDUOS SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

1.7.1 EMISIONES A LA ATMÓSFERA Y GENERACIÓN DE RESIDUOS

Gases y polvos

Las únicas emisiones de este tipo serán generadas por la combustión de gasolina de la maquinaria que se utilice en la preparación del terreno y posteriormente por los vehículos que transiten por la vialidad una vez terminado el proyecto y el levantamiento de polvos en la construcción.

Ruido

Las emisiones de ruido serán producidas por la maquinaria que se utilice en la preparación del terreno y posteriormente por los vehículos que transiten por la vialidad una vez terminado el proyecto.

Residuos líquidos

Todas las aguas generadas en el proyecto serán canalizadas al STAR.

Residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial

Se generarán residuos producto del desmonte en la etapa de preparación de sitios, residuos de obra en la etapa de construcción y residuos sólidos urbanos en la etapa de operación, ante esto se manejarán los residuos en cada una de las etapas del proyecto para evitar afectaciones al suelo natural.

Para el mantenimiento de baterías y otros, podrán generarse residuos peligrosos, además de residuos de manejo especial como lodos activados por la STAR. Estos residuos se almacenarán en áreas previamente adecuadas y de acuerdo con la normatividad ambiental aplicable y serán manejados y dispuestos por empresas que cuentan con los permisos necesarios para el manejo y disposición de estos.

Gases de efecto invernadero

Debido a que el proyecto considera la ejecución de obras y actividades para la construcción y operación de un desarrollo ecoturístico, se espera la mínima generación de Gases de Efecto Invernadero (GEI) que, de acuerdo con su alcance, la fuente de generación podrá ser Directa e Indirecta. En la Tabla 1. se presentan los procesos en los cuales se espera la GEI según la etapa de implementación, así como el tipo de gases que se podrían generar.

Tabla 1.17. Generación de GEI en el proyecto

Alcance	Preparación	Construcción	Operación
Directo	Originados por la combustión de los combustibles (Diesel y gasolina) requeridos para la operación de la maquinaria y equipo que se usarán para el acondicionamiento del terreno	Combustión del combustible (Diesel y gasolina) requerido para la operación de la maquinaria y equipo usado para la construcción	Combustión del Gas LP utilizado para la cocina. Sin embargo, se espera la reducción de al menos el 30% por la implementación de ecotecnias como la colocación de calentadores solares, eléctricos y cocinas hibridas.
GEI-D	CO_2, CH_4 y N_2O	CO_2, CH_4 y N_2O	CO_2, CH_4 y N_2O
Indirecto	No aplica debido a que el abastecimiento de energía eléctrica durante esta etapa se obtendrá a partir del uso grupos electrógenos móviles, los cuales funcionarán con combustible, por lo que la GEI por este rubro se consideran dentro del alcance Directo.	No aplica debido a que el abastecimiento de energía eléctrica durante esta etapa se obtendrá a partir del uso de grupos electrógenos móviles, los cuales funcionarán con combustible, por lo que la GEI por este rubro se consideran dentro del alcance Directo.	Consumo de energía eléctrica para la operación del Proyecto. La cual será suministrada por la red de energía eléctrica instalada para el Proyecto. Sin embargo, se reducirá a la mitad por la implementación de un sistema para la generación de energías renovables.
GEI-I	N/A	N/A	CO_2, CH_4 y N_2O

Para realizar la estimación de la emisión directa de CO2 equivalente de las obras y actividades del Proyecto durante la etapa de preparación, se aplicará la siguiente metodología de cálculo por factores de emisión de acuerdo con lo establecido en el Acuerdo que establece las particularidades técnicas y las fórmulas para la aplicación de metodologías para el cálculo de emisiones de gases o compuestos de efecto invernadero publicado en el Diario Oficial de la Federación el 03 de septiembre de 2015. Se calculará la cantidad que se genera de cada GEI mediante la aplicación de las siguientes fórmulas:

$$E_{CO_2} = VC \times PC \times FE_{CO_2}$$

$$E_{CH_4} = VC \times PC \times FE_{CH_4}$$

$$E_{N_2O} = VC \times PC \times FE_{N_2O}$$

Dónde:

E_{CO2}	**Emisiones de dióxido de carbono en toneladas [t]**
E_{CH4}	Emisiones de metano en kilogramos [kg]
E_{N2O}	Emisiones de óxido nitroso en kilogramos [kg]
VC	Consumo de combustible al año en litros [L] o metros cúbicos [m^3]
PC	Poder calorífico de cada combustible [MJ/L o MJ/m^3]
FE	Factor de emisión de cada gas [t/MJ o Kg/MJ]

El factor de emisión de cada gas se tomó de los valores establecidos en el Art. Sexto fracción 2, del Acuerdo (DOF,2015), sus valores se enlistan en la Tabla 2.20. Dicho Acuerdo también señala que para la estimación de la emisión indirecta por consumo de electricidad se aplicará la siguiente fórmula:

$$E_{CO_2e} = W_{Elect} \times FE_{Elect}$$

Dónde:

ECO2e Emisiones de dióxido de carbono equivalente proveniente del consumo de energía eléctrica [t CO2e]

WElectConsumo de energía eléctrica [MWh]

FEElect Factor de emisión por consumo de energía eléctrica [t CO2/MWh]

El FEElect que se deberá usar es el que publique año con año la SEMARNAT, que de acuerdo con su último reporte emitido el 01 de junio de 2017, se podrá usará el factor de emisión eléctrico reportado al 2015 y que corresponde a 0.458 toneladas de CO2 / MWh.

Tabla 1.18. Factores para el cálculo de emisiones directas e indirectas de GEI

Combustible	CO_2 (t/MJ)	CH_4 (t/MJ)	N_2O (t/MJ)
Diesel	7.41 E-05	3.00 E-06	6.00 E-07
Gasolina y naftas	6.93 E-05	3.00 E-06	6.00 E-7
Gas LP	6.31E-05	1.00E-06	1.00E-07

A partir de la aplicación de las fórmulas y factores anteriores, en la tabla 1.18 se presentan las estimaciones de la cantidad de emisiones de GEI que se generarán durante las diferentes etapas de implementación del Proyecto.

Tabla 1.19. Consumo estimado de combustibles por etapa de desarrollo del proyecto

Etapa	Tipo	Consumo anual	Unidades
Preparación y construcción	Diesel	3,600	L/año
Preparación y construcción	Gasolina	3,600	L/año
Operación	Gas LP	2,900	L/año
Operación	CFE	4	MWh

Tabla 1.20. Estimación de la generación de GEI por etapa del Proyecto según Acuerdo (DOF, 2017)

Emisiones de GEI en las etapas de construcción y operación del proyecto					
Combustible / Proveedor	Consumo (L/año o MWh)	CO_2 (t/MJ)	CH_4 (t/MJ)	N_2O (t/MJ)	Emisiones anuales GEI (tCO_2e/año)
Diesel	3,600 L	7.41 E-05	3.00 E-06	6.00 E-07	10.33
Gasolina	3,600 L	6.93 E-05	3.00 E-06	6.00 E-07	9.17
Gas LP	2,900 L	6.31 E-05	1.00 E-06	1.00 E-07	4.92
CFE	4.0 MWh	0.00	0.00	0.00	1.98
Emisiones totales anuales GEI (tCO_2e/año)					26.39

Durante la etapa de preparación del sitio, se estima que el Proyecto genere aproximadamente 26.39 tCO2e al año por el uso de combustibles para el funcionamiento de la maquinaria requerida y el consumo de gas l.p., en la casa habitación.

Cabe mencionar que el resultado de emisiones de esta calculadora es indicativo. Se obtienen los resultados más aproximados a las emisiones reales en la medida de la información que se obtiene del cálculo de consumo estimado anual y en las etapas que correspondan. Esta información nos indica que el proyecto no requiere el Registro Nacional de Emisiones, sin embargo, se emplean enotecnias y medidas de prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales para la reducción de gases de efecto invernadero.

“BACALAR LAGOON CLUB”

MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD P



PROMOVENTE: UBR: JC S.A DE C.V

TABLA DE CONTENIDO DEL CAPÍTULO 2

Tabla de contenido

CAPÍTULO 2 VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DE USO DE SUELO 2-2

2.1 INTRODUCCIÓN 2-2
2.2 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO 2-3
2.3 VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES 2-5
2.3.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. 2-5
2.3.2 Tratados Internacionales 2-6
2.3.3 Planes y Programas Sectoriales 2-13
2.3.4 Leyes Generales y Federales 2-15
2.3.5 Reglamentos de Leyes 2-23
2.3.6 Leyes y Reglamentos Estatales 2-28
2.3.7 Ordenamientos Ecológicos Decretados 2-36
2.3.8 Planes y Programas de Desarrollo 2-80
2.3.9 Normas Oficiales Mexicanas 2-81
2.3.10 Áreas Naturales Protegidas 2-85
2.3.11 Sitios RAMSAR 2-91

CAPÍTULO 2 VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DE USO DE SUELO

En cumplimiento con las disposiciones de los Artículos 28 y 30 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), y el Artículo 12 de su Reglamento en Materia de Impacto Ambiental (REIA), la empresa UBR: JC S.A DE C.V, en adelante La Promovente, solicita a su H. Autoridad la evaluación y autorización del Proyecto “BACALAR LAGOON CLUB”, en adelante denominado como El Proyecto, en materia de impacto ambiental.

2.1 INTRODUCCIÓN

La persona moral UBR: JC S.A DE C.V. (en adelante, "la Promovente"), solicita formalmente a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), por conducto de su Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental (DGIRA) o su Delegación Federal competente, la evaluación y correspondiente autorización en materia de impacto ambiental para el proyecto denominado Proyecto “BACALAR LAGOON CLUB” (en adelante, "el Proyecto").

Dicho procedimiento administrativo se sustenta firmemente en lo dispuesto por el Artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA). Este precepto determina que la evaluación del impacto ambiental es el instrumento preventivo a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico, o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, con el fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos.

De conformidad con el Artículo 5° del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, los promoventes deben presentar ante la Secretaría una Manifestación de Impacto Ambiental en la modalidad que corresponda para su respectiva evaluación, debiendo referirse obligatoriamente a las circunstancias ambientales relevantes vinculadas con la ejecución de las obras o actividades. En este caso, por las características del Proyecto, se presenta bajo la Modalidad Particular (MIA-P).

O) CAMBIOS DE USO DEL SUELO DE ÁREAS FORESTALES, ASÍ COMO EN SELVAS Y ZONAS ÁRIDAS:

Q) DESARROLLOS INMOBILIARIOS QUE AFECTEN LOS ECOSISTEMAS COSTEROS:

Mediante este ejercicio de vinculación, la Promovente acredita que el Proyecto “BACALAR LAGOON CLUB” no representa un elemento de perturbación aislado, sino una propuesta de desarrollo que se integra de manera legal y armónica con las políticas públicas de conservación, ordenamiento ecológico del territorio y desarrollo forestal sustentable del país.

2.2 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El predio del proyecto se localiza en el Municipio de Bacalar, Estado de Quintana Roo, aproximadamente a 6.6 km al noreste de la localidad de Bacalar.

El polígono del proyecto está conformado por el terreno amparado bajo la escritura pública número 681, con una superficie de 999.23 m2.

El predio se ubica en el Boulevard Aaron Merino Fernández, región 15, Mz 001, Lt 376, Ciudad de Bacalar, Municipio de Bacalar, Estado de Quintana Roo.

Figura 2. 1. Ubicación general del Proyecto

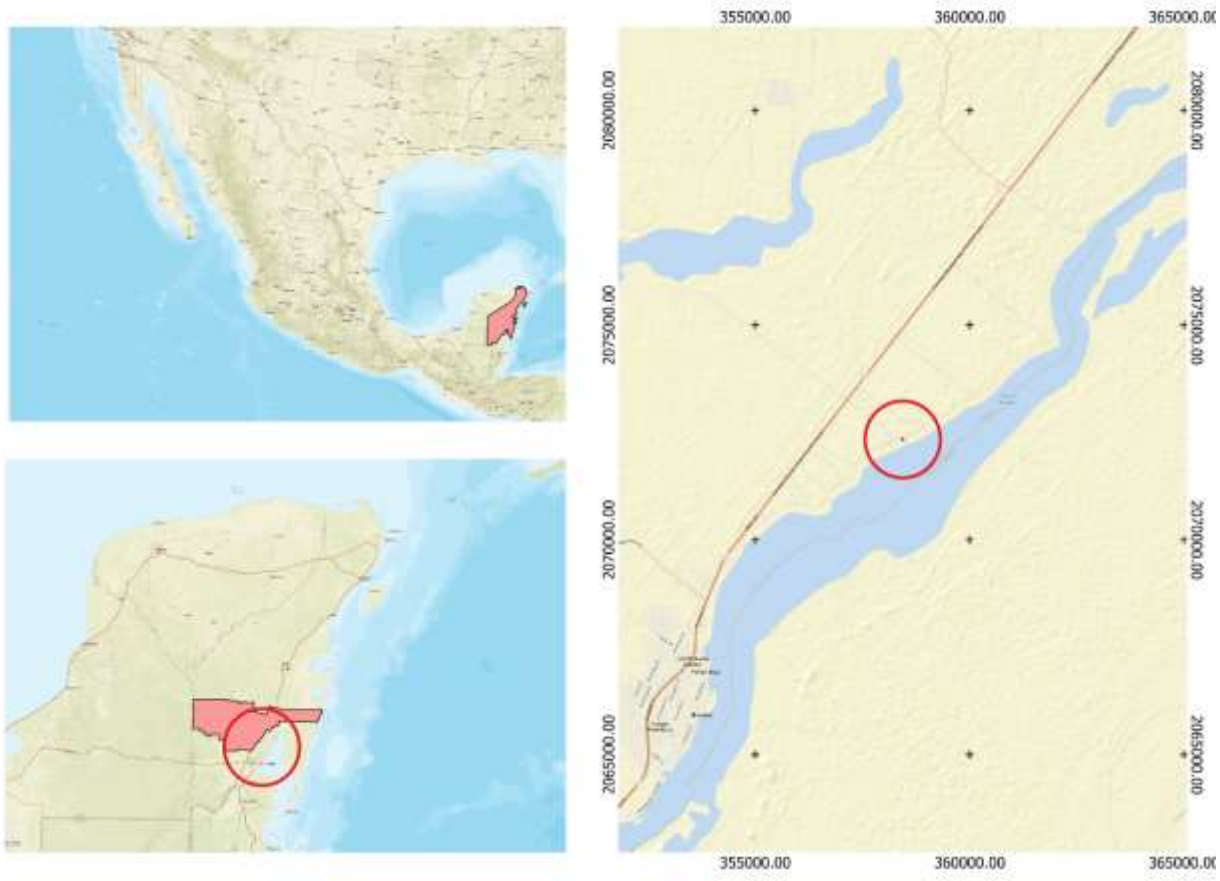


Figura 2. 2. Lote 377 sobre fotografía aérea georreferenciada

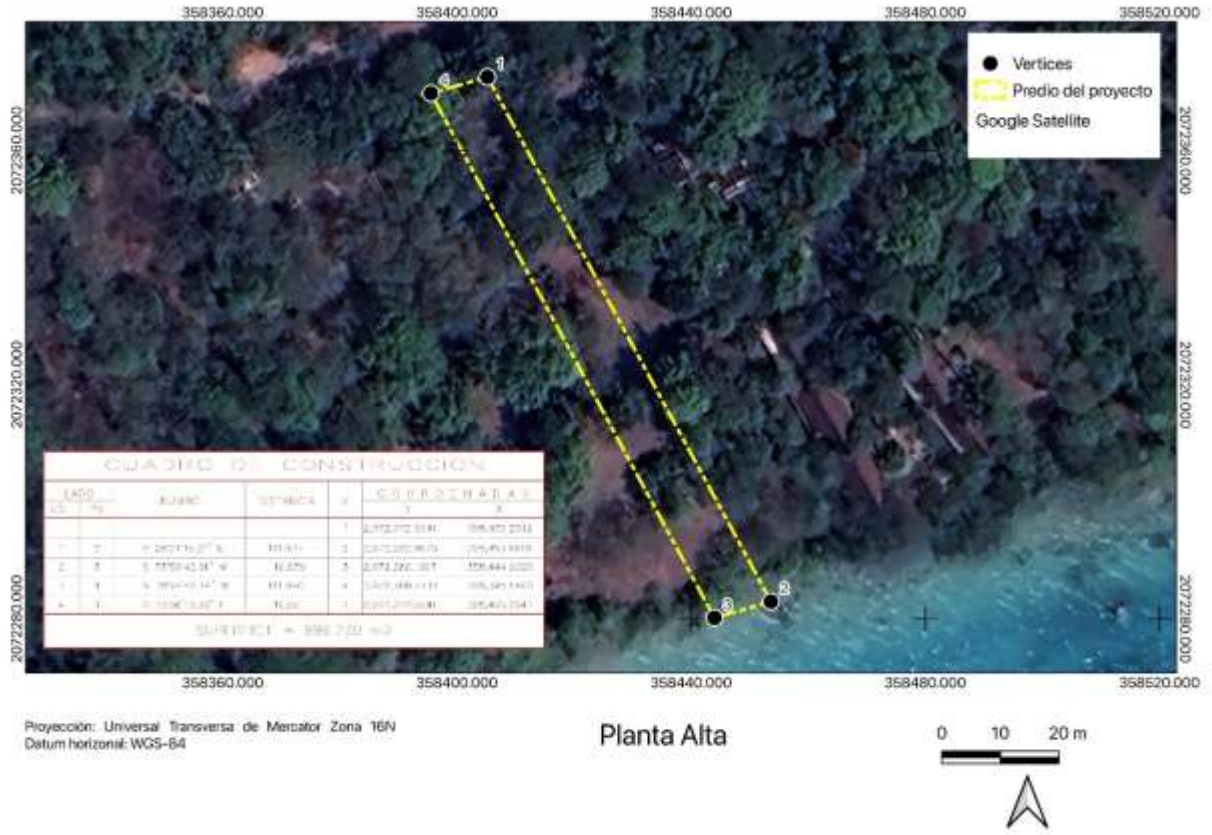


Tabla 2. 1. Cuadro de construcción con coordenadas UTM16N WGS84

CUADRO DE CONSTRUCCION						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				Y	X
				1	2,072,372.5541	358,405.2042
1	2	S 28°24'15.21" E	101.847	2	2,072,282.9676	358,453.6519
2	3	S 73°59'42.91" W	10.039	3	2,072,280.1997	358,444.0020
3	4	N 28°24'42.44" W	101.840	4	2,072,369.7732	358,395.5460
4	1	N 73°56'13.30" E	10.051	1	2,072,372.5541	358,405.2042
SUPERFICIE = 999.230 m2						

El proyecto consiste en la construcción y operación de una residencia turística con uso comercial alterno , estructurada mediante un diseño arquitectónico escalonado y sustentada parcialmente sobre elementos de soporte y columnas de carga. La edificación se distribuye verticalmente en tres niveles operativos (Sótano, Planta Baja y Planta Alta) , proyectada para el alojamiento temporal y la prestación de servicios turísticos y comerciales dentro de una superficie total de desplante de 378.78m^2, mientras que 620.45m^2 (62.09%) se mantendrán formalmente bajo un

esquema de áreas de conservación natural e infiltración pluvial in situ. Para el manejo integral de los efluentes, el proyecto contempla un sistema de tratamiento de aguas residuales compuesto por un tren de tratamiento integral con fase anaerobia compuesto por un tanque Imhoff y acoplados a una fase aerobia de pulido a traves de la planta doméstica (lodos activdados) y fase terciaria natural por humedal artificial como última fase de tratamiento tecnológico.

El diseño arquitectónico y la distribución de las obras fueron concebidos bajo criterios de aprovechamiento eficiente del predio, procurando la conservación de la vegetación existente en la medida de lo técnica y ambientalmente factible, así como la implementación de medidas preventivas, de mitigación y de control para minimizar los impactos ambientales durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento del proyecto.

Durante la etapa de preparación del sitio y construcción, el abastecimiento de agua se realizará mediante pipas autorizadas, evitando la extracción de agua en el predio. En la etapa de operación, el suministro de agua para uso doméstico continuará realizándose mediante pipas, con almacenamiento en una cisterna, complementándose con un sistema de captación de agua pluvial para usos compatibles con su calidad. El agua destinada al consumo humano será suministrada mediante garrafones retornables adquiridos con proveedores autorizados en la ciudad de Bacalar, garantizando su calidad para consumo.

Las aguas residuales generadas durante la operación del proyecto serán tratadas por un Sistema de Tratamiento de Aguas Residales compuesto por um tren de tratamiento integral con fase anaerobia compuesto por un tanque Imhoff y acoplados a una fase aerobia de pulido a traves de la planta doméstica (lodos activdados) y fase terciaria natural por humedal artificial como última fase de tratamiento tecnológico, con el propósito de asegurar un tratamiento adecuado antes de su disposición o reutilización, conforme a la normatividad ambiental aplicable. Asimismo, el proyecto contempla la implementación de un programa de manejo integral de residuos sólidos, medidas de protección de la flora y fauna silvestres, así como acciones de prevención y mitigación de impactos ambientales durante todas las etapas de desarrollo.

En el presente capítulo se desarrolla el análisis de los instrumentos jurídicos y de planeación aplicables al proyecto "BACALAR LAGOON CLUB". Para ello, y tomando como base la delimitación de la región ecológica y las características ambientales del área de estudio, se evalúa la congruencia del proyecto con la legislación ambiental vigente, los instrumentos de ordenamiento ecológico, las áreas naturales protegidas, las normas oficiales mexicanas y los demás instrumentos de política ambiental aplicables, a fin de demostrar su compatibilidad jurídica y ambiental.

2.3 VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES

2.3.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

La viabilidad jurídica del Proyecto debe analizarse, en primer término, a la luz del marco constitucional que rige el orden jurídico mexicano. La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, como norma suprema desde el año 1917, no sólo organiza el ejercicio del poder público y delimita competencias entre autoridades, sino que establece el parámetro obligatorio al que deben sujetarse tanto el Estado como los particulares.

En ese sistema normativo, el artículo primero adquiere especial relevancia al reconocer que todas las personas gozan de los derechos humanos previstos no únicamente en el texto constitucional,

sino también en los tratados internacionales de los que México sea parte. Esta disposición amplía el espectro de protección jurídica, incorporando al orden interno los derechos reconocidos en instrumentos internacionales y consolidando un bloque normativo orientado a la preservación, promoción y garantía de la dignidad humana.

Bajo esta premisa, la Promovente, manifiesta expresamente que su actuación se encuentra alineada con dicho marco de derechos, comprometiéndose a respetar y promover aquellos que resultan directamente vinculados con la naturaleza del Proyecto, entre ellos, de manera enunciativa mas no limitativa, el derecho a la vida digna, el derecho a la salud y el derecho a un medio ambiente sano.

Este último encuentra desarrollo específico en el artículo 4º constitucional, el cual establece que toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar, imponiendo al Estado el deber de garantizar su respeto y estableciendo responsabilidad para quien cause daño o deterioro ambiental en los términos que disponga la ley. La norma no se agota en una declaración programática, sino que genera obligaciones correlativas: por un lado, el deber de toda persona de abstenerse de afectar el equilibrio ambiental y preservar la sustentabilidad; por otro, la obligación de las autoridades de vigilar, conservar y asegurar el cumplimiento de las disposiciones aplicables.

En este sentido, la elaboración y presentación de la siguiente MIA-P, así como la sujeción del Proyecto al análisis de la autoridad competente y a los instrumentos normativos en materia ecológica, constituyen mecanismos concretos para materializar el derecho fundamental reconocido en el artículo 4º. El Proyecto parte del reconocimiento de que la preservación del medio ambiente no es una opción discrecional, sino una exigencia constitucional vinculante.

2.3.2 Tratados Internacionales

En el sistema jurídico mexicano, los tratados internacionales suscritos y ratificados por el Estado Mexicano forman parte del orden normativo supremo, en términos de lo dispuesto por el artículo 133 constitucional, juntamente con la propia Constitución. En consecuencia, sus disposiciones resultan obligatorias y constituyen parámetro de validez para la actuación tanto de autoridades como de particulares.

En materia ambiental, los instrumentos internacionales asumidos por México establecen principios, compromisos y líneas de acción que orientan la formulación de políticas públicas, la expedición de legislación secundaria y la toma de decisiones administrativas. Al mismo tiempo, fijan estándares que deben ser observados por los promoventes de obras o actividades susceptibles de incidir en los ecosistemas, constituyéndose en criterios rectores para la planeación y ejecución de proyectos.

En este contexto, atendiendo a la naturaleza del Proyecto, a continuación, se expone la vinculación específica con aquellos tratados internacionales en materia ambiental suscritos por México que resultan directamente aplicables.

2.3.2.1 Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático fue adoptada en 1992 y debidamente suscrita, aprobada y ratificada por el Estado Mexicano conforme al procedimiento constitucional aplicable, quedando incorporada al orden jurídico nacional en términos del artículo 133 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. En virtud de ello, sus

disposiciones constituyen un referente para la formulación de políticas públicas y para el desarrollo de proyectos que puedan tener incidencia sobre el medio ambiente.

Este instrumento internacional reconoce la necesidad de armonizar el desarrollo económico y social con la protección del sistema climático, bajo el principio de responsabilidades comunes pero diferenciadas y de conformidad con las capacidades de cada Estado. En su artículo 3 establece que las Partes deberán proteger el sistema climático en beneficio de las generaciones presentes y futuras, promoviendo acciones orientadas a prevenir, reducir y mitigar los efectos del cambio climático.

Si bien la implementación de las obligaciones derivadas de la Convención corresponde primordialmente al Estado mediante la expedición de leyes, reglamentos e instrumentos de política ambiental, sus principios constituyen un marco de referencia para el diseño y ejecución de proyectos de desarrollo. En este sentido, el proyecto "BACALAR LAGOON CLUB" ha sido concebido bajo criterios de sustentabilidad ambiental, procurando prevenir, minimizar y controlar los impactos que pudieran generarse durante sus diferentes etapas de desarrollo.

En congruencia con dichos principios, el proyecto se somete al procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental, mediante el cual se identifican, evalúan y establecen las medidas necesarias para prevenir, mitigar y, en su caso, compensar los impactos ambientales derivados de las obras y actividades propuestas. Asimismo, el diseño del proyecto considera el cumplimiento de la legislación ambiental vigente y de los instrumentos de ordenamiento ecológico aplicables, favoreciendo un desarrollo compatible con la conservación de los recursos naturales.

Durante la etapa de operación se implementará un manejo integral de los residuos sólidos, diferenciando los residuos sólidos urbanos, de manejo especial y, en su caso, los residuos peligrosos que pudieran generarse por actividades de mantenimiento, asegurando su almacenamiento temporal y disposición final a través de empresas o sitios autorizados conforme a la legislación aplicable. Asimismo, las aguas residuales serán tratadas mediante un tanque HIHOFF, complementada con un humedal artificial, reduciendo el riesgo de contaminación del suelo y del acuífero y favoreciendo el uso eficiente del recurso hídrico.

De igual manera, el abastecimiento de agua durante la preparación del sitio y construcción se realizará mediante pipas autorizadas, mientras que en la etapa de operación el suministro para uso doméstico se efectuará mediante pipas con almacenamiento en cisterna, complementándose con un sistema de captación de agua pluvial. El agua destinada al consumo humano será suministrada mediante garrafones retornables provenientes de la ciudad de Bacalar, lo que contribuye al uso responsable de los recursos hídricos.

El proyecto "BACALAR LAGOON CLUB" es congruente con los principios y objetivos de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, al incorporar medidas orientadas a la prevención y mitigación de impactos ambientales, al uso eficiente de los recursos naturales, al adecuado tratamiento de las aguas residuales, al manejo integral de residuos y al cumplimiento del marco jurídico ambiental vigente, contribuyendo con ello al desarrollo sustentable y a la protección del sistema climático.

2.3.2.2 Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB)

El Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) es un tratado internacional adoptado durante la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, celebrada en Río de Janeiro en 1992. México forma parte de este instrumento desde 1993, comprometiéndose a

promover la conservación de la diversidad biológica, el uso sustentable de sus componentes y la participación justa y equitativa en los beneficios derivados de la utilización de los recursos genéticos.

Este Convenio reconoce que la biodiversidad constituye un elemento indispensable para el equilibrio ecológico y el bienestar de la población, por lo que impulsa la protección de los ecosistemas, la conservación de las especies de flora y fauna silvestres y la incorporación de medidas preventivas que reduzcan los efectos de las actividades humanas sobre el ambiente.

En concordancia con los principios del Convenio, el diseño del proyecto concentra las obras únicamente en las áreas indispensables para su funcionamiento, reduciendo la remoción de vegetación al mínimo necesario y manteniendo espacios naturales que contribuyen a la infiltración del agua, la conectividad ecológica y la conservación del paisaje.

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción se implementarán las medidas preventivas y de mitigación establecidas en la Manifestación de Impacto Ambiental, incluyendo el rescate y reubicación de ejemplares de flora y fauna silvestre cuando sea necesario, el control de emisiones de polvo y ruido, así como la correcta gestión de los residuos generados por las actividades constructivas, con el propósito de evitar afectaciones a los componentes ambientales del predio.

En la etapa de operación, el abastecimiento de agua se realizará mediante pipas con almacenamiento en cisterna y se complementará con un sistema de captación de agua pluvial, mientras que el agua destinada al consumo humano será suministrada mediante garrafones provenientes de establecimientos autorizados del municipio de Bacalar. Asimismo, las aguas residuales serán conducidas a un tanque IMHOFF complementado con un humedal artificial, permitiendo su tratamiento antes de su disposición o reutilización, con lo que se contribuye a la protección del suelo y de los recursos hídricos.

De igual forma, el proyecto contempla un manejo integral de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, evitando su disposición inadecuada y reduciendo los riesgos de contaminación del entorno. Estas acciones, aunadas a la conservación de la mayor parte del predio en estado natural, favorecen la permanencia de las condiciones ambientales existentes y disminuyen la presión sobre la biodiversidad local.

El proyecto no contempla actividades extractivas, industriales, agropecuarias intensivas, ni la introducción de especies exóticas, por lo que no se prevén alteraciones significativas en la estructura y funcionamiento de los ecosistemas presentes en el área de influencia.

Por lo cual se concluye que el proyecto "BACALAR LAGOON CLUB" mantiene una vinculación favorable con los objetivos del Convenio sobre la Diversidad Biológica, al incorporar criterios de prevención, manejo ambiental y uso sustentable de los recursos naturales que contribuyen a la conservación de la biodiversidad y al mantenimiento del equilibrio ecológico del sitio donde se desarrollará.

2.3.2.3 Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo

La Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, adoptada durante la Conferencia de las Naciones Unidas celebrada en Río de Janeiro en 1992, constituye uno de los principales instrumentos internacionales en materia de desarrollo sostenible. Sus principios orientan la formulación de políticas ambientales y promueven la integración de la protección del ambiente con

el desarrollo económico y social, privilegiando la prevención del daño ambiental, el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y la responsabilidad en la conservación de los ecosistemas.

En atención a las características del proyecto "BACALAR LAGOON CLUB", consistente en la construcción y operación de una casa habitación de tres niveles con dos habitaciones y amenidades complementarias, resulta procedente analizar su congruencia con los principios de la Declaración que guardan relación directa con su desarrollo.

Principio 1. Establece que los seres humanos constituyen el centro de las preocupaciones relacionadas con el desarrollo sostenible y tienen derecho a una vida saludable y productiva en armonía con la naturaleza. El proyecto fue concebido bajo este enfoque, procurando un aprovechamiento responsable del predio mediante una ocupación limitada al 40 % de la superficie, conservando el 60 % restante en condiciones naturales, lo que favorece la permanencia de la cobertura vegetal y de las funciones ecológicas del sitio.

Principio 3. Dispone que el derecho al desarrollo debe ejercerse de manera que responda equitativamente a las necesidades ambientales y de desarrollo de las generaciones presentes y futuras. En congruencia con este principio, el proyecto incorpora medidas orientadas a prevenir y reducir sus impactos ambientales durante todas sus etapas, incluyendo el rescate de flora y fauna cuando resulte procedente, el manejo integral de residuos, el tratamiento de las aguas residuales mediante un tanque IMHOFF complementada con un humedal artificial, así como la conservación de las áreas naturales del predio.

Principio 4. Señala que la protección del medio ambiente debe constituir parte integrante del proceso de desarrollo. En cumplimiento de este postulado, el diseño del proyecto considera desde su planeación la incorporación de medidas ambientales destinadas a minimizar la alteración del entorno, mantener la permeabilidad ecológica del sitio y garantizar el cumplimiento de la legislación ambiental aplicable mediante la ejecución de los programas de prevención, mitigación, monitoreo y seguimiento previstos en la Manifestación de Impacto Ambiental.

Principio 15. Incorpora el criterio precautorio, estableciendo que cuando exista riesgo de daño grave o irreversible, la falta de certeza científica absoluta no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces de protección ambiental.

Este principio se materializa mediante la elaboración de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, la cual identifica, evalúa y valora los impactos potenciales derivados de la preparación del sitio, construcción y operación del proyecto, permitiendo definir medidas específicas para prevenir, minimizar o, en su caso, compensar los efectos ambientales que pudieran generarse.

Bajo este enfoque preventivo, las obras se restringen exclusivamente a las áreas autorizadas de aprovechamiento, evitando afectaciones innecesarias sobre la vegetación conservada. Asimismo, durante la preparación del sitio se implementarán acciones de rescate y reubicación de flora y fauna, control de emisiones de polvo, manejo adecuado de residuos y protección del suelo.

Durante la operación, el abastecimiento de agua se realizará mediante pipas, con almacenamiento en cisterna y apoyo de un sistema de captación de agua pluvial, mientras que el agua destinada al consumo humano será suministrada mediante garrafones provenientes de la ciudad de Bacalar. Las aguas residuales serán conducidas a un tanque IMHOFF, cuyo efluente recibirá tratamiento complementario en un humedal artificial, favoreciendo el cumplimiento de la normatividad ambiental aplicable y reduciendo el riesgo de contaminación del suelo y del acuífero.

De igual manera, la Manifestación de Impacto Ambiental incorpora programas de vigilancia y monitoreo ambiental que permitirán verificar la eficacia de las medidas propuestas durante todas las etapas del proyecto y, en caso necesario, implementar acciones correctivas bajo un esquema de mejora continua.

Por lo tanto, el proyecto "BACALAR LAGOON CLUB" cumple con los principios de la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, al integrar la protección ambiental dentro de su planeación, privilegiar la prevención de impactos, incorporar infraestructura para el manejo adecuado de las aguas residuales, conservar la mayor parte de la superficie del predio en estado natural y promover un aprovechamiento responsable de los recursos naturales, en armonía con los principios del desarrollo sostenible.

2.3.2.4 UNESCO

La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) es un organismo especializado de las Naciones Unidas creado en 1945 con el propósito de promover la cooperación internacional en materia de educación, ciencia, cultura y conservación del patrimonio. Entre sus principales instrumentos se encuentra la Convención sobre la Protección del Patrimonio Mundial, Cultural y Natural, adoptada en 1972, cuyo objetivo es identificar, proteger, conservar y transmitir a las futuras generaciones aquellos bienes culturales y naturales que poseen un Valor Universal Excepcional.

La Convención promueve que los Estados Parte adopten las medidas necesarias para garantizar la conservación del patrimonio natural y cultural, fomentando que las actividades de desarrollo sean compatibles con la protección de los ecosistemas, los paisajes y los recursos naturales de importancia ambiental.

El proyecto "BACALAR LAGOON CLUB", se localiza en el municipio de Bacalar, Quintana Roo, una región que alberga ecosistemas de alta relevancia ambiental asociados a la Laguna de Bacalar y su sistema hidrológico, el proyecto fue diseñado bajo criterios de prevención y minimización de impactos ambientales, limitando el aprovechamiento del predio de su superficie total y conservando el restante en condiciones naturales, conforme a los criterios establecidos por el Programa de Ordenamiento Ecológico aplicable.

Durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación se implementarán medidas de manejo ambiental orientadas a prevenir afectaciones al entorno, entre las que destacan el rescate y reubicación de flora y fauna cuando resulte procedente, la conservación de la vegetación que permanecerá en el predio, el manejo integral de residuos, el control de emisiones de polvo y ruido, así como el tratamiento de las aguas residuales mediante un

tanque IMHOFF complementada con un humedal artificial, con la finalidad de prevenir la contaminación del suelo y de los cuerpos de agua de la región.

Asimismo, el abastecimiento de agua se realizará mediante pipas, con almacenamiento en cisterna y apoyo de un sistema de captación de agua pluvial, mientras que el agua destinada al consumo humano será suministrada mediante garrafones provenientes de la ciudad de Bacalar, evitando la extracción directa de agua del sistema lagunar.

El proyecto no contempla actividades industriales, extractivas, dragados, rellenos, aprovechamiento de recursos naturales ni obras que modifiquen significativamente la dinámica

ecológica del sitio, por lo que no representa una afectación a los valores naturales que la Convención busca proteger.

En virtud de lo anterior, se concluye que el proyecto "BACALAR LAGOON CLUB" es congruente con los principios establecidos en la Convención sobre la Protección del Patrimonio Mundial, Cultural y Natural de la UNESCO, al integrar medidas de prevención, mitigación y seguimiento ambiental que favorecen la conservación de los recursos naturales, el uso sustentable del territorio y la protección del entorno ecológico donde se desarrollará el proyecto.

2.3.2.5 Protocolo Adicional a la Convención Americana sobre Derechos Humanos en materia de Derechos Económicos, Sociales y Culturales "Protocolo de San Salvador"

El Protocolo de San Salvador, aprobado por el Estado Mexicano y publicado en el Diario Oficial de la Federación el 27 de diciembre de 1995, forma parte del marco convencional en materia de derechos económicos, sociales y culturales que integra el parámetro de regularidad constitucional. En consecuencia, sus disposiciones constituyen un referente para la planeación y ejecución de proyectos que puedan incidir en el ejercicio del derecho humano a un medio ambiente sano.

El artículo 2 del Protocolo establece la obligación de los Estados Parte de adoptar las medidas legislativas y administrativas necesarias para garantizar el ejercicio efectivo de los derechos reconocidos en dicho instrumento. En el ámbito nacional, este compromiso se materializa mediante la aplicación de la legislación ambiental vigente y de los procedimientos administrativos destinados a prevenir, controlar y mitigar los impactos derivados de las actividades humanas. En este contexto, el proyecto "BACALAR LAGOON CLUB" se somete al procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental previsto en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, así como al cumplimiento de los instrumentos de ordenamiento ecológico y demás disposiciones jurídicas aplicables.

Por su parte, el artículo 11 reconoce el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente sano y establece el deber de los Estados de promover su protección, preservación y mejoramiento. En congruencia con este principio, el proyecto fue diseñado bajo criterios de prevención y minimización de impactos ambientales, respetando las políticas ambientales establecidas para la Unidad de Gestión Ambiental TU-7 del Programa de Ordenamiento Ecológico Local.

El desarrollo contempla un aprovechamiento del 40 % de la superficie del predio, conservándose el 60 % restante en condiciones naturales, lo que favorece la permanencia de la cobertura vegetal, la infiltración del agua y la funcionalidad ecológica del sitio. Asimismo, durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación se implementarán medidas de prevención, mitigación y seguimiento ambiental, entre las que destacan el rescate y reubicación de flora y fauna cuando resulte procedente, el manejo integral de residuos, el control de emisiones de polvo y ruido, la protección de la vegetación conservada y la supervisión permanente del cumplimiento de las medidas ambientales establecidas en la Manifestación de Impacto Ambiental.

En materia de recursos hídricos, el abastecimiento de agua para los servicios del proyecto se realizará mediante pipas, con almacenamiento en cisterna y apoyo de un sistema de captación de agua pluvial, mientras que el agua destinada al consumo humano será suministrada mediante garrafones provenientes de la ciudad de Bacalar. Las aguas residuales generadas serán tratadas mediante un tanque IMHOFF complementada con un humedal artificial, reduciendo el riesgo de contaminación del suelo y del acuífero y favoreciendo el cumplimiento de la normatividad ambiental aplicable.

Asimismo, el proyecto no contempla actividades industriales, extractivas, agropecuarias intensivas, ni obras que impliquen modificaciones sustanciales de los procesos ecológicos del sitio o del entorno, por lo que resulta compatible con los principios de conservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

De tal manera que el proyecto "BACALAR LAGOON CLUB" armoniza el desarrollo de la infraestructura propuesta con la protección del ambiente mediante la aplicación de medidas preventivas y de manejo ambiental que contribuyen a garantizar el derecho humano a un medio ambiente sano. Por ello, se concluye que su diseño, evaluación y ejecución son congruentes con los compromisos asumidos por el Estado Mexicano en el Protocolo de San Salvador, particularmente con lo dispuesto en sus artículos 2 y 11.

2.3.2.6 Acuerdo de Escazú

El Acuerdo Regional sobre el Acceso a la Información, la Participación Pública y el Acceso a la Justicia en Asuntos Ambientales en América Latina y el Caribe, conocido como Acuerdo de Escazú, es un tratado internacional jurídicamente vinculante que desarrolla el Principio 10 de la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. México lo suscribió el 27 de septiembre de 2018, fue aprobado por el Senado el 5 de noviembre de 2020 y entró en vigor para el Estado mexicano el 22 de abril de 2021.

Su objetivo es fortalecer la gobernanza ambiental mediante la garantía de tres derechos fundamentales: el acceso a la información ambiental, la participación pública en los procesos de toma de decisiones y el acceso a la justicia en asuntos ambientales, promoviendo al mismo tiempo la transparencia, la rendición de cuentas y la protección del derecho humano a un medio ambiente sano.

En este contexto, el proyecto "BACALAR LAGOON CLUB “se desarrolla en apego a los principios establecidos en este instrumento internacional.

En materia de acceso a la información ambiental, el proyecto se somete al procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental previsto en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, mediante la presentación de la presente Manifestación de Impacto Ambiental. La documentación técnica será integrada al expediente administrativo correspondiente y estará sujeta a los mecanismos de publicidad y consulta que establece la legislación ambiental vigente, permitiendo que la información relativa a las características del proyecto, sus impactos potenciales y las medidas de prevención, mitigación y seguimiento pueda ser consultada conforme a las disposiciones aplicables.

Respecto de la participación pública, el promovente reconoce los mecanismos institucionales previstos en la legislación mexicana para que la sociedad intervenga en el procedimiento de evaluación ambiental cuando así corresponda. En consecuencia, el proyecto se sujetará a los procesos de consulta y participación que, en su caso, determine la autoridad competente durante la evaluación, garantizando que la toma de decisiones se sustente en criterios técnicos, jurídicos y ambientales.

En cuanto al acceso a la justicia ambiental, el desarrollo del proyecto se ajusta al marco jurídico vigente, por lo que los actos administrativos derivados del procedimiento de evaluación podrán ser impugnados mediante los medios de defensa previstos en la legislación aplicable. Ello fortalece los principios de legalidad, transparencia y rendición de cuentas que promueve el Acuerdo de Escazú.

Asimismo, el proyecto incorpora criterios de prevención y manejo ambiental orientados a minimizar sus efectos sobre el entorno. Estas acciones son congruentes con el objetivo del Acuerdo de promover un desarrollo ambientalmente responsable y con información suficiente para la toma de decisiones.

En consecuencia, se concluye que el proyecto "BACALAR LAGOON CLUB" es compatible con los principios y obligaciones contenidos en el Acuerdo de Escazú, al desarrollarse bajo un procedimiento transparente, sujeto a evaluación ambiental, a los mecanismos de participación social previstos por la legislación mexicana y al control de legalidad de las autoridades competentes, contribuyendo con ello al cumplimiento de los compromisos internacionales asumidos por el Estado mexicano en materia de protección ambiental y derechos humanos.

2.3.3 Planes y Programas Sectoriales

2.3.3.1 Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales (PROMARNAT) 2025-2030

El Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2025–2030, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 8 de septiembre de 2025, constituye el instrumento rector de la política ambiental federal derivado del Plan Nacional de Desarrollo 2025–2030. Este programa establece los objetivos, estrategias y líneas de acción orientadas a la conservación del patrimonio natural, el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, la mitigación y adaptación al cambio climático, la prevención de la contaminación y el fortalecimiento de la gobernanza ambiental.

Objetivo Prioritario 1. Garantizar el derecho humano a un medio ambiente sano mediante la conservación, restauración y aprovechamiento sustentable del patrimonio natural.

El proyecto es congruente con este objetivo, ya que considera un aprovechamiento del 40 % de la superficie del predio, conservando el 60 % restante en condiciones naturales, conforme a los criterios del Programa de Ordenamiento Ecológico aplicable. Asimismo, durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación se implementarán medidas de prevención, mitigación y seguimiento ambiental destinadas a reducir al mínimo las afectaciones sobre la vegetación, el suelo y la fauna silvestre.

Objetivo Prioritario 2. Restaurar ecosistemas degradados y detener los procesos de deterioro ambiental, particularmente en zonas prioritarias.

Las obras y actividades se limitarán exclusivamente al área autorizada para el desarrollo del proyecto, evitando afectaciones innecesarias a la cobertura vegetal. Además, se aplicarán medidas para el control de la erosión, el manejo adecuado de residuos, la protección del suelo y la conservación de la vegetación que permanecerá en el predio, contribuyendo a mantener la estabilidad ambiental del sitio.

Objetivo Prioritario 3. Mitigar el cambio climático mediante la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y fortalecer la adaptación de los ecosistemas y la población.

Aunque el proyecto no incorpora sistemas de generación de energía renovable, su escala es reducida y las emisiones atmosféricas se limitarán principalmente a la etapa de construcción, siendo temporales y localizadas. Durante la operación se promoverá el uso eficiente de energía y agua, así como el mantenimiento preventivo de las instalaciones, favoreciendo un consumo responsable de los recursos disponibles.

Objetivo Prioritario 4. Gestionar de manera sustentable el agua, los suelos y los recursos naturales estratégicos, asegurando su disponibilidad a largo plazo.

El proyecto incorpora medidas para el uso eficiente del recurso hídrico mediante el abastecimiento de agua a través de pipas, el almacenamiento en cisterna y la implementación de un sistema de captación de agua pluvial. Asimismo, las aguas residuales serán tratadas mediante un tanque IMHOFF complementada con un humedal artificial, reduciendo el riesgo de contaminación del suelo y favoreciendo la protección del acuífero.

Objetivo Prioritario 5. Prevenir y controlar la contaminación del aire, agua y suelo mediante el fortalecimiento de la gestión integral de residuos y sustancias peligrosas.

El proyecto contempla la separación, almacenamiento temporal y disposición final de los residuos sólidos urbanos, de manejo especial y, en su caso, peligrosos, mediante empresas autorizadas. Durante la construcción se implementarán medidas para controlar emisiones de polvo, ruido y manejo de materiales, mientras que durante la operación se dará mantenimiento permanente Al tanque IMHOFF y al humedal artificial, evitando descargas que pudieran afectar el suelo o los recursos hídricos.

Objetivo Prioritario 6. Fortalecer la gobernanza ambiental, la participación social y la cultura ambiental mediante instrumentos de política, educación y transparencia.

El proyecto se desarrolla conforme al procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental previsto en la legislación vigente, sometiéndose a la revisión de la autoridad ambiental competente y cumpliendo con los instrumentos de política ambiental aplicables. Asimismo, el promovente asume el compromiso de cumplir las condicionantes que, en su caso, establezca la SEMARNAT, así como de implementar los programas de seguimiento ambiental previstos en la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

2.3.3.2 Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático del Estado de Quintana Roo (PEACC-QR)

El Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático del Estado de Quintana Roo (PEACC-QR) constituye el principal instrumento de planeación estatal en materia de mitigación y adaptación al cambio climático. Su propósito es establecer estrategias y acciones que permitan reducir la vulnerabilidad de los ecosistemas y de la población frente a los efectos del cambio climático, promoviendo al mismo tiempo un desarrollo sustentable y el uso responsable de los recursos naturales

Objetivos vinculados con el proyecto "BACALAR LAGOON CLUB":

Objetivo 1. Establecer estrategias y líneas de acción en corto, mediano y largo plazo para prevenir y mitigar los efectos adversos del cambio climático en Quintana Roo.

El proyecto es congruente con este objetivo, ya que durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación se implementarán medidas orientadas a prevenir y reducir los impactos ambientales. Entre ellas destacan la conservación del del predio en condiciones naturales, el manejo adecuado de residuos sólidos, el control de emisiones de polvo y ruido durante la construcción, la protección de la vegetación que permanecerá en el sitio y el tratamiento de las aguas residuales mediante un tanque IMHOFF complementada con un humedal artificial, contribuyendo a la protección del suelo y de los recursos hídricos.

Objetivo 2. Elaborar y actualizar periódicamente los Inventarios de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero para el Estado.

Si bien la elaboración de los inventarios corresponde a las autoridades competentes, el proyecto contribuye indirectamente mediante la identificación de las fuentes potenciales de emisiones asociadas a la maquinaria y vehículos utilizados durante la etapa de construcción. Dichas emisiones serán temporales y de baja magnitud, implementándose medidas de mantenimiento preventivo de la maquinaria y programación adecuada de actividades para reducir el consumo de combustibles y las emisiones atmosféricas.

Objetivo 3. Generar, articular y orientar la instrumentación de acciones de mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero y de adaptación al cambio climático.

El proyecto se desarrollará en estricto cumplimiento de la legislación ambiental vigente y de los instrumentos de política ambiental aplicables. Asimismo, durante todas sus etapas se implementarán las medidas de prevención, mitigación y seguimiento establecidas en la presente Manifestación de Impacto Ambiental, favoreciendo un desarrollo compatible con las estrategias estatales de adaptación al cambio climático y protección de los recursos naturales.

Objetivo 4. Articular, coordinar y orientar las acciones y medidas de mitigación y adaptación al cambio climático entre los diferentes sectores de la sociedad.

El proyecto mantiene congruencia con este objetivo al sujetarse al procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental previsto en la legislación ambiental, permitiendo la intervención y supervisión de las autoridades competentes durante todas las etapas de su desarrollo. El promovente asume el compromiso de cumplir las condicionantes que, en su caso, establezca la autoridad ambiental y de aplicar las medidas de manejo ambiental propuestas, fortaleciendo una gestión transparente y responsable.

En conjunto, las características del proyecto, su baja densidad de ocupación del predio, la conservación de áreas naturales, el abastecimiento de agua mediante pipas, el suministro de agua para consumo humano mediante garrafones retornables y el tratamiento de las aguas residuales mediante tanque IMHOFF y humedal artificial permiten concluir que "BACALAR LAGOON CLUB" es compatible con los objetivos del Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático del Estado de Quintana Roo, al incorporar medidas que favorecen la adaptación al cambio climático, la prevención de la contaminación y el uso sustentable de los recursos naturales.

2.3.4 Leyes Generales y Federales

Las Leyes Generales constituyen ordenamientos de carácter nacional cuya expedición corresponde al Congreso de la Unión, en ejercicio de las facultades conferidas por la Constitución, y cuya finalidad es establecer las bases normativas que regulan materias específicas, definiendo al mismo tiempo la distribución de competencias entre la Federación, las entidades federativas y los municipios.

En este apartado se desarrolla el análisis de vinculación del Proyecto con las Leyes Generales y demás legislación federal aplicable en la materia, a efecto de acreditar su congruencia con el marco jurídico vigente.

2.3.4.1 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)

Las disposiciones de esta Ley, eje rector del sistema jurídico ambiental mexicano, son de orden público e interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sostenible y establecer las bases para garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente sano para su desarrollo, salud y bienestar. La vinculación con esta norma se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 2. 2. Vinculación del proyecto con la LGEEPA

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
ARTÍCULO 15. Para la formulación… Fracción IV. - Quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar el 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 el ambiente, promueva o realice acciones de mitigación y adaptación a los efectos del cambio climático y aproveche de manera sustentable los recursos naturales;	El proyecto se desarrollará bajo el principio de prevención establecido por la LGEEPA, por lo que durante las etapas de preparación, construcción, operación y mantenimiento se implementaran medidas de prevención. Mitigación, restauración y compensación ambiental que permitan evitar, minimizar y, en su caso reparar los impactos generados
ARTÍCULO 28. La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría: … VII.- Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas;	El proyecto se somete al procedimiento de evaluación de impacto ambiental mediante la presentación de la presente manifestación de impacto ambiental modalidad particular, en la cual se identifican, evalúan y proponen medidas de prevención, mitigación y seguimiento necesarias para evitar o reducir al minimo los impactos ambientales que pudieran generarse durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación del proyecto.
ARTÍCULO 29. Los efectos negativos que sobre el ambiente, los recursos naturales, la flora y la fauna silvestre y demás recursos a que se refiere esta Ley, pudieran causar las obras o actividades de competencia federal que no requieran someterse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental a que se refiere la presente sección, estarán sujetas en lo conducente a las disposiciones de la misma, sus reglamentos, las normas oficiales mexicanas en materia ambiental, la legislación sobre recursos naturales que resulte aplicable, así como a través de los permisos, licencias, autorizaciones	El proyecto se desarrollará de acuerdo con la legislación ambiental vigente asi mismo durante todas las etapas del proyecto se implementarán medidas para el manejo adecuado de residuos, el control de emisiones de polvo y ruido, la protección de la vegetación remanente, y la prevención de afectación al suelo y la fauna silvestre, garantizando que los impactos ambientales sean prevenidos y mitigados conforme a la normatividad aplicable

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
y concesiones que conforme a dicha normatividad se requiera.	
ARTÍCULO 30. Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.	El promovente presenta la presente manifestación de impacto ambiental modalidad particular, en cumplimiento de los dispuesto en este artículo, incorporando la descripción del proyecto, la caracterización del sistema ambiental, la identificación y evaluación de los impactos ambientales potenciales. con ello proporciona a la autoridad la información necesaria para evaluar la viabilidad ambiental del proyecto.
ARTÍCULO 98. Para la preservación y aprovechamiento sustentable del suelo se considerarán los siguientes criterios: I. El uso del suelo debe ser compatible con su vocación natural y no debe alterar el equilibrio de los ecosistemas; II. El uso de los suelos debe hacerse de manera que éstos mantengan su integridad física y su capacidad productiva; III. Los usos productivos del suelo deben evitar prácticas que favorezcan la erosión, degradación o modificación de las características topográficas, con efectos ecológicos adversos; IV.- En las acciones de preservación y aprovechamiento sustentable del suelo, deberán considerarse las medidas necesarias para prevenir o reducir su erosión, deterioro de las propiedades físicas, químicas o biológicas del suelo y la pérdida duradera de la vegetación natural; V.- En las zonas afectadas por fenómenos de degradación o desertificación, deberán llevarse a cabo las acciones de regeneración, recuperación y rehabilitación necesarias, a fin de restaurarlas, y VI.- La realización de las obras públicas o privadas que por sí mismas puedan provocar deterioro severo de los suelos, deben incluir acciones equivalentes de regeneración, recuperación y restablecimiento de su vocación natural.	El proyecto se desarrollará en un predio cuyo uso es compatible con los instrumentos de planeación y ordenamiento ecológico aplicables ,también se desarrollara procurando conservar la integridad física del suelo mediante un aprovechamiento del 40%de la superficie del predio, manteniendo el resto como área libre y permeable .durante las etapas de preparación del sitio y construcción se implementaran medidas para prevenir la erosión ,la compactación, y el deterioro del suelo ,delimitando las áreas de trabajo ,controlando el movimiento de materiales y evitando afectaciones fuera dela rea autorizada ,asi mismo la remoción de la vegetación se limitara al área estrictamente necesaria y en caso de existir áreas temporalmente intervenidas ,estas serán rehabilitadas al termino de las obras mediante limpieza ,nivelación, y de ser necesario revegetación con especies nativas ,contribuyendo a la conservación natural y equilibrio ecológico del sitio
ARTÍCULO 121. No podrán descargarse o infiltrarse en cualquier cuerpo o corriente de agua o en el suelo o subsuelo, aguas residuales que contengan contaminantes, sin previo tratamiento y el permiso o autorización de la autoridad federal, o de la autoridad local en los casos de descargas en aguas de jurisdicción	Durante la operación del Proyecto, las aguas residuales generadas serán conducidas a un tanque IMHOFF complementado con humedales artificiales, evitando en todo momento descargas directas a cuerpos de agua superficiales o al subsuelo sin el tratamiento correspondiente Con ello se garantiza el cumplimiento de la legislación ambiental vigente y la protección de los ecosistemas presentes en el área.

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
local o a los sistemas de drenaje y alcantarillado de los centros de población.	
ARTÍCULO 134. Para la prevención y control de la contaminación del suelo, se considerarán los siguientes criterios: (…) III.- Es necesario prevenir y reducir la generación de residuos sólidos, municipales e industriales; incorporar técnicas y procedimientos para su reúso y reciclaje, así como regular su manejo y disposición final eficientes; (…) V.- En los suelos contaminados por la presencia de materiales o residuos peligrosos, deberán llevarse a cabo las acciones necesarias para recuperar o restablecer sus condiciones, de tal manera que puedan ser utilizados en cualquier tipo de actividad prevista por el programa de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que resulte aplicable.	El proyecto contempla medidas para prevenir la contaminación mediante el manejo adecuado de los residuos solidos urbanos y de manejo especial generados durante la etapa de preparación, construcción y operación del sitio. los residuos serán separados, almacenados temporalmente en sitios adecuados y entregados a prestadores de servicios autorizados para su recolección y disposición final.
ARTÍCULO 136.- Los residuos que se acumulen o puedan acumularse y se depositen o infiltren en los suelos deberán reunir las condiciones necesarias para prevenir o evitar: I. La contaminación del suelo; II. Las alteraciones nocivas en el proceso biológico de los suelos; III.- Las alteraciones en el suelo que perjudiquen su aprovechamiento, uso o explotación, y IV. Riesgos y problemas de salud.	El proyecto implementara un plan de manejo integral de residuos durante las etapas de preparación del sitio, se evitará el depósito o abandono de residuos sobre el suelo, asi como cualquier practica que pueda ocasionar contaminación del subsuelo o de los recursos hídricos, dando cumplimiento al artículo 136
ARTÍCULO 151. La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contrate los servicios de manejo y disposición final de los residuos peligrosos con empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas independientemente de la responsabilidad que, en su caso, tenga quien los generó.	En caso de generarse residuos peligrosos derivados del mantenimiento de maquinaria o equipos durante la construcción estos serán identificados, almacenados temporalmente en recipientes adecuado y manejados de acuerdo con la legislación aplicable, mediante empresas autorizadas para su recolección transporte y disposición, con ello la promovente asume la responsabilidad del manejo de dichos residuos y previene riegos de contaminación ambiental
ARTÍCULO 155. Quedan prohibidas las emisiones de ruido, vibraciones, energía térmica y lumínica y la generación de contaminación visual, en cuanto rebasen los límites máximos establecidos en las normas oficiales mexicanas que para ese efecto expida la Secretaría, considerando los valores de concentración máxima permisibles para el ser humano de contaminantes en el ambiente que determine la Secretaría de Salud.	Durante las etapas de preparación del sitio se implementaran medida para controlar la emisiones de ruido, y vibraciones y partículas de polvo ,mediante el mantenimiento preventivo de la maquinaria, la humectación de las áreas de trabajo cuando sea necesario y la restricción en los horarios .durante la operación del proyecto ,las actividades se desarrollaran procurando no rebasar los límites máximos permisibles establecidos en la normatividad ambiental aplicable ,minimizando las molestias a la población y las afectaciones al entorno

2.3.4.2 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS)

Las disposiciones de la LGDFS son de orden e interés público y de observancia general en todo el territorio nacional, y tiene por objeto regular y fomentar el manejo integral y sustentable de los territorios forestales, la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos; así como distribuir las competencias que en materia forestal correspondan a la Federación, las Entidades Federativas y Municipios.

La vinculación con esta norma se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 2. 3. Cumplimiento del proyecto con la LGDFS

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
Artículo 7 V. Cambio de uso del suelo en terreno forestal: La remoción total o parcial de la vegetación de los terrenos forestales para destinarlos a actividades no forestales**;**	El proyecto contempla la construcción de una residencia turística con uso comercial alterno, en caso de que para la ejecución de las obras sea necesaria la remoción de vegetación forestal la remoción de vegetación se limitara estrictamente al área de desplante del proyecto.
Artículo 93. La Secretaría solo podrá autorizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos cuyo contenido se establecerá en el Reglamento, los cuales demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga, y que la erosión de los suelos, la capacidad de almacenamiento de carbono, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal. En las autorizaciones de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, la Secretaría deberá dar respuesta debidamente fundada y motivada a las opiniones técnicas emitidas por los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate. La Secretaría podrá emitir criterios y lineamientos en materia de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, en el ámbito de sus atribuciones y de conformidad con lo establecido en esta Ley y su Reglamento. Las autorizaciones que se emitan deberán integrar un programa de rescate y reubicación de especies de la flora y fauna afectadas y su	Para el desarrollo del proyecto se presentará el estudio técnico justificativo para la obtención de la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales conforme lo establecido en este artículo además el promovente se compromete a cumplir con las condicionantes que establezca la autoridad competente.

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
adaptación al nuevo hábitat conforme se establezca en el Reglamento. Dichas autorizaciones deberán sujetarse a lo que, en su caso, dispongan los programas de ordenamientos ecológicos correspondientes, las Normas Oficiales Mexicanas y demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables. Tratándose de terrenos ubicados en territorios indígenas, la autorización de cambio de uso de suelo además deberá acompañarse de medidas de consulta previa, libre, informada, culturalmente adecuada y de buena fe, en los términos de la legislación aplicable. Para ello, la Secretaría se coordinará con el Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas.	

2.3.4.3 Ley General de Vida Silvestre

La Ley General de Vida Silvestre tiene como objeto 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.

Tabla 2. 4. Vinculación del Proyecto con la Ley General de Vida Silvestre

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
. ARTÍCULO 18. Los propietarios y legítimos poseedores de predios en donde se distribuye la vida silvestre tendrán el derecho a realizar su aprovechamiento sustentable y la obligación de contribuir a conservar el hábitat conforme a lo establecido en la presente Ley; asimismo podrán transferir esta prerrogativa a terceros, conservando el derecho a participar de los beneficios que se deriven de dicho aprovechamiento. Los propietarios y legítimos poseedores de dichos predios, así como los terceros que realicen el aprovechamiento, serán responsables solidarios de los efectos negativos que éste pudiera tener para la conservación de la vida silvestre y su hábitat.	El desarrollo del proyecto se llevará a cabo procurando la conservación del habitad y de la vida silvestre presente en el predio, previo al inicio de las obras se realizarán recorridos de inspección para identificar ejemplares de flora y fauna, implementando las medidas de rescate, protección y reubicación que resulten necesarias
ARTÍCULO 59. Los ejemplares confinados de las especies probablemente extintas en el medio silvestre serán destinados exclusivamente al desarrollo de proyectos de conservación, restauración, actividades de repoblación y reintroducción, así como de investigación y educación ambiental autorizados por la Secretaría.	En caso de identificarse ejemplares de especies de vida silvestre con algunas categorías de protección se implementarán las medidas de manejo, rescate y reubicación que establezca la normatividad aplicable y cuando corresponda se le avisará a la autoridad competente evitando cualquier acción que pudiera afectar su conservación

2.3.4.4 Ley General de Cambio Climático (LGCC)

La Ley General de Cambio Climático fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de junio de 2012 y su última reforma fue publicada el 11 de mayo de 2022. Es de orden público e interés general y establece el marco jurídico para enfrentar los efectos adversos del cambio climático, regulando la mitigación de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero, así como la adaptación y la reducción de vulnerabilidad de la población y de los ecosistemas.

Tabla 2. 5. Vinculación del Proyecto con los artículos aplicables de la LGCC

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
ARTICULO 2 - 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;	El proyecto se desarrollara considerando medidas para prevenir y minimizar los impactos ambientales derivados de su ejecución ,promoviendo el uso responsable de los recursos naturales y el cumplimiento de la normatividad ambiental vigente aplicable ,asi mismo ,durante las etapas de construcción y operación se implementaran acciones para reducir las emisiones de polvo ,el consumo innecesario de recursos y la generación de residuos ,contribuyendo a la protección del medio ambiente y a la adaptación al cambio climático
Artículo 30 XI. Las dependencias y entidades de la administración pública federal centralizada y paraestatal, las entidades federativas y los municipios, en el ámbito de sus competencias, implementarán acciones para la adaptación conforme a las disposiciones siguientes**,** Promover el aprovechamiento sustentable de las fuentes superficiales y subterráneas de agua**;**	Durante la construcción y operación del proyecto se promoverá el uso eficiente del agua mediante el mantenimiento preventivo de las instalaciones hidráulicas y el consumo responsable de este recurso, evitando fugas y desperdicios
ARTICULO 34 **d)** Fortalecer los esquemas de manejo sustentable y la restauración de bosques, selvas, humedales y ecosistemas costero-marinos, en particular los manglares y los arrecifes de coral.	El proyecto contempla la conservación de la vegetación que no resulte afectada por el área de desplante y la implementación de medidas de prevención y mitigación para reducir las afectaciones de los ecosistemas presentes en el predio
Artículo 35. Con el objetivo de impulsar la transición a modelos de generación de energía eléctrica a partir de combustibles fósiles a tecnologías que generen menores emisiones, la Secretaría de Energía establecerá políticas e incentivos para promover la utilización de tecnologías de bajas emisiones de carbono, considerando el combustible a utilizar.	El diseño del Proyecto incorpora medidas que favorecen la conservación del suelo, la infiltración natural del agua y la permanencia de la cobertura vegetal. Asimismo, la implementación de sistemas de tratamiento de aguas residuales mediante tecnologías apropiadas reduce riesgos de contaminación y contribuye a mantener la funcionalidad ecológica del entorno.
Artículo 76 Se integrará un Sistema de Información sobre el Cambio Climático a cargo del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, con apego a lo dispuesto por la Ley del Sistema Nacional de Información, Estadística y Geografía.	El proyecto incorpora tecnologías ambientalmente responsables, incluyendo ahorro de agua y manejo adecuado de residuos, promoviendo un modelo de ocupación del territorio compatible con los principios de sustentabilidad y adaptación al cambio climático establecidos en la legislación nacional

2.3.4.5 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

Esta Ley tiene 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.

Tabla 2. 6. Vinculación con la LGPGIR

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
ARTICULO 5 fracción VI. - Integrar el registro de los asesores y/o gestores de trámites relacionados con el Manejo Integral de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial a través de los Planes de Manejo y a los prestadores de servicios de remediación y/o rehabilitación de suelos contaminados **VIII**. La Secretaría podrá solicitar en cualquier momento la presentación de informes a los generadores, poseedores y demás prestadores de servicios de manejo de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial de su competencia**;**	EL PROYECTO contempla el manejo adecuado de los residuos solidos urbanos y de maneo especial que se generen durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación. Los residuos serán separados, almacenas temporalmente en sitios acondicionados dentro del predio y entregados a prestadores de servicio autorizados para su transporte para su disposición final
ARTICULO 19 En términos de lo dispuesto en el artículo 35 de la Ley, la integración del primer informe se realizará a los dos años de la implementación del Sistema de Manejo Ambiental, los posteriores serán presentados anualmente.	El promovente atenderá los requerimientos establecidos por la autoridad competente conforme la legislación vigente
ARTICULO 21 Con objeto de prevenir y reducir los riesgos a la salud y al ambiente, asociados a la generación y manejo integral de residuos peligrosos, se deberán considerar cuando menos alguno de los siguientes factores que contribuyan a que los residuos peligrosos constituyan un riesgo: I. La forma de manejo; II. La cantidad; III. La persistencia de las sustancias tóxicas y la virulencia de los agentes infecciosos contenidos en ellos; IV. La capacidad de las sustancias tóxicas o agentes infecciosos contenidos en ellos, de movilizarse hacia donde se encuentren seres vivos o cuerpos de agua de abastecimiento; V. La biodisponibilidad de las sustancias tóxicas contenidas en ellos y su capacidad de bioacumulación; VI. La duración e intensidad de la exposición, y VII. La vulnerabilidad de los seres humanos y demás organismos vivos que se expongan a ellos	Durante el desarrollo del proyecto se implementarán medidas para prevenir riesgos al ambiente a la salud derivados del manejo de residuos. los residuos serán clasificados de acuerdo con sus características, evitando su mezcla, abandonó o disposición inadecuada.

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
ARTICULO 27 Los planes de manejo se establecerán para los siguientes fines y objetivos: I. Promover la prevención de la generación y la valorización de los residuos, así como su manejo integral, a través de medidas que reduzcan los costos de su administración, faciliten y hagan más efectivos, desde la perspectiva ambiental, tecnológica, económica y social, los procedimientos para su manejo; II. Establecer modalidades de manejo que respondan a las particularidades de los residuos y de los materiales que los constituyan; III. Atender a las necesidades específicas de ciertos generadores que presentan características peculiares; IV. Establecer esquemas de manejo en los que aplique el principio de responsabilidad compartida de los distintos sectores involucrados, y V. Alentar la innovación de procesos, métodos y tecnologías, para lograr un manejo integral de los residuos, que sea económicamente factible.	El proyecto implementara un manejo un programa de manejo integral de residuos que permita prevenir su generación, minimizar los impactos derivados de su manejo y asegurar su adecuada gestión durante todas las etapas del proyecto

2.3.5 Reglamentos de Leyes

Debido a que los reglamentos contienen las disposiciones jurídicas de carácter general y con valor subordinado a la Ley de la que emanan, a continuación, se presenta la vinculación del proyecto con los artículos aplicables de estos instrumentos.

2.3.5.1 Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA LGEEPA)

Tabla 2. 7. Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación de Impacto Ambiental

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
ARTÍCULO 5. Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental: […] O) CAMBIOS DE USO DEL SUELO DE ÁREAS FORESTALES, ASÍ COMO EN SELVAS Y ZONAS ÁRIDAS: I. Cambio de uso del suelo para actividades agropecuarias, acuícolas, de desarrollo	El proyecto requiere autorización en materia de impacto ambiental y cambio de uso de suelo de suelo en terrenos forestales por lo que el promovente somete al proyecto al procedimiento de impacto ambiental ante la SEMARNAT a fin de obtener las autorizaciones correspondientes antes del inicio de obras de este

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
inmobiliario, de infraestructura urbana, de vías generales de comunicación o para el establecimiento de instalaciones comerciales, industriales o de servicios en predios con vegetación forestal (…)	
Artículo 9o.- Los promoventes deberán presentar ante la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, en la modalidad que corresponda, para que ésta realice la evaluación del proyecto de la obra o actividad respecto de la que se solicita autorización. La Información que contenga la manifestación de impacto ambiental deberá referirse a circunstancias ambientales relevantes vinculadas con la realización del proyecto**.**	El promovente presenta esta manifestación de impacto ambiental en modalidad particular integrando la información técnica, ambiental y legal requerida para evaluar la viabilidad del proyecto.
ARTÍCULO 10. Las manifestaciones de impacto ambiental deberán presentarse en las siguientes modalidades: I. Regional, o **II. Particular.**	El proyecto se presenta mediante una manifestación de impacto ambiental en la modalidad particular, debido a que corresponde a una obra especifica que requiere autorización en materia ambiental por parte de la SEMARNAT.
ARTÍCULO 11. Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de: **I** Parques industriales y acuícolas, granjas acuícolas de más de 500 hectáreas, carreteras y vías férreas, proyectos de generación de energía nuclear, presas y, en general, proyectos que alteren las cuencas hidrológicas; **II**. Un conjunto de obras o actividades que se encuentren incluidas en un plan o programa parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que sea sometido a consideración de la Secretaría en los términos previstos por el artículo 22 de este reglamento; **III**. Un conjunto de proyectos de obras y actividades que pretendan realizarse en una región ecológica determinada, y	El proyecto no corresponde a ninguno de los supuestos previstos para la presentación de una manifestación de impacto ambiental en modalidad regional. en consecuencia, de conformidad con lo dispuesto en el presente articulo la evaluación de ambiental procede mediante la modalidad particular, siendo esta la adecuada para las características, dimensiones y alcance del proyecto

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
IV. Proyectos que pretendan desarrollarse en sitios en los que, por su interacción con los diferentes componentes ambientales regionales, se prevean impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas. **En los demás casos, la manifestación deberá presentarse en la modalidad particular.**	
Artículo 12.- La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad particular, deberá contener la siguiente información: **I.** Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental; **II**. Descripción del proyecto; **III**. Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y, en su caso, con la regulación sobre uso del suelo; **IV**. Descripción del sistema ambiental y señalamiento de la problemática ambiental detectada en el área de influencia del proyecto; **V**. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales; **VI**. Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales; VII. Pronósticos ambientales y, en su caso, evaluación de alternativas, y **VIII**. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información señalada en las fracciones anteriores.	La presente manifestación de impacto ambiental se integra en estricto cumplimiento de lo establecido en este artículo, incorporando la totalidad de la información requerida para la modalidad particular.

2.3.5.2 Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

Tabla 2. 8. Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la LGFDS

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
Artículo 1. El presente ordenamiento tiene por objeto reglamentar 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	El proyecto se desarrollará en apego a las disposiciones del reglamento de la ley de desarrollo forestal sustentable, promoviendo un aprovechamiento ordenado del terreno y la conservación de los recursos forestales presentes.

Artículo 126. La autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales amparará el aprovechamiento de las materias primas forestales derivadas y, para su transporte, se deberá acreditar la legal procedencia con las remisiones forestales respectivas, de conformidad con lo dispuesto en la Ley y el presente Reglamento. La Secretaría asignará el código de identificación y lo informará al particular en el mismo oficio de autorización de cambio de uso del suelo**.**	Debido a que el proyecto contempla el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, el promovente gestionara previamente la autorización correspondiente ante la SEMARNAT dando cumplimiento a los requisitos establecidos

2.3.5.3 Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

Tabla 2. 9. Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la LGPGIR

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
Artículo 14.- El principio de responsabilidad compartida, establecido en la Ley, se aplicará igualmente al manejo integral de los residuos de manejo especial y sólidos urbanos que no se encuentren sujetos a plan de manejo conforme a la Ley, este Reglamento y las normas oficiales mexicanas	Durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación se aplicará el principio de responsabilidad compartida en el manejo de residuos generados, se realizará la separación, almacenamiento temporal y disposición final de los residuos.
Artículo 15 III. Fomentar la aplicación de instrumentos voluntarios, tales como auditorías ambientales, certificación de procesos u otras modalidades de convenios propuestos por los interesados que permitan reducir la generación o buscar el aprovechamiento de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, así como evitar la contaminación que los mismos ocasionan	El proyecto incorporara buenas practicas para prevenir la generación de residuos y fomentar su aprovechamiento mediante la separación, reutilización y reciclaje cuando sea técnicamente viable, estas acciones contribuyen a reducir la cantidad de residuos enviados a disposición final y a prevenir la contaminación del suelo y de los recursos naturales
ARTÍCULO 35. Los residuos peligrosos se identificarán de acuerdo a lo siguiente: I. Los que sean considerados como tales, de conformidad con lo previsto en la Ley; II. Los clasificados en las normas oficiales mexicanas a que hace referencia el artículo 16 de la Ley, mediante: […] III. Los derivados de la mezcla de residuos peligrosos con otros residuos; los provenientes del tratamiento, almacenamiento y disposición final de residuos peligrosos y aquellos equipos y construcciones que hubiesen estado en contacto con residuos peligrosos y sean desechados.	El proyecto podrá generar residuos peligrosos en cantidades mínimas, principalmente derivados del mantenimiento de maquinaria y equipos durante la etapa de construcción. dichos residuos serán identificados separados temporalmente en sitios acondicionados y entregados a empresas autorizadas para su transporte, tratamiento y disposición final
ARTÍCULO 42. Atendiendo a las categorías establecidas en la Ley, los generadores de residuos peligrosos son: I. Gran generador: el que realiza una actividad que genere una cantidad igual o superior a diez toneladas en peso bruto total de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida; II. Pequeño generador: el que realice una actividad que genere una cantidad mayor a cuatrocientos kilogramos y menor a diez toneladas	De acuerdo con la naturaleza y magnitud de las actividades propuestas, el proyecto no se prevé como gran generador de residuos .no obstante en caso de generarse este tipo de residuos, el promovente cumplirá con las obligaciones que corresponden conforme a la categoría del generador que se determine, garantizando su manejo integral y evitando riesgos al ambiente y a la salud

en peso bruto total de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida, y III. Microgenerador: el establecimiento industrial, comercial o de servicios que genere una cantidad de hasta cuatrocientos kilogramos de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida. Los generadores que cuenten con plantas, instalaciones, establecimientos o filiales dentro del territorio nacional y en las que se realice la actividad generadora de residuos peligrosos, podrán considerar los residuos peligrosos que generen todas ellas para determinar la categoría de generación.	
ARTÍCULO 82. Las áreas de almacenamiento de residuos peligrosos de pequeños y grandes generadores, así como de prestadores de servicios deberán cumplir con las condiciones siguientes, además de las que establezcan las normas oficiales mexicanas para algún tipo de residuo en particular: I. Condiciones básicas para las áreas de almacenamiento: a) Estar separadas de las áreas de producción, servicios, oficinas y de almacenamiento de materias primas o productos terminados; (…) II. Condiciones para el almacenamiento en áreas cerradas. III. Condiciones para el almacenamiento en áreas abiertas.	Durante la etapa de construcción en caso de generarse residuos peligrosos, principalmente envases con restos de pinturas solventes, aceites lubricantes, filtros estopas o materiales impregnados con hidrocarburos, estos serán separados de los de más residuos y almacenados temporalmente en un área acondicionada dentro del predio la cual contara con las condiciones necesarias para prevenir derrames, fugas, incendios y cualquier riesgo de contaminación al suelo o al subsuelo
ARTÍCULO 91. La disposición final de residuos peligrosos puede realizarse en: Confinamiento controlado y confinamiento en formaciones geológicamente estables.	La disposición final de los residuos peligrosos generados se llevará a cabo mediante la contratación de una empresa especializada que cuente con autorización vigente emitida por la SEMARNAT para el manejo, transporte y confinamiento de este tipo de residuos en instalaciones autorizadas por la autoridad ambiental federal. Previo a la formalización de los servicios, se verificará documentalmente la vigencia y alcance de dichas autorizaciones, a efecto de asegurar el cumplimiento de la normativa aplicable.

Con base en el análisis realizado, se concluye que el proyecto es compatible con las disposiciones de la Ley de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo, toda vez que considera la aplicación de medidas preventivas y de mitigación para reducir los impactos ambientales derivados de las etapas de preparación del sitio, construcción y operación. Asimismo, el proyecto promueve la conservación de los recursos naturales mediante la ocupación de una superficie mínima del predio, la preservación de la vegetación existente, la protección de la flora y fauna silvestres y la implementación de sistemas sustentables para el manejo de aguas residuales y generación de energía. De esta manera, las obras y actividades propuestas son congruentes

con los objetivos de preservación del equilibrio ecológico, prevención de la contaminación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales establecidos en la Ley.

2.3.5.4 Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre (LGVS)

Tabla 2. 10. Vinculación del Proyecto con los artículos aplicables del Reglamento de la LGVS.

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
ARTÍCULO 12. Las personas que pretendan realizar cualquier actividad relacionada con hábitat, especies, partes o derivados de vida silvestre y que conforme a la Ley requieran licencia, permiso o autorización de la Secretaría, presentarán la solicitud correspondiente en los formatos que para tal efecto establezca la Secretaría […]	el proyecto no contempla un aprovechamiento extractivo de la vida silvestre ;sin embargo, reducirá en lo posible el impacto que pudiese generar la flora y fauna en el área, aun y cuando esta se encuentre previamente contemplado en el programa de vigilancia ambiental ,mismo que cuenta con un programa de manejo de vegetación y de fauna .las actividades de construcción y operación se realizaran procurando la conservación del habitad natural de las especies presentes ,evitando la fragmentación innecesaria de la vegetación y limitando la superficie de aprovechamiento

2.3.6 Leyes y Reglamentos Estatales

2.3.6.1 Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo

La Ley de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo es un ordenamiento jurídico de orden público e interés social que establece las bases para la preservación, restauración y mejoramiento del equilibrio ecológico, así como para la protección del ambiente y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales dentro del territorio estatal. Esta Ley constituye el principal instrumento normativo en materia ambiental del Estado de Quintana Roo y complementa las disposiciones establecidas en la legislación ambiental federal. Fue publicada mediante Decreto No. 105 en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo el 29 de junio de 2001 y ha sido objeto de diversas reformas para fortalecer la gestión ambiental y el desarrollo sustentable en la entidad

Tabla 2. 11. Vinculación del Proyecto con la Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
Artículo 1º.- La presente Ley es de orden público e interés social y tiene por objeto propiciar el desarrollo sustentable, y regular las acciones tendentes a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como las de protección del ambiente del Estado de Quintana Roo	El proyecto se desarrollará bajo los principios de desarrollo sustentable y protección al ambiente establecidos en la presente ley.
Artículo 5º V.- El establecimiento, regulación, administración y vigilancia de las áreas naturales protegidas previstas en esta ley, con la participación de los Municipios;	El proyecto reconoce las atribuciones del estado en materia de regulación, administración y vigilancia ambiental, por lo que esta manifestación de impacto ambiental en su modalidad particular esta hecha con estricto apego a la legislación ambiental aplicable.
Artículo 63.- Se considerarán áreas naturales protegidas:	Derivado del análisis cartográfico y normativo realizado , se determino que el predio no se

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
I.- Parques Ecológicos Estatales; II.- Reservas Estatales; III.- Zonas de Preservación Ecológica de los Centros de Población; IV.- Parques Ecológicos Municipales; y V.- Aquellas áreas que los Municipios establezcan a fin de proteger su patrimonio natural.	localiza dentro de un área natural protegida de competencia estatal.
Artículo 109.- Quienes realicen actividades contaminantes de la atmósfera deberán: I.- Instalar y operar equipos o sistemas para el control de sus emisiones; y II.- Proporcionar la información que las autoridades les requieran, a efecto de integrar y mantener actualizado el inventario de fuentes de contaminación a la atmósfera.	Durante las etapas de preparación del sitio y construcción se implementarán medidas para prevenir y controlar las emisiones de polvos y gases generadas, mediante el mantenimiento preventivo de equipos, la humectación de superficies cuando sea necesario y el trasporte adecuado de materiales. asi mismo en caso de ser requerido por las autoridades competentes, se proporcionará la información relativa a las emisiones generadas del proyecto.
Artículo 132 Para la recarga de mantos acuíferos, en las superficies de predios que se pretendan utilizar para obras e instalaciones, se deberá permitir la filtración de aguas pluviales al suelo y subsuelo. Por tal motivo, las personas físicas o morales quedan obligadas a proporcionar un porcentaje del terreno a construir, preferentemente como área verde, lo que en su caso siempre será permeable. Para los efectos del párrafo anterior en los predios con un área menor de 100 metros cuadrados deberán proporcionar como área verde el 10% como mínimo; en predios con superficie mayor de 101 a 500 metros cuadrados, como mínimo el 20%; en predios cuya superficie sea de 501 a 3,000 metros cuadrados, como mínimo el 30%, y predios cuya superficie sea de 3,001 metros cuadrados en adelante, proporcionarán como área verde el 40% como mínimo.	Conforme la Figura 2. 3, el proyecto contempla el desplante total de 378.78 m2 (37.91%) sobre las diferentes áreas del terreno, mientras que se dejarán en estado natural 620.45 m2 (62.09%) como área de conservación. Por lo tanto, el proyecto es congruente con este artículo ya que conservará más del 30%, ya que se encuentra en el rango de superficie entre 501 a 3,000 m2 (ver Figura 2. 3)

Figura 2. 3. Áreas de aprovechamiento y conservación del proyecto

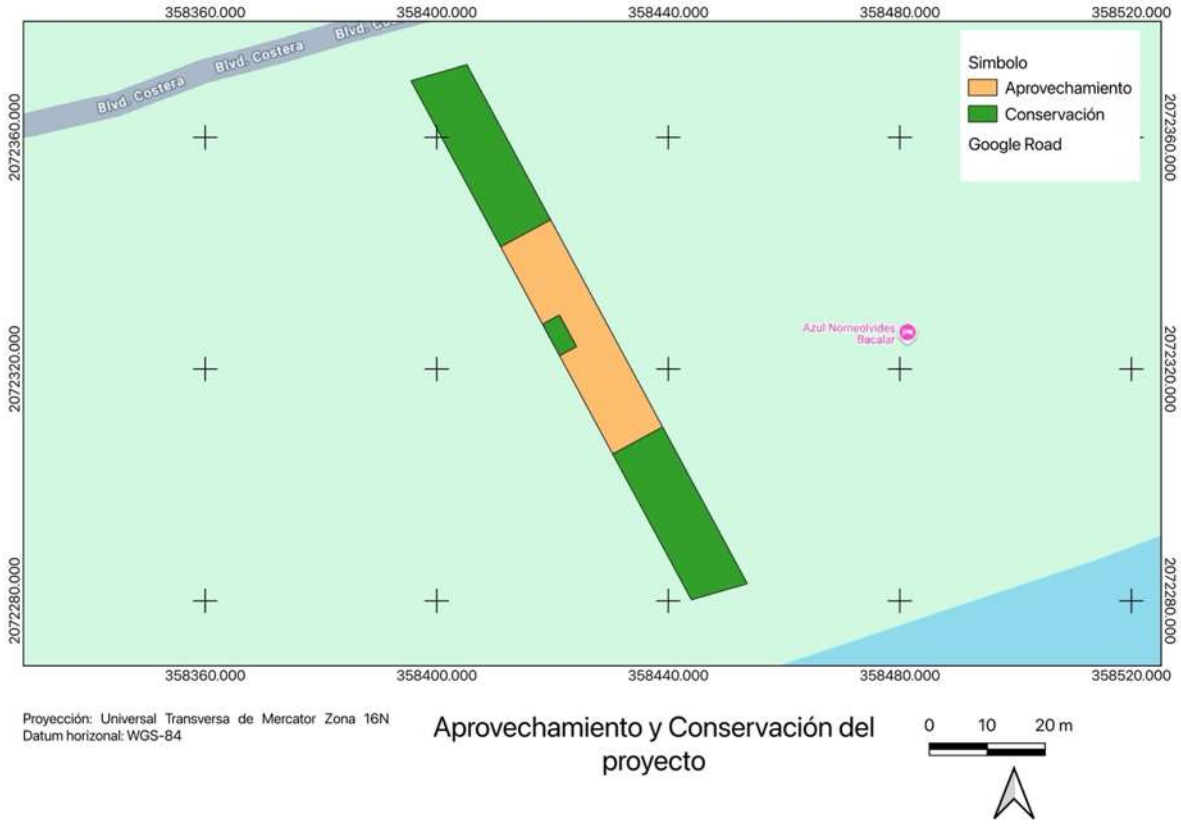


Tabla 2. 12. Superficies de las áreas de aprovechamiento y conservación

Tipo	m2	%
Aprovechamiento	378.78	37.91
Conservación	620.45	62.09
Total	**999.23**	**100**

2.3.6.2 Ley para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos, de Manejo Especial y Peligrosos del Estado de Quintana Roo.

La Ley para la Prevención, Gestión Integral y Economía Circular de los Residuos del Estado de Quintana Roo es un ordenamiento de orden público e interés social que tiene por objeto regular la prevención en la generación, valorización, aprovechamiento, gestión integral y disposición final de los residuos sólidos urbanos, de manejo especial y, en el ámbito de competencia estatal, contribuir a la protección del ambiente y la salud pública. Asimismo, establece las bases para prevenir la contaminación del suelo, promover el aprovechamiento sustentable de los materiales y fomentar la economía circular dentro del territorio estatal.

Tabla 2. 13. Vinculación del Proyecto con la Ley para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos, de Manejo Especial y Peligrosos del Estado de Quintana Roo.

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
Artículo 7. VII. Promover, inducir y en su caso asegurar la selección y separación de los Residuos y sus subproductos**;**	El proyecto incorpora un programa para el manejo integral de los residuos que se generan durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación, contemplando su separación desde el punto de generación, almacenamiento temporal, valorización cuando resulte técnicamente viable y disposición final a través de prestadores de servicio autorizados
Artículo 18. Los proyectos de construcción y/o demolición, deberán prever un sitio destinado para el manejo y almacenamiento de residuos debidamente separados, así como la recolección de residuos a través de un prestador de servicios registrado ante la Secretaría. Los generadores de residuos que se encuentren bajo el régimen condominal están obligados a realizar la separación en la fuente y a contratar los servicios de recolección, para el transporte y aprovechamiento de los residuos.	En la etapa de construcción se habilitará un área destinada al almacenamiento temporal de los residuos, la cual contará con las condiciones necesarias para evitar su dispersión, escurrimiento, y contaminación del suelo
Artículo 19 tendrán por objeto establecer: I. Las condiciones de seguridad, requisitos y limitaciones del manejo de los residuos, para prevenir riesgos y contingencias ambientales; II. Los lineamientos, para el manejo de residuos en caso de desastres, caso fortuito o de fuerza mayor; III. Las modalidades adicionales a los planes de manejo y/o responsabilidad extendida; IV. Los datos técnicos que deba contener la solicitud de los interesados, gestores y/o prestadores de servicio, así como los documentos que deba acompañar; V. Los requisitos técnicos que deban observar los gestores y/o prestadores de servicio; VI. Las especificaciones técnicas para la ubicación de los sitios, diseño, construcción, operación, monitoreo y obras complementarias de los centros de infraestructura para el manejo de residuos de competencia estatal, y VII. Los criterios para la remediación y/o rehabilitación de sitios contaminados**.**	El proyecto contempla la implementación de medidas de manejo, control y seguridad para prevenir riesgos y contingencias ambientales asociados a la generación de residuos

De la revisión integral de la Ley para la Prevención, Gestión Integral y Economía Circular de los Residuos del Estado de Quintana Roo, se concluye que el proyecto es congruente con sus disposiciones, al contemplar medidas para la prevención, reducción, separación, almacenamiento temporal, aprovechamiento y disposición adecuada de los residuos generados durante las diferentes etapas del proyecto. Lo anterior permitirá minimizar los riesgos de contaminación ambiental y contribuir a la conservación de los recursos naturales presentes en Bacalar,

garantizando el cumplimiento de la normatividad ambiental aplicable en el Estado de Quintana Roo.

2.3.6.3 Ley de Vida Silvestre para el Estado de Quintana Roo

La Ley de Vida Silvestre para el Estado de Quintana Roo fue publicada mediante el Decreto 131 en el Periódico Oficial del Estado el 25 de septiembre de 2012. Es un ordenamiento de orden público e interés social que regula las atribuciones del Estado y los municipios en materia de conservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat, en concordancia con la Ley General de Vida Silvestre. Asimismo, establece las bases para la conservación de la biodiversidad, la protección de los ecosistemas y el mantenimiento de los procesos ecológicos esenciales dentro del territorio estatal.

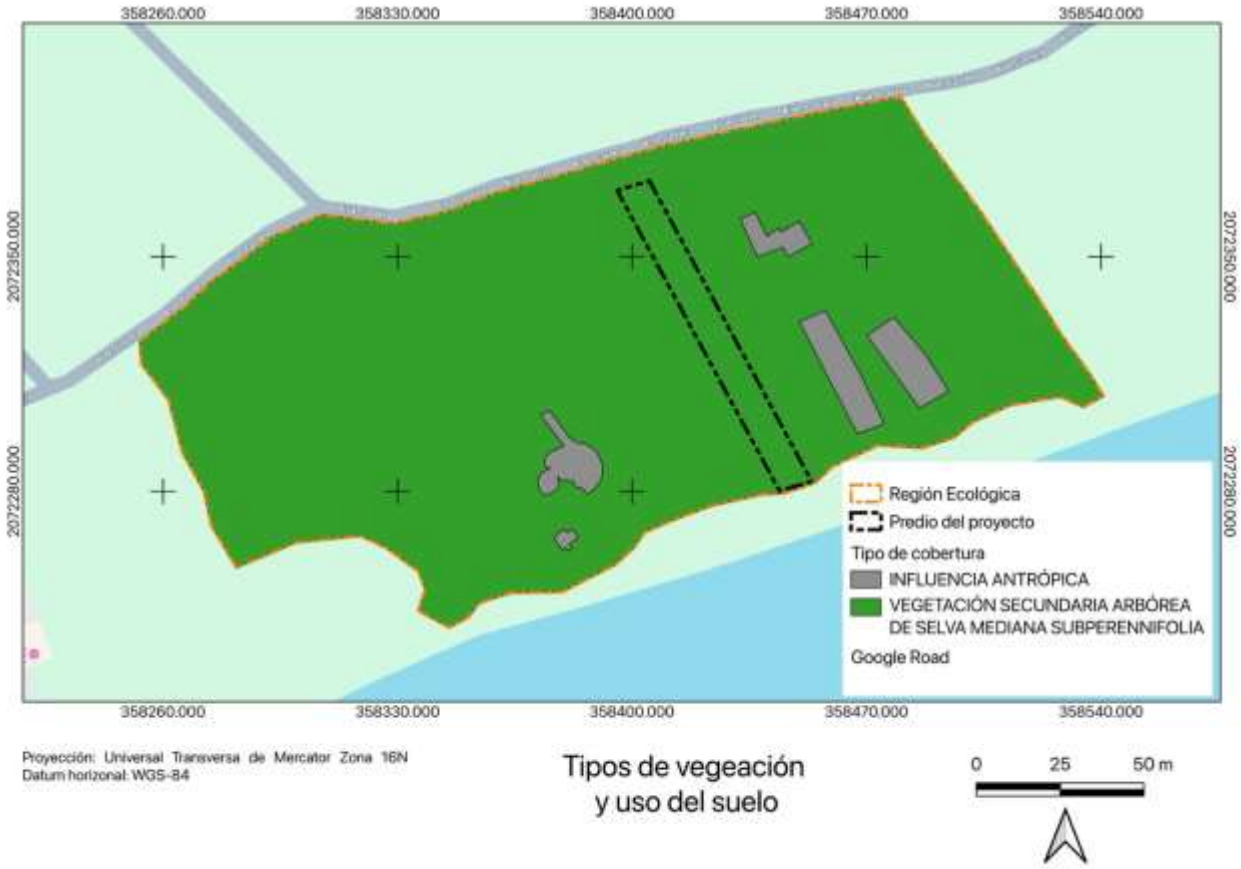
Tabla 2. 14. Vinculación del Proyecto con la Ley Vida Silvestre del Estado de QUINTANA ROO

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
Artículo 3.- Es deber de todos los habitantes del Estado conservar la vida silvestre; queda prohibido cualquier acto que implique su destrucción, daño o perturbación, en perjuicio de los intereses del Estado y de la Nación.Los propietarios o legítimos poseedores de los predios en donde se distribuye la vida silvestre tendrán derechos de aprovechamiento sustentable sobre sus ejemplares, partes y derivados, en los términos prescritos en la Ley General, la presente Ley y demás disposiciones aplicables.Los derechos sobre los recursos genéticos estarán sujetos a los tratados internacionales y a las disposiciones en la materia.	El proyecto considera la vida silvestre como un elemento prioritario durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, para ello se implementarán medidas de prevención, mitigación y seguimiento ambiental orientadas a evitar las afectaciones a la flora y fauna presentes en el predio.
Artículo 4.- El objetivo de la política estatal en materia de vida silvestre y de su hábitat es su conservación, mediante la protección y la exigencia de niveles óptimos de aprovechamiento sustentable, de modo que simultáneamente se logre mantener y promover la restauración de su diversidad e integridad, así como incrementar el bienestar de los habitantes del Estado. Las autoridades competentes en el diseño y aplicación de la política estatal en materia de vida silvestre y su hábitat, observarán los principios establecidos en el artículo 15 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, además deberán prever: I. La conservación de la diversidad genética, así como la protección, restauración y manejo integral de los hábitats naturales, como factores principales para la conservación y recuperación de las especies silvestres	El proyecto se desarrollará bajo un enfoque de conservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales incorporando medidas de prevención y restauración ambiental que permitan mantener la integridad de los ecosistemas presentes en el predio
Artículo 26.- La Secretaría promoverá el desarrollo del Sistema Estatal de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre, en zonas de influencia de las áreas naturales protegidas, con el propósito de reforzar sus zonas de	Durante las etapas de preparación del proyecto se implementarán medidas para evitar afectaciones a la fauna silvestre, asi como la conservación de la cobertura vegetal fuera de las áreas de aprovechamiento

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
amortiguamiento y dar continuidad a sus ecosistemas. De igual forma, involucrará a los habitantes locales en la ejecución del programa dentro de sus predios, dando prioridad al aprovechamiento no extractivo, cuando se trate de especies o poblaciones en riesgo.	
Artículo 36.- Las autoridades del Estado y de los Municipios coadyuvarán a la conservación de las especies migratorias, mediante la protección y mantenimiento de sus hábitats, el muestreo y seguimiento de sus poblaciones, así como el fortalecimiento y desarrollo de la cooperación internacional, de conformidad con las disposiciones de la Ley General, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, y esta Ley, sin perjuicio de lo establecido en los tratados y otros acuerdos internacionales en los que México sea Parte.	El proyecto contribuye al mantenimiento de los hábitats utilizados por especies residentes y migratorias mediante la conservación de amplias áreas naturales y la minimización de las modificaciones al entorno
Artículo 40.- Cuando se presenten problemas de destrucción, contaminación, degradación, desertificación o desequilibrio del hábitat de la vida silvestre; la Secretaría formulará y ejecutará, a la brevedad posible, programas de prevención, de atención de emergencias y de restauración para la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propicien la evolución y continuidad de los procesos naturales de la vida silvestre, tomando en cuenta lo dispuesto por la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, y demás disposiciones aplicables.	El proyecto se desarrollará bajo criterios de conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre, procurando mantener la funcionalidad ecológica del sitio y minimizar las alteraciones a su habitad
Artículo 49.- Los medios y formas para ejercer el aprovechamiento deberán minimizar los efectos negativos sobre las poblaciones y el hábitat. La autorización de aprovechamiento generará para su titular la obligación de presentar informes periódicos, que deberán incluir la evaluación de los efectos que ha tenido el respectivo aprovechamiento sobre las poblaciones y sus hábitats**.**	El proyecto cumple con lo dispuesto por el presente articulo ya que su diseño construcción y operación consideran criterios de prevención y manejo ambiental orientados a minimizar los efectos adversos sobre las poblaciones de vida silvestre y los habitad presentes en el predio.
ARTÍCULO 60TER. Queda prohibida la remoción, relleno, trasplante, poda, o cualquier obra o actividad que afecte la integralidad del flujo hidrológico del manglar; del ecosistema y su zona de influencia; de su productividad natural; de la capacidad de carga natural del ecosistema para los proyectos turísticos; de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje; o bien de las interacciones entre el manglar, los ríos, la duna, la zona marítima adyacente y los corales, o que provoque cambios en las características y servicios ecológicos.	El proyecto no contempla el aprovechamiento en manglares. De acuerdo con el estudio en campo y con el conjunto de datos vectoriales de la Serie VII del INEGI, la vegetación de la Región Ecológica es una Vegetación Secundaria Arbórea derivada de Selva Mediana Subperennifolia, por lo que no existen manglares ni ningun tipo de humedales en la Región Ecológica ni en el predio del Proyecto (ver Figura 2. 4).

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
Se exceptuarán de la prohibición a que se refiere el párrafo anterior las obras o actividades que tengan por objeto proteger, restaurar, investigar o conservar las áreas de manglar.	

Figura 2. 4. Tipos de vegetación en la Región Ecológica y en el predio del proyecto



2.3.7 Ordenamientos Ecológicos Decretados

El ordenamiento ecológico del territorio encuentra su fundamento en los artículos 20 Bis 1 a 20 Bis 7 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, disposiciones que establecen su naturaleza, alcance y modalidades. Conforme a dicho marco normativo, el ordenamiento ecológico es un instrumento de política ambiental mediante el cual se regula o induce el uso del suelo y las actividades productivas, con el propósito de lograr la protección del medio ambiente y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de sus características, potencialidades y tendencias de deterioro.

En términos del artículo 20 Bis 1, este instrumento tiene por objeto definir criterios ambientales para la preservación, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, así como para la localización de actividades productivas. A su vez, los artículos 20 Bis 2 y siguientes establecen las modalidades del ordenamiento ecológico, su carácter vinculante y su integración con otros instrumentos de política ambiental, entre ellos la evaluación de impacto ambiental.

Desde esta perspectiva, el ordenamiento ecológico no constituye una regulación aislada ni meramente declarativa, sino un mecanismo de planeación territorial que orienta la toma de decisiones públicas y privadas sobre el uso del territorio. A través de la delimitación de unidades de gestión ambiental, la definición de políticas ambientales y la asignación de criterios de regulación ecológica, los programas de ordenamiento establecen las bases para determinar la compatibilidad de determinadas actividades con las vocaciones ambientales del área correspondiente.

Ahora bien, la determinación de compatibilidad de un proyecto con un programa de ordenamiento ecológico no puede derivar de una lectura fragmentaria o exclusivamente literal de sus disposiciones. El propio diseño del instrumento, conforme a la LGEEPA, exige un análisis técnico integral que considere no sólo la naturaleza de la actividad propuesta, sino también el conjunto de medidas preventivas, de mitigación, compensación y, en su caso, restauración que formen parte del proyecto. Ello es congruente con la lógica sistémica del ordenamiento ecológico, el cual opera de manera articulada con la evaluación de impacto ambiental.

En efecto, cuando un programa de ordenamiento clasifica un territorio en unidades de gestión y asigna políticas de conservación, aprovechamiento o restauración, activa un marco de referencia que debe aplicarse caso por caso, valorando si la actividad propuesta, considerada en su totalidad, resulta compatible con los objetivos ambientales del área. Esta valoración no se limita al aprovechamiento directo de recursos, sino que incorpora la manera en que el promovente prevé evitar, reducir o compensar los posibles efectos adversos, garantizando la permanencia de los procesos ecológicos.

En este sentido, el ordenamiento ecológico es esencialmente un instrumento de planeación inductivo, no un catálogo rígido de prohibiciones absolutas. Su función es ordenar el desarrollo territorial bajo criterios ambientales, sirviendo como parámetro técnico y jurídico para distinguir entre actividades aptas y no aptas en un sitio determinado. Por ello, su aplicación demanda una interpretación razonada que armonice la actividad económica con los objetivos de protección ambiental previstos en el propio programa.

Con base en lo anterior, el análisis de compatibilidad del Proyecto con los programas de ordenamiento ecológico aplicables se realiza de manera integral, considerando tanto las características de la actividad propuesta como las medidas ambientales asociadas, a fin de

acreditar su congruencia con las políticas, lineamientos y criterios establecidos conforme a los artículos 20 Bis de la LGEEPA.

Figura 2. 5. Diagrama de identificación de ordenamientos ecológicos (Fuente: elaboración propia)



2.3.7.1 Programa de Ordenamiento Ecológico General Del Territorio

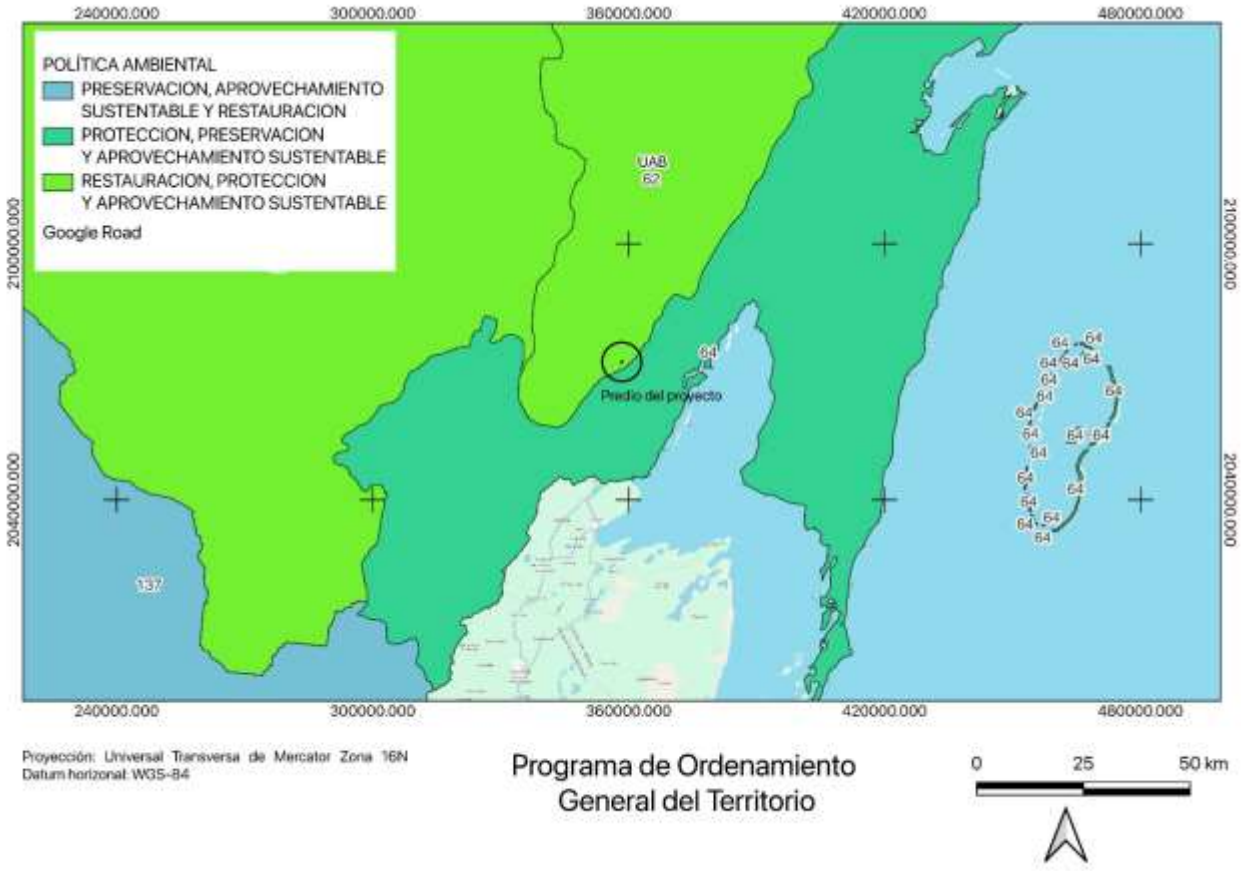
El **Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)**, publicado en el **Diario Oficial de la Federación el 7 de septiembre de 2012**, constituye el instrumento de política ambiental cuyo objetivo es orientar la ocupación y el uso del territorio nacional bajo criterios de sustentabilidad, promoviendo la conservación de los recursos naturales, la protección de los ecosistemas y el aprovechamiento sustentable de los bienes y servicios ambientales.

Este instrumento establece lineamientos y estrategias ecológicas para las diferentes regiones del país, con el propósito de reducir los conflictos ambientales derivados del desarrollo de actividades productivas y de los asentamientos humanos, favoreciendo la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de los procesos ecológicos esenciales.

En este contexto, el proyecto, consistente en una casa habitación de tres niveles ubicada en el municipio de Bacalar en el estado de Quintana Roo, es congruente con los objetivos del Programa

de Ordenamiento Ecológico del Territorio, debido a que contempla un esquema de desarrollo de baja densidad, limita la ocupación del suelo a una superficie reducida del predio, manejo adecuado de residuos sólidos y conservación de la mayor parte de la cobertura vegetal existente. Estas acciones contribuyen a la protección de los ecosistemas costeros y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales de la región.

Figura 2. 6. Ubicación del Proyecto dentro del POGET



Las características de las UAB's aplicables se describen en la Tabla que se presenta a continuación:

Tabla 2. 15. Características de las UAB's aplicables

Clave región	UAB	Nombre de la UAB	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Otros sectores de interés	Política ambiental	Nivel de atención prioritaria
17.33	62	KARST DE YUCATAN Y QUINTRANA ROO	PRESERVACIÓN DE FLORA Y FAUNA TURISMO	DESARROLLO SOCIAL FORESTAL	AGRICULURA GANAERIA	PUEBLOS INDÍGENAS	RESTAURACION, PROTECCION Y APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE	ALTA

Ahora bien, mediante Acuerdo publicado en el Diario Oficial de la Federación el 7 de septiembre de 2012 se expidió el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio. En dicho instrumento se reitera, con fundamento en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, que el ordenamiento ecológico constituye un instrumento de política ambiental orientado a regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el propósito de asegurar la protección del medio ambiente y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de sus tendencias de deterioro y de sus potencialidades.

El propio Acuerdo precisa que la planeación ambiental en México se articula a través de distintos programas de ordenamiento ecológico, los cuales pueden ser generales, marinos, regionales o locales, según su ámbito y alcance. En el caso del POEGT, su formulación, aplicación y evaluación corresponde a la Federación, por conducto de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en ejercicio de las atribuciones conferidas por la LGEEPA y su Reglamento en Materia de Ordenamiento Ecológico.

Conforme al Reglamento citado, el POEGT tiene como finalidad realizar una regionalización ecológica del territorio nacional y de las zonas sujetas a soberanía y jurisdicción de la Nación, identificar áreas de atención prioritaria y de aptitud sectorial, y establecer lineamientos y estrategias ecológicas encaminadas a la preservación, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. Asimismo, orienta la ubicación de actividades productivas y asentamientos humanos, promueve la incorporación de la variable ambiental en la actuación de la Administración Pública Federal y fomenta la coordinación intersectorial para alcanzar objetivos de sustentabilidad.

En este contexto, debe precisarse que el POEGT se dirige primordialmente a dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, en tanto constituye un instrumento de orientación estratégica para la actuación gubernamental. No obstante, ello no impide que sus lineamientos sirvan como parámetro de referencia para evaluar la congruencia de proyectos específicos con la política ambiental nacional.

Para efectos del presente análisis, el predio del Proyecto se ubica dentro de la Unidad Ambiental Biofísica UAB 62. En consecuencia, se realiza un ejercicio de vinculación respecto de las estrategias previstas para dicha unidad que guardan relación directa con la naturaleza del Proyecto. Aquellas estrategias que no se abordan en el análisis subsecuente no resultan aplicables a las características o alcances del mismo.

Tabla 2. 16. Vinculación del Proyecto con las estrategias del POEGT.

Estrategias UAB 62	
Estrategias	**Vinculación con el Proyecto**
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio	
Preservación	
1.- Conservación *in situ* de los ecosistemas y su biodiversidad.	EL PROYECTO contempla un aprovechamiento del 40 % del predio conservando el 60% restante como áreas libres y permeables .la remoción de vegetación se limitará estrictamente al área de desplante autorizada, implementando medidas de protección de la vegetación remanente y evitando afectaciones innecesarias a los ecosistemas presentes

Estrategias UAB 62	
Estrategias	**Vinculación con el Proyecto**
2.- Recuperación de especies en riesgo.	Previo al inicio de obras se realizará el recorrido de inspección del predio y en caso de identificarse ejemplares de flora y fauna incluidos en la NOM-059-SEMARNAT-2010 o su actualización vigente, se implementarán las medidas de rescate protección y reubicación autorizadas por la autoridad competente
3.- Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.	En cumplimiento a este objetivo, se establecen los siguientes programas y subprogramas en el marco del PVA: Programa de Rescate, reubicación y conservación de recursos bióticos Subprograma de Rescate y Conservación de Vegetación, Subprograma de Ahuyenta miento Rescate, Conservación y Reubicación de Fauna Adicionalmente, el Programa de Monitoreo Ambiental complementa la ejecución de estos Programas.
Aprovechamiento sustentable	
4.- Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales;	El proyecto promueve el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales mediante la conservación de la mayor parte del predio en estado natural, la protección de la vegetación existente y la implementación de enotecnias como humedal artificial y sistemas de tratamiento de aguas residuales, reduciendo la presión sobre los ecosistemas locales.
5.- Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.	**NO APLICA** el proyecto no contempla actividades agrícolas ni pecuarias.
6.- Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.	**NO APLICA** el proyecto no incluye infraestructura hidroagrícola, sistemas de riego ni actividades relacionadas con la producción agrícola
7.- Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	El proyecto no contempla el aprovechamiento comercial de recursos forestales, para la remoción de vegetación para el desplante de las obras, esta se delimitará al área autorizada.
8.- Valoración de los servicios ambientales.	La conservación de áreas libres con vegetación permite mantener servicios ambientales como infiltración de agua, regulación microclimatica, captura de carbono y conservación del paisaje
Protección de los recursos naturales	
9-Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados	Debido a que el proyecto se ubica sobre un sistema kárstico, se implementaran medidas para evitar la contaminación del acuífero mediante el adecuado manejo de residuos, combustibles y aguas residuales s
10-reglamentar su protección, el uso del agua en las principales cuencas y acuíferos.	Las aguas residuales serán manejadas mediante un sistema de tratamiento autorizado, evitando descargas directas al subsuelo y cumpliendo la normatividad ambiental aplicable

Estrategias UAB 62	
Estrategias	**Vinculación con el Proyecto**
11- mantener en condiciones adecuadas de funcionamiento de las presas administradas por la CONAGUA	**NO APLICA** el proyecto no se ubica en zonas de influencia de presas ni contempla infraestructura hidráulica relacionada con las administradas por la CONAGUA
12-proteccion de los ecosistemas.	Durante las etapas del proyecto se aplicarán medidas para minimizar impactos ambientales, controlara emisiones de polvo y ruido, proteger la vegetación remanente y prevenir la introducción de especies exóticas invasoras
13- racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes	El proyecto no desarrollara actividades agrícolas, por lo que no se utilizar agroquímicos, fertilizantes ni plaguicidas. El mantenimiento de las áreas verdes se realizará mediante prácticas de jardinería de bajo impacto ambiental
Dirigidas a la restauración	
14.- Restauración de los ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	El proyecto conservara las áreas libres del predio y aplicara medidas de restauración en las zonas temporalmente intervenida durante la construcción, mediante estabilización del suelo, revegetación con especies nativas y protección de la vegetación remanente, favoreciendo la recuperación de las condiciones ambientales del sitio.
Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	
21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo.	El proyecto contribuirá al fortalecimiento de la actividad turística del municipio de bacalar mediante la construcción y operación de una casa habitación con amenidades destinadas al alojamiento de creación de visitantes. asi mismo favorece la economía local mediante generación de empleos y la contratación de bienes y servicios de proveedores de la región promoviendo un desarrollo turístico sustentable
22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional.	El proyecto se desarrollará en un predio con uso compatible con los instrumentos de ordenamiento ecológico y urbano vigentes.
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).	El proyecto contribuirá a diversificar la oferta de hospedaje mediante instalaciones de baja densidad y servicios complementarios que mejoraran la experiencia de los visitantes, además durante la etapa de construcción y operación se generaran empleos directos e indirectos, favoreciendo la derrama económica y desarrollo regional
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana	
Infraestructura y equipamiento urbano y regional.	
31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas	En su diseño en proyecto considera el cumplimiento de la normatividad ambiental y urbana aplicable, asi como la implementación de medidas para el manejo adecuado de residuos, aguas residuales y conservación de áreas verdes, contribuyendo al desarrollo sustentable del sitio

Estrategias UAB 62	
Estrategias	**Vinculación con el Proyecto**
32. Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la riqueza de estas para impulsar el desarrollo regional.	El proyecto se ubicará dentro de un predio con uso compatible conforme a los instrumentos de planeación territorial vigentes, evitando la ocupación de nuevas áreas naturales y promoviendo un aprovechamiento racional del suelo, en apego a la normatividad aplicable vigente
Desarrollo Social	
36- promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. llevar a cabo una política integral alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza.	NO APLICA el proyecto no contempla actividades productivas en el sector agroalimentario y aprovechamiento integral de la biomasa
37- integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas	Durante la construcción y operación del proyecto se promoverá la contratación de mano de obra local en igualdad de oportunidades, sin discriminación de género origen étnico o condición social, favoreciendo la inclusión laboral y el beneficio económico para la población de la región
38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.	El proyecto contempla la contratación y capacitación del personal que participará en su operación fortaleciendo sus capacidades laborales y generando oportunidades de empleos para los habitantes del municipio
39. Incentivar el uso de los servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza.	NO aplica de manera directa debido a la naturaleza del 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.	No aplica de manera directa debido a que el proyecta no contempla programas de asistencia social dirigidos específicamente a personas adultas mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad.
Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional	
Marco jurídico	
42.Asegurar la definición y el respeto a los derechos de la propiedad rural	El proyecto se desarrolla sobre un predio de propiedad legalmente acreditada, respetando los derechos de propiedad, los usos permitidos del suelo y las disposiciones establecidas en los instrumentos de ordenamiento territorial y ambiental aplicables.
Planeación del Ordenamiento Territorial	
43-integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos	El proyecto cuenta con la documentación legal, catastral y topográfica necesaria para acreditar la ubicación, superficie y límites del predio, contribuyendo al cumplimiento de los instrumentos de planeación territorial y administración de la propiedad.

Estrategias UAB 62	
Estrategias	**Vinculación con el Proyecto**
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 es congruente con los instrumentos de ordenamiento ecológico y territorial aplicables a Bacalar, desarrollándose bajo criterios de sustentabilidad ambiental y respetando las políticas de conservación establecidas para la zona donde se ubica.

Como resultado del análisis anterior, se asegura que el Proyecto es coherente con los lineamientos y estrategias establecidas en este POEGT.

2.3.7.2 Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe

El Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 24 de noviembre de 2012, constituye el instrumento de política ambiental mediante el cual se establecen directrices para la protección, conservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales en las zonas marinas y costeras del Golfo de México y el Caribe mexicano. Su finalidad es integrar, bajo un enfoque sistémico, diversas políticas públicas vinculadas con la gestión ambiental, la protección de los ecosistemas marinos, la prevención de la contaminación y el desarrollo sustentable de las regiones costeras.

Este programa articula un modelo de ordenamiento ecológico que se compone de lineamientos ecológicos, orientados a definir el estado deseable de las unidades territoriales, y de Unidades de Gestión Ambiental que delimitan espacialmente las áreas sujetas a regulación y manejo, incorporando criterios, objetivos y acciones específicas. Las UGA se clasifican en marinas y regionales, abarcando tanto superficies en aguas nacionales como áreas continentales con influencia costera en diversas entidades federativas del país, entre ellas Campeche.

En el caso del presente Proyecto, su localización corresponde a la Unidad de Gestión Ambiental número 152, denominada Bacalar la cual forma parte del componente regional del Programa. En este ámbito territorial, el POEMyRGMyMC establece políticas, criterios y lineamientos orientados a ordenar las actividades productivas, prevenir impactos ambientales y promover la conservación de los ecosistemas presentes en la región.

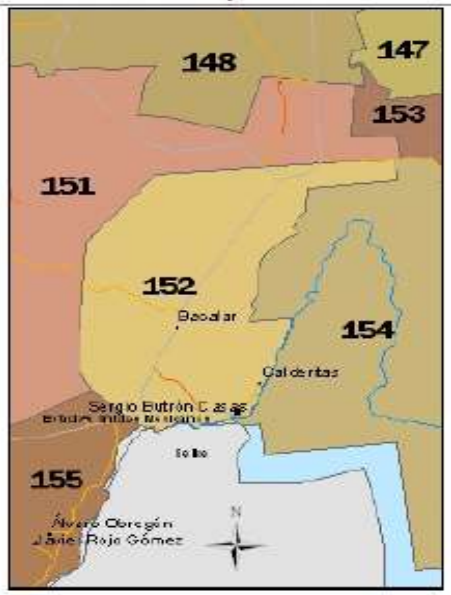
A continuación, se desarrolla el análisis de vinculación del Proyecto con los criterios ecológicos aplicables a la UGA 152 Bacalar, a efecto de demostrar su congruencia con los objetivos y disposiciones establecidos en este instrumento de política ambiental:

Figura 2. 7. Ubicación y extensión de la UGA 152 –BACALAR.

Unidad de Gestión Ambiental #:152

Tipo de UGA	Regional
Nombre:	Bacalar
Municipio:	Othón P. Blanco
Estado:	Quintana Roo
Población:	165,595 Habitantes
Superficie:	188,805.909 Ha.
Subregión:	Aplicar criterios de Zona Costera Inmediata Mar Caribe
Islas:	
Puerto Turístico	
Puerto Comercial	
Puerto Pesquero	Presente
Nota:	

Mapa



En la siguiente Tabla se presentan los criterios generales establecidos por el POEMyRGMyMC, de igual forma, en las siguientes Tablas se presentan las acciones específicas de la UGA 152, así como la vinculación del proyecto con éstas:

Tabla 2. 17. Vinculación con los criterios generales del POEMyRGMyMC

CRITERIOS GENERALES	
G001	**Promover el uso de tecnologías y prácticas de manejo para el uso eficiente del agua en coordinación con la CONAGUA y demás autoridades competentes.**
	El proyecto incorpora captación de agua pluvial, almacenamiento en cisternas y tratamiento de aguas residuales mediante tanques IMHOFF complementado con un humedal artificial, promoviendo el uso eficiente del recurso hídrico.
G002	**Promover el establecimiento del pago por servicios ambientales hídricos en coordinación con la CONAGUA y las demás autoridades competentes.**
	No aplica Corresponde a instrumentos económicos y programas gubernamentales relacionados con servicios ambientales hídricos.
G003	**Impulsar y apoyar la creación de UMA para evitar el comercio de especies de extracción y sustituirla por especies de producción.**
	No aplica El proyecto no contempla el establecimiento de UMA ni actividades de aprovechamiento de vida silvestre.
G004	**Instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia y control de las actividades extractivas de flora y fauna silvestre, particularmente para las especies registradas en la**

CRITERIOS GENERALES	
	norma oficial mexicana, protección ambiental-especies nativas de México de flora y fauna silvestre-categoría de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-lista de especies en riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010).
	No aplica Corresponde a acciones de vigilancia y control a cargo de autoridades competentes.
G005	**Establecer bancos de germoplasma, conforme a la legislación aplicable.**
	No aplica El proyecto no contempla el establecimiento de bancos de germoplasma.
G006	**Reducir la emisión de gases de efecto invernadero.**
	El proyecto considera acciones encaminadas a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, mediante el mantenimiento adecuado de la maquinaria utilizada durante la construcción, la optimización de los tiempos de operación y la conservación de la mayor parte de cobertura vegetal del predio.
G007	**Fortalecer los programas económicos de apoyo para el establecimiento de metas voluntarias para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y comercio de bonos de carbono.**
	No aplica Corresponde a programas económicos de reducción de emisiones y bonos de carbono.
G008	**El uso de organismos genéticamente modificados debe realizarse conforme a la legislación vigente**
	No aplic El proyecto no considera el uso de organismos genéticamente modificados.
G009	**Planificar las acciones de construcción de infraestructura, en particular la de comunicaciones terrestres para evitar la fragmentación del hábitat.**
	El proyecto cumple con este criterio, ya que su diseño y distribución fueron planificados para minimizar la alteración del entorno natural y evitar la fragmentación del hábitat.
G010	**Instrumentar campañas y mecanismos para la reutilización de áreas agropecuarias para evitar su expansión hacia áreas naturales.**
	No aplica El proyecto no contempla actividades agropecuarias
G011	**Instrumentar medidas de control para minimizar las afectaciones producidas a los ecosistemas costeros por efecto de las actividades humanas.**
	Sí cumple Se implementan medidas para minimizar impactos a ecosistemas costeros mediante pilotes, senderos y conservación de vegetación.
G012	**Impulsar la ubicación o reubicación de parques industriales en sitios ya perturbados o de escaso valor ambiental.**
	No aplica No corresponde a parques industriales.
G013	**Evitar la introducción de especies potencialmente invasoras en o cerca de las coberturas vegetales nativas.**
	Sí cumple

CRITERIOS GENERALES	
	No se introducirán especies exóticas o invasoras; se utilizarán especies nativas en caso de restauración.
G014	**Promover la reforestación en los márgenes de los ríos.**
	No aplica El proyecto no se ubica en márgenes de ríos.
G015	**Evitar el asentamiento de zonas industriales o humanas en los márgenes o zonas inmediatas a los cauces naturales de los ríos.**
	No aplica No existen cauces naturales de río en el área del proyecto.
G016	**Reforestar las laderas de las montañas con vegetación nativa de la región.**
	No aplica El proyecto no se ubica en zonas montañosas.
G017	**Desincentivar las actividades agrícolas en las zonas con pendientes mayores a 50%.**
	No aplica El proyecto no contempla actividades agrícolas
G018	**Recuperar la vegetación que consolide las márgenes de los cauces naturales en el ASO, de conformidad por lo dispuesto en la ley de aguas nacionales, la ley general de vida silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables.**
	No aplica No existen cauces fluviales dentro del área de aprovechamiento.
G019	**Los planes o programas de desarrollo urbano del área sujeta a ordenamiento deberán tomar en cuenta el contenido de este programa de ordenamiento, incluyendo las disposiciones aplicables sobre riesgo frente a cambio climático en los asentamientos humanos.**
	No aplica Está dirigido a planes y programas de desarrollo urbano.
G020	**Recuperar y mantener la vegetación natural en las riberas de los ríos y zonas inundables asociadas a ellos.**
	No aplica No existen riberas de ríos asociadas al proyecto.
G021	**Promover las tecnologías productivas en sustitución de las extractivas.**
	No aplica No se desarrollan actividades productivas extractivas.
G022	**Promover el uso de tecnologías productivas intensivas en sustitución de las extensivas.**
	No aplica No se desarrollan actividades productivas agropecuarias.
G023	**Implementar campañas de control de especies que puedan convertirse en plagas.**
	Sí cumple Durante la operación se implementarán medidas de control sanitario y manejo adecuado de residuos para evitar la proliferación de plagas.

CRITERIOS GENERALES	
G024	**Promover la realización de acciones de forestación y reforestación con restauración de suelos para incrementar el potencial de sumideros forestales de carbono, como medida de mitigación y adaptación de efectos de cambio climático.**
	Sí cumple Se conservará el 60 % de la cobertura vegetal existente y se realizarán acciones de rescate y reubicación de flora.
G025	**Fomentar el uso de especies nativas que posean una alta tolerancia a parámetros ambientales cambiantes para las actividades productivas.**
	Sí cumple Las acciones de revegetación emplearán especies nativas de la región.
G026	**Identificar las áreas importantes para el mantenimiento de la conectividad ambiental en gradientes altitudinales y promover su conservación (o rehabilitación).**
	No aplica Corresponde a estrategias regionales de conectividad ecológica
G027	**Promover el uso de combustibles de no origen fósil.**
	No aplica El proyecto no contempla el uso de combustibles alternativos o de origen no fósil como parte de su operación
G028	**Promover el uso de energías renovables.**
	No aplica El proyecto no contempla la instalación o utilización de sistemas de generación de energía mediante fuentes renovables.
G029	**Promover un aprovechamiento sustentable de la energía.**
	El proyecto promoverá el aprovechamiento eficiente de la energía mediante el uso responsable de las instalaciones eléctricas y la implementación de equipos de bajo consumo durante la etapa de operación.
G030	**Fomentar la producción y uso de equipos energéticamente más eficientes.**
	Sí cumple Se utilizarán equipos energéticamente eficientes durante la operación
G031	**Promover la sustitución a combustibles limpios, en los casos en que sea posible, por otros que emitan menos contaminantes que contribuyan al calentamiento global.**
	Cumple de manera indirecta ya que le proyecto no contempla la implementación de sistemas de combustible alternativos, el uso de este se limitará principalmente a la etapa de construcción, empleándose en maquinaria y vehículos en adecuado estado de mantenimiento para reducir emisiones contaminantes.
G032	**Promover la generación y uso de energía a partir de hidrógeno.**
	No aplica No se contempla generación de energía mediante hidrógeno.
G033	**Promover la investigación y desarrollo en tecnologías limpias.**
	No aplica El proyecto no contempla investigación tecnológica.

CRITERIOS GENERALES	
G034	**Impulsar la reducción del consumo de energía de viviendas y edificaciones a través de la implementación de diseños bioclimático, el uso de nuevos materiales y de tecnologías limpias.**
	El proyecto incorpora criterios de eficiencia energética a acordes con las condiciones climáticas de la región, favoreciendo la iluminación y la ventilación natural de los espacios para disminuir el consumo de energía eléctrica
G035	**Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones domésticas existentes.**
	Sí cumple Las instalaciones domésticas consideran sistemas eficientes de energía y agua.
G036	**Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones industriales existentes.**
	No aplica No existen instalaciones industriales
G037	**Elaborar modelos (sistemas mundiales de zonificación agroecológica) que permitan evaluar la sostenibilidad de la producción de cultivos; en diferentes condiciones del suelo, climáticas y del terreno.**
	No aplica No se desarrollan actividades agrícolas.
G038	**Evaluar la potencialidad del suelo para la captura de carbono.**
	No aplica No contempla estudios de captura de carbono del suelo.
G039	**Promover y fortalecer la formulación e instrumentación de los ordenamientos ecológicos locales en el ASO.**
	No aplica Corresponde a atribuciones gubernamentales.
G040	**Fomentar la participación de las industrias en el programa nacional de auditoría ambiental.**
	No aplica No corresponde a una actividad industrial.
G041	**Fomentar la elaboración de programas de desarrollo urbano en los principales centros de población de los municipios.**
	No aplica Dirigido a programas de desarrollo urbano municipales.
G042	**Fomentar la inclusión de las industrias de todo tipo en el registro de emisión y transferencia de contaminantes (RETC) y promover el sistema de información de sitios contaminados en el marco del programa nacional de restauración de sitios contaminados.**
	No aplica No corresponde a una instalación industrial sujeta al RETC.
G043	**La SEMARNAT, considerará el contenido aplicable de este programa. En su participación para la actualización de la carta nacional pesquera, asimismo, lo considerará en las medidas tendientes a la protección de quelonios, mamíferos marinos y especies bajo un estado especial de protección, que dicte de conformidad con la ley general de pesca y acuacultura sustentable.**

CRITERIOS GENERALES	
	No aplica Corresponde a acciones pesqueras y de conservación a cargo de SEMARNAT.
G044	**Contribuir a la construcción y reforzamiento de las cadenas productivas y de comercialización interna y externa de las especies pesqueras.**
	No aplica No involucra actividades pesqueras.
G045	**Consolidar el servicio de transporte público en las localidades nodales.**
	No aplica No involucra actividades pesqueras.
G046	**Fomentar la ampliación o construcción de infraestructuras que liberen tránsito de paso, corredores congestionados y mejore el servicio de transporte.**
	No aplica No implica ampliación de corredores de transporte
G047	**Impulsar la diversificación de actividades productivas.**
	No aplica Corresponde a políticas de desarrollo económico regional.
G048	**Instrumentar y apoyar campañas para la prevención ante la eventualidad de desastres naturales.**
	Sí cumple El proyecto considera medidas preventivas ante huracanes y fenómenos hidrometeorológicos.
G049	**Fortalecer la creación o consolidación de los comités de protección civil.**
	No aplica Corresponde a acciones institucionales de protección civil.
G050	**Promover que las construcciones de las casas habitación sean resistentes a eventos hidrometeorológicos.**
	Sí cumple Las edificaciones serán diseñadas para resistir fenómenos hidrometeorológicos característicos de la región.
G051	**Realizar campañas de concientización sobre el manejo adecuado de residuos sólidos urbanos.**
	Sí cumple Se implementará un programa de manejo integral de residuos sólidos.
G052	**Implementar campañas de limpieza, particularmente en asentamientos suburbanos y urbanos (descacharrización, limpieza de solares, separación de basura, etc.).**
	No aplica Corresponde a campañas públicas de limpieza urbana
G053	**Instrumentar programas y mecanismos de reutilización de las aguas residuales tratadas.**
	Sí cumple El proyecto contará tanque IMHOFF y humedal artificial para tratamiento y posible reutilización de aguas residuales.

CRITERIOS GENERALES	
G054	**Promover en el sector industrial la instalación y operación adecuada de plantas de tratamiento para sus descargas.**
	No aplica Aplica a instalaciones industriales.
G056	**Promover e impulsar la construcción y adecuada operación de sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos, peligrosos o de manejo especial de acuerdo con la normatividad vigente.**
	Sí cumple Los residuos generados serán enviados a sitios autorizados conforme a la normatividad vigente.
G057	**Promover los estudios sobre los problemas de salud relacionados con los efectos del cambio climático.**
	No aplica Corresponde a programas de investigación en salud pública.
G058	**La gestión de residuos peligrosos deberá realizarse conforme a lo establecido por la legislación vigente y los lineamientos de la CICOPLAFEST que resulten aplicables.**
	Sí cumple Los residuos peligrosos serán manejados conforme a la legislación ambiental vigente.
G059	**El desarrollo de infraestructura dentro de un ANP deberá ser consistente con la legislación aplicable, el Programa de Manejo y el decreto de creación correspondiente.**
	No aplica El proyecto no se encuentra dentro de un área natural protegida
G060	**Ubicar la construcción de infraestructura costera en sitios donde se minimice el impacto sobre la vegetación acuática sumergida.**
	Sí cumple Las obras se ubican fuera de áreas con vegetación acuática sumergida.
G061	**La construcción de infraestructura costera se deberá realizar con procesos y materiales que minimicen la contaminación del ambiente marino.**
	Sí cumple Se aplicarán medidas para evitar contaminación del ambiente costero y marino.
G062	**Implementar procesos de mejora de la actividad agropecuaria y aplicar mejores prácticas de manejo.**
	No aplica No contempla actividades agropecuarias
G063	**Promover la elaboración de ordenamientos pesqueros y acuícolas a diferentes escalas y su vinculación con los ordenamientos ecológicos.**
	No aplica No contempla actividades pesqueras o acuícolas.
G064	**La construcción de carreteras, caminos, puentes o vías férreas deberá evitar modificaciones en el comportamiento hidrológico de los flujos subterráneos o superficiales o atender dichas modificaciones en caso de que sean inevitables.**
	Sí cumple No se construirán nuevas carreteras y la construcción sobre pilotes minimiza alteraciones hidrológicas.

CRITERIOS GENERALES	
G065	**La realización de obras y actividades en áreas naturales protegidas deberá contar con la opinión de la dirección del ANP o en su caso de la dirección regional que corresponda, conforme lo establecido en el decreto y Programa de Manejo del área respectiva.**
	No aplica El proyecto no se encuentra dentro un área natural protegida

Tabla 2. 18. Acciones específicas aplicables a la UGA 152

Clave	Acción
A-001	**Fortalecer los mecanismos para el control de la comercialización y uso de agroquímicos y pesticidas.**
No aplica No se utilizan agroquímicos ni pesticidas.	
A-002	**Instrumentar mecanismos de capacitación para el manejo adecuado de agroquímicos y pesticidas.**
No aplica No existen actividades agrícolas.	
A-003	**Fomentar el uso de fertilizantes orgánicos y abonos verdes en los procesos de fertilización del suelo de actividades agropecuarias y forestales.**
No aplica No se desarrollan actividades agropecuarias o forestales productiva	
A-005	**Fomentar la reducción de pérdida de agua durante los procesos de distribución de esta.**
No aplica Corresponde a sistemas de distribución de agua a escala regional.	
A-006	**Implementar programas para la captación de agua de lluvia y el uso de aguas grises**
Sí aplica El proyecto contempla captación de agua pluvial y aprovechamiento eficiente del recurso hídrico.	
A-007	**Promover la constitución de áreas destinadas voluntariamente a la conservación o ANP en áreas aptas para la conservación o restauración de ecosistemas naturales.**
Sí aplica El proyecto contempla captación de agua pluvial y aprovechamiento eficiente del recurso hídrico.	
A-011	**Establecer e impulsar programas de restauración y recuperación de la cobertura vegetal original para revertir el avance de la frontera agropecuaria.**
Sí aplica Se conservará la cobertura vegetal existente y se realizarán medidas de rescate de flora.	
A-012	**Promover la preservación de las dunas costeras y su vegetación natural, a través de la ubicación de la infraestructura detrás del cordón de dunas frontales.**
No aplica el proyecto no se encuentra cerca de dunas	
A-013	**Establecer las medidas necesarias para evitar la introducción de especies potencialmente invasoras por actividades marítimas en los términos establecidos por los artículos 76 y 77 de la Ley de Navegación y Comercio Marítimo.**
No aplica No existen actividades marítimas asociadas al proyecto.	
A-014	**Instrumentar campañas de restauración, reforestación y recuperación de manglares y otros humedales en las zonas de mayor viabilidad ecológica.**

Clave	Acción
No aplica El proyecto no se encuentra en áreas de manglar	
A-015	**Promover e impulsar la reubicación de instalaciones que se encuentran sobre las dunas arenosas en la zona costera del ASO.**
No aplica No existen instalaciones sobre dunas que deban reubicarse	
A-016	**Establecer corredores biológicos para conectar las ANP existentes o las áreas en buen estado de conservación dentro del ASO.**
No aplica Corresponde a estrategias regionales de conectividad ecológica.	
A-017	**Establecer e impulsar programas de restauración, reforestación y recuperación de zonas degradadas.**
Sí aplica El proyecto contempla la implementación de medidas de restauración y recuperación ambiental en las áreas que pudieran resultar temporalmente afectadas durante las etapas de preparación del sitio y construcción. En caso de requerirse, se realizarán acciones de revegetación utilizando especies nativas de la región, favoreciendo la recuperación de la cobertura vegetal y la estabilidad ecológica del sitio. Asimismo, se conservará la mayor parte de la vegetación natural existente dentro del predio, contribuyendo a la protección y mantenimiento de los ecosistemas característicos de la zona.	
A-018	**Promover acciones de protección y recuperación de especies bajo algún régimen de protección considerando en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059 SEMARNAT-2010)**
Se cumple El proyecto promoverá la protección y conservación de las especies de flora y fauna silvestre presentes en el predio que se encuentren incluidas en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Previo al inicio de las obras se implementará un Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna, mediante el cual se identificarán, protegerán y, en su caso, reubicarán ejemplares localizados en las áreas de afectación temporal. Asimismo, se evitará la remoción innecesaria de vegetación, se conservará la mayor parte de la cobertura vegetal natural del predio y se aplicarán medidas de vigilancia ambiental para prevenir afectaciones a especies bajo algún régimen de protección, contribuyendo a su conservación y recuperación en el área del proyecto.	
A-019	**Los programas de remediación que se implementen, deberán ser formulados y aprobados de conformidad con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, y demás normatividad aplicable.**
No aplica No existen programas de remediación asociados al proyecto	
A-020	**Promover el uso de tecnologías de manejo de la caña en verde para evitar las emisiones producidas en los periodos de zafra.**
No aplica No hay actividades cañeras	
A-021	**Fortalecer los mecanismos de control de emisiones y descargas para mejorar la calidad del aire, agua y suelos, particularmente en las zonas industriales y urbanas del ASO.**
No aplica Dirigido a zonas industriales y urbanas	
A-023	**Fomentar la aplicación de medidas preventivas y correctivas de contaminación del suelo con base a riesgo ambiental, así como la aplicación de acciones inmediatas o de**

Clave	Acción
	emergencia y tecnologías para la remediación in situ, en términos de la legislación aplicable.
Se cumple Se implementarán medidas preventivas para evitar contaminación del suelo.	
A-024	**Fomentar el uso de tecnologías para reducir la emisión de gases de efecto invernadero y partículas al aire por parte de la industria y los automotores cuando ello sea técnicamente viable.**
No aplica Enfocado principalmente a industrias y automotores.	
A-025	**Promover la participación de las industrias en acciones tendientes a una gestión adecuada de residuos peligrosos, con el objeto de prevenir la contaminación de suelos y fomentar su preservación.**
No aplica No corresponde a actividades industriales	
A-026	**Promover e impulsar el uso de tecnologías "Limpias" y "Ambientalmente amigables" en las industrias registradas en el ASO y su área de influencia. Fomentar que las industrias que se establezcan cuenten con las tecnologías de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.**
No aplica No corresponde a instalaciones industriales.	
A-027	**Mantener al mínimo posible la superficie ocupada por las instalaciones de infraestructura en las playas para evitar su perturbación.**
No aplica El proyecto no contempla infraestructura sobre playas.	
A-028	**Promover las medidas necesarias para que la instalación de infraestructura de ocupación permanente sobre el primero o segundo cordón de dunas eviten generar efectos negativos sobre su estructura o función ecosistémica.**
No aplica No se instalará infraestructura sobre cordones de dunas.	
A-029	**Promover la preservación del perfil de la costa y los patrones naturales de circulación de las corrientes alineadas a la costa, salvo cuando dichas modificaciones correspondan a proyectos de infraestructura que tengan por objeto mitigar o remediar los efectos causados por alguna contingencia meteorológica o desastre natural.**
Sí aplica El proyecto no modifica el perfil costero ni corrientes litorales.	
A-030	**Generar o adaptar tecnologías constructivas y de ingeniería que minimicen la afectación al perfil costero y a los patrones de circulación de aguas costeras.**
Si cumple El proyecto incorpora ecotecnologías constructivas de bajo impacto ambiental que permiten minimizar la alteración del perfil costero y mantener los procesos naturales del sitio.	
A-031	**Promover la preservación de las características naturales de las barras arenosas que limitan los sistemas lagunares costeros.**
No aplica No existen barras arenosas lagunares afectadas por el proyecto.	
A-032	**Promover el mantenimiento de las características naturales, físicas y químicas de playas y dunas costeras.**
No aplica No se realizarán obras que alteren playas o dunas.	
A-033	**Fomentar el aprovechamiento de la energía eólica, excepto cuando su infraestructura pueda afectar corredores de especies migratorias.**
No aplica	

Clave	Acción
El proyecto no considera el uso de energía eólica	
A-037	**Promover la generación energética por medio de energía solar.**
No aplica El proyecto no contempla el uso de generación energética mediante energía solar	
A-038	**Impulsar el uso de los residuos agrícolas para la generación de energía y reducir los riesgos de incendios forestales en las regiones más secas.**
No aplica No existen residuos agrícolas asociados	
A-039	**Promover la reducción del uso de agroquímicos sintéticos a favor del uso de mejoradores orgánicos.**
No aplica No existen actividades agrícolas.	
A-040	**Impulsar la sustitución de las actividades de pesca extractiva por actividades de producción acuícola con especies nativas de la zona en la cual se aplica el programa y con tecnologías que no contaminen el ambiente y cuya infraestructura no afecte los sistemas naturales.**
No aplica No existen actividades pesqueras.	
A-043	**Fomentar la creación, impulso y consolidación de una flota pesquera de altura para el manejo de los recursos pesqueros oceánicos**
No aplica No existen actividades pesqueras.	
A-044	**Diversificar la base de especies en explotación comercial en las pesquerías.**
No aplica No existen actividades pesqueras.	
A-045	**Desarrollar e impulsar el uso de la fauna de acompañamiento, salvo las especies que se encuentran en algún régimen de protección, para la producción comercial de harinas y complementos nutricionales.**
No aplica El proyecto no contempla actividades pesqueras, procesamiento de productos marinos o aprovechamiento de fauna de acompañamiento, por lo que este criterio n guarda relación con el desarrollo propuesto	
A-046	**Incentivar el cumplimiento de los mecanismos existentes para controlar el vertido y disposición de residuos de embarcaciones, en las porciones marinas tanto costeras como oceánicas.**
No aplica El proyecto no contempla la operación de embarcaciones, la construcción de infraestructura marina o portuaria, ni actividades que generen residuos asociados a la navegación	
A-048	**Contribuir a redimensionar y ajustar las flotas pesqueras y los esfuerzos de captura a las capacidades y estados actuales y previsibles de las poblaciones en explotación.**
No aplica Corresponde al sector pesquero	
A-049	**Construir, modernizar y ampliar la infraestructura portuaria de apoyo a la producción pesquera y turística para embarcaciones menores.**
No aplica El proyecto no considera la construcción, ampliación y modernización de muelles, marinas, rampas de botado, atracaderos o cualquier otra infraestructura portuaria para embarcaciones menores limitándose exclusivamente a las obras descritas en la presente manifestación de impacto ambiental aplicable	
A-050	**Promover el desarrollo de Programas de Desarrollo Urbano y Programas de Conurbación con el fin de dotar de infraestructura de servicios a las comunidades rurales.**

Clave	Acción
No aplica Dirigido a programas urbanos gubernamentales.	
A-051	**Promover la construcción de caminos rurales, de terracería o revestidos entre las localidades estratégicas para mejorar la comunicación.**
No aplica No se construirán caminos rurales	
A-052	**Promover el uso sostenible de la tierra/agricultura (cultivos, ganado, pastos y praderas, y bosques) y prácticas de manejo y tecnología que favorezcan la captura de carbono.**
No aplica No existen actividades agropecuarias.	
A-053	**Desincentivar y evitar el desarrollo de actividades productivas extensivas.**
No aplica El proyecto no constituye una actividad productiva extensiva.	
A-054	**Promover la sustitución de tecnologías extensivas por intensivas en las actividades acordes a la aptitud territorial, utilizando esquemas de manejo y tecnología adecuada para minimizar el impacto ambiental.**
No aplica El criterio está enfocado a la sustitución de tecnologías extensivas por tecnologías intensivas en actividades productivas acordes con la aptitud territorial	
A-055	**Coordinar los programas de gobierno que apoyan a la producción agropecuaria para actuar sinérgicamente sobre el territorio y la población que lo ocupa.**
No aplica Corresponde a programas agropecuarios gubernamentales.	
A-056	**Identificar e implementar aquellos cultivos aptos a las condiciones ambientales cambiantes.**
No aplica No existen cultivos agrícolas.	
A-057	**Evitar el establecimiento de zonas urbanas en zonas de riesgo industrial, zonas de riesgo ante eventos naturales, zonas susceptibles de inundación y derrumbe, zonas de restauración ecológica, en humedales, dunas costeras y manglares.**
Aplica El proyecto fue diseñado considerando las características ambientales y las restricciones del sitio, evitando la ocupación de áreas ambientales sensibles y de riesgo	
A-058	**Realizar campañas para reubicar a personas fuera de las zonas de riesgo.**
No aplica Identificar, reforzar o dotar de equipamiento básico a las localidades estratégicas para la conservación y/o el desarrollo sustentable.	
A-059	**Identificar, reforzar o dotar de equipamiento básico a las localidades estratégicas para la conservación y/o el desarrollo sustentable.**
No aplica El criterio está orientado a la identificación, fortalecimiento o dotación de equipamiento básico en localidades estratégicas para la conservación y el desarrollo sustentable, acciones que corresponden a programas gubernamentales de planeación territorial. El proyecto corresponde a un desarrollo habitacional privado y no contempla la construcción o mejora de infraestructura pública o equipamiento comunitario en centros de población.	
A-060	**Establecer y mejorar sistemas de alerta temprana ante eventos hidrometeorológicos extremos.**
No aplica El criterio está orientado al establecimiento y fortalecimiento de sistemas de alerta temprana ante eventos hidrometeorológicos extremos por parte de las autoridades competentes. El proyecto no contempla la creación u operación de dichos sistemas; sin embargo, durante su operación se atenderán las disposiciones	

Clave	Acción
y protocolos emitidos por las autoridades de Protección Civil y los sistemas oficiales de monitoreo y alerta para huracanes, tormentas tropicales y otros fenómenos meteorológicos que puedan presentarse en la región.	
A-061	**Mejorar las condiciones de las viviendas y de infraestructura social y comunitaria en las localidades de mayor marginación.**
No aplica El criterio está dirigido a programas y acciones gubernamentales para mejorar las condiciones de vivienda e infraestructura social en localidades de alta marginación. El proyecto corresponde a un desarrollo habitacional privado y no contempla la ejecución de obras de infraestructura social o comunitaria destinadas al mejoramiento urbano o al combate de la marginación.	
A-062	**Fortalecer y consolidar las capacidades organizativas y de infraestructura para el manejo adecuado y disposición final de residuos peligrosos y de manejo especial. Asegurar el Manejo Integral de los Residuos Peligrosos.**
Sí aplica Durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación se generarán residuos de manejo especial y, eventualmente, residuos peligrosos tales como aceites usados, lubricantes, envases contaminados, estopas impregnadas y residuos de mantenimiento. El proyecto implementará un Programa de Manejo Integral de Residuos que incluirá la separación, almacenamiento temporal en sitios adecuados, control, recolección y disposición final mediante empresas autorizadas, garantizando el cumplimiento de la legislación ambiental vigente y evitando afectaciones a los ecosistemas costeros y terrestres del área de influencia.	
A-063	**Instalar nuevas plantas de tratamiento de aguas residuales municipales y optimizar las ya existentes.**
No aplica El criterio se refiere a la instalación y optimización de plantas de tratamiento de aguas residuales de carácter municipal	
A-064	**Completar la conexión de las viviendas al sistema de colección de aguas residuales municipales y a las plantas de tratamiento.**
No aplica El proyecto no contempla la conexión a sistemas municipales de recolección y tratamiento de aguas residuales, debido a que en la zona del proyecto no existe infraestructura municipal de alcantarillado sanitario	
A-065	**Instrumentar programas de recuperación y mejoramiento de suelos mediante el uso de lodos inactivados de las plantas de tratamiento de aguas servidas municipales.**
No aplica El proyecto no contempla programas de recuperación o mejoramiento de suelos mediante el uso de lodos provenientes de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales.	
A-066	**Incrementar la capacidad de tratamiento de las plantas para dar tratamiento terciario a los efluentes e inyectar aguas de mayor calidad al manto freático en apoyo, en su caso, a la restauración de humedales.**
No aplica. El presente proyecto no contempla la construcción, ampliación o incremento de la capacidad de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales, ni la implementación de sistemas de tratamiento terciario destinados a la inyección de efluentes al manto freático o a la restauración de humedales	
A-067	**Incrementar la capacidad de captación de aguas pluviales en las zonas urbanas y turísticas**
Aplica. El proyecto considera medidas que favorecen el aprovechamiento y manejo adecuado del agua pluvial, procurando conservar las condiciones naturales de infiltración del predio mediante la mínima impermeabilización del suelo y la preservación de áreas con cobertura vegetal.	
A-068	**Promover el manejo integral de los residuos sólidos, peligrosos y de manejo especial para evitar su impacto ambiental en el mar y zona costera.**
Sí cumple	

Clave	Acción
El proyecto contempla la implementación de un Programa de Manejo Integral de Residuos durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación. Los residuos sólidos urbanos, de manejo especial y, en su caso, peligrosos, serán separados, almacenados temporalmente en áreas acondicionadas para tal fin y entregados a empresas o sitios autorizados para su recolección, transporte, tratamiento y disposición final. Estas medidas permitirán prevenir la contaminación del ambiente marino y de la zona costera, garantizando la protección de los ecosistemas presentes en el área de influencia del proyecto.	
A-069	**Promover el tratamiento o disposición final de los residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial para evitar su disposición en el mar.**
Si cumple Durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación se implementará un programa de manejo integral de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y, en su caso, residuos peligrosos. Los residuos serán separados, almacenados temporalmente en sitios adecuados y entregados a prestadores de servicios autorizados para su transporte, tratamiento y disposición final conforme a la normatividad vigente, evitando su descarga o disposición en el ambiente costero o marino	
A-070	**Realizar campañas de colecta y concentración de residuos sólidos urbanos en la zona costera para su disposición final.**
Sí aplica El proyecto realizará manejo y disposición adecuada de residuos generados**.**	
A-071	**Diseñar e instrumentar acciones coordinadas entre sector turismo y sector conservación para reducir al mínimo la afectación de los ecosistemas en zonas turísticas y aprovechar al máximo el potencial turístico de los recursos. Impulsar y fortalecer las redes de turismo de la naturaleza (ecoturismo) en todas sus modalidades como una alternativa al desarrollo local respetando los criterios de sustentabilidad según la norma correspondiente.**
Sí aplica El proyecto incorpora criterios de sustentabilidad ambiental compatibles con la conservación.	
A-072	**Promover que la operación de desarrollos turísticos se haga con criterios de sustentabilidad ambiental y social, a través de certificaciones ambientales nacionales o internacionales, u otros mecanismos.**
El proyecto es congruente con este criterio, ya que desde su diseño y durante la etapa de operación incorporará principios de sustentabilidad ambiental y social orientados a minimizar los impactos sobre el entorno natural y promover el uso responsable de los recursos. La operación considerará medidas como el uso eficiente del agua y la energía, la adecuada gestión integral de los residuos, la conservación de la vegetación nativa, la protección de la biodiversidad y la implementación de buenas prácticas ambientales dirigidas al personal y visitantes. Asimismo, el promovente podrá evaluar la adopción de certificaciones ambientales o mecanismos equivalentes que fortalezcan el desempeño ambiental del desarrollo turístico y contribuyan a su mejora continua.	
A-074	**Construir, modernizar y ampliar la infraestructura portuaria de gran tamaño de apoyo al tráfico comercial de mercancías (embarcaciones mayores de 500 TRB (toneladas de registro bruto) y/o 49 pies de eslora); con obras sustentadas en estudios específicos, modelaciones predictivas y programas de monitoreo, que garanticen la no afectación de los recursos naturales.**
No aplica. El proyecto no contempla la construcción, modernización o ampliación de infraestructura portuaria para el tráfico comercial de mercancías, ni la operación de embarcaciones mayores de 500 toneladas de registro bruto (TRB) o de más de 49 pies de eslora. Asimismo, las obras y actividades propuestas se limitan al desarrollo de una casa habitación con amenidades dentro del predio, sin intervenir zonas portuarias, cuerpos de agua o áreas destinadas a la navegación comercial, por lo que este criterio no guarda relación con la naturaleza y alcance del proyecto.	

En atención al análisis de congruencia realizado entre el Proyecto y el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMyRGMyMC), se concluye

que el Proyecto es compatible con los objetivos, criterios y acciones establecidos por dicho instrumento, tanto en su dimensión ambiental como territorial.

El Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMyRGMyMC) tiene como eje rector el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, la protección de los ecosistemas y la prevención de impactos ambientales derivados de las actividades humanas. En este sentido, el Proyecto se desarrolla bajo criterios de sustentabilidad ambiental, incorporando medidas de prevención, mitigación y control que permiten minimizar los impactos ambientales durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación, privilegiando el uso responsable de los recursos naturales y el cumplimiento de la normatividad ambiental vigente.

Del análisis de los criterios generales y acciones específicas establecidos en el POEMyRGMyMC, se desprende que el Proyecto no contraviene ninguna de las disposiciones aplicables y mantiene congruencia con los objetivos de protección ambiental, conservación de los recursos naturales y desarrollo territorial sustentable.

El Proyecto consiste en la construcción y operación de una casa habitación de tres niveles con amenidades, sobre un predio con una superficie de 999.23 m², considerando un aprovechamiento aproximado del 40 %, lo que permite conservar áreas libres y superficies permeables que favorecen la infiltración natural del agua pluvial y mantienen las condiciones ambientales del predio. Asimismo, el Proyecto no contempla actividades extractivas, agropecuarias, industriales, pesqueras ni de aprovechamiento de recursos naturales que puedan generar presiones adicionales sobre los ecosistemas de la región. De igual forma, no considera la construcción de infraestructura portuaria, marinas, campos de golf o bancos de extracción de materiales, ni la introducción de especies exóticas o invasoras. El predio no presenta ecosistemas de manglar, por lo que las obras proyectadas no ocasionarán afectaciones a este tipo de vegetación ni a los procesos ecológicos asociados.

Durante las etapas de construcción y operación se implementarán medidas para el manejo adecuado de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial mediante prestadores de servicios autorizados, el control de emisiones de polvo y ruido, el uso eficiente del agua potable y la conservación de las áreas libres del predio, con el propósito de prevenir y minimizar los impactos ambientales derivados del desarrollo del Proyecto.

En materia ambiental, el Proyecto contempla la aplicación de medidas de prevención, mitigación, control y seguimiento ambiental orientadas a proteger el suelo, la vegetación, la fauna silvestre y el paisaje, favoreciendo la conservación de las condiciones ambientales del sitio y el cumplimiento de los objetivos de protección y aprovechamiento sustentable establecidos en el POEMyRGMyMC.

Por lo anterior, se concluye que el Proyecto es ambientalmente viable y congruente con los objetivos, políticas, criterios y acciones establecidos en el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, al promover un desarrollo habitacional compatible con la vocación del territorio, el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y la conservación de las condiciones ambientales del área de influencia.

2.3.7.3 Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Bacalar

El Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Bacalar constituye el principal instrumento de política ambiental aplicable al área donde se pretende desarrollar el presente

Proyecto. Este instrumento tiene como finalidad regular el uso del suelo, orientar el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y establecer los criterios ecológicos que deben observarse para garantizar un desarrollo ordenado y ambientalmente responsable dentro del municipio.

El Programa establece políticas ambientales, criterios ecológicos y lineamientos de regulación aplicables a las diferentes Unidades de Gestión Ambiental (UGA), definiendo los usos del suelo compatibles con la conservación del patrimonio natural y el desarrollo sustentable.

El Proyecto consiste en la construcción y operación de una casa habitación de tres niveles con dos habitaciones y amenidades, tales como restaurante, alberca, bar, sala de juegos y áreas de estar, sobre un predio con una superficie de 999.23 m², ubicado dentro de la Unidad de Gestión Ambiental TU-7. En este sentido, el diseño, construcción y operación del Proyecto fueron planteados considerando los criterios ecológicos y lineamientos establecidos por el Programa de Ordenamiento Ecológico para dicha unidad de gestión.

El desarrollo contempla un aprovechamiento del 40 % de la superficie total del predio, conservando el porcentaje restante como áreas libres y permeables, lo que favorece la infiltración natural del agua pluvial, la permanencia de cobertura vegetal y la integración del Proyecto con el entorno. Durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación se implementarán medidas de prevención, mitigación y control ambiental orientadas a minimizar los impactos sobre el suelo, la vegetación, la fauna silvestre y el paisaje. Asimismo, se llevará a cabo el manejo adecuado de los residuos sólidos urbanos y, en caso de generarse, de los residuos de manejo especial y peligrosos, mediante su almacenamiento temporal y entrega a prestadores de servicios autorizados, en cumplimiento de la legislación ambiental vigente.

El Proyecto no contempla actividades extractivas, agropecuarias, industriales, pesqueras o portuarias, ni la apertura de bancos de extracción de materiales, la construcción de marinas, campos de golf o infraestructura incompatible con la política ambiental de la UGA TU-7. Asimismo, el predio no presenta ecosistemas de manglar, por lo que las obras proyectadas no ocasionarán afectaciones a este tipo de vegetación ni a los procesos ecológicos asociados.

Del análisis de los criterios ecológicos aplicables a la UGA TU-7, se desprende que el Proyecto no contraviene ninguna de las disposiciones establecidas en el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Bacalar. Por el contrario, las obras y actividades propuestas son compatibles con la vocación del territorio, promueven un aprovechamiento ordenado del predio y contemplan la implementación de medidas de prevención, mitigación y seguimiento ambiental que contribuyen a conservar la calidad ambiental del sitio.

El Proyecto es ambientalmente viable y congruente con las políticas, criterios, estrategias y lineamientos establecidos en el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Bacalar para la Unidad de Gestión Ambiental TU-7, al promover un desarrollo de baja intensidad que privilegia el aprovechamiento sustentable del suelo, la conservación de los recursos naturales y el cumplimiento de la normatividad ambiental aplicable.

Figura 2. 8. Localización del predio del proyecto en el POET

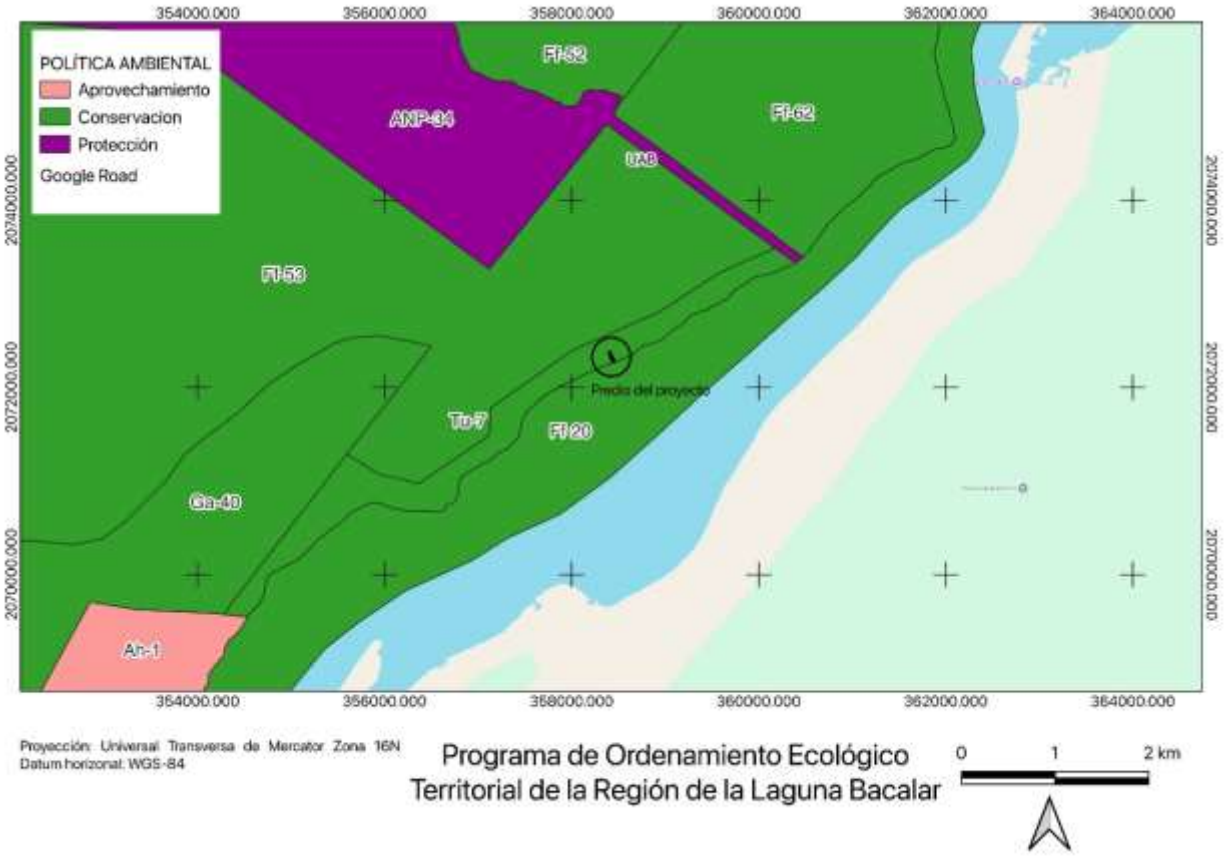


Tabla 2. 19. Características de la UGA aplicable

UGA	Política	Uso propuesto	Uso compatible	Uso condicionado
Tu-7	Conservación	Turismo hotelero intensivo	Turismo alternativo, Equipamiento	Infraestructura

Con base en la caracterización de la Unidad de Gestión Ambiental TU-7 del Programa de Ordenamiento Ecológico de la Costa Norte de Bacalar, y considerando la política ambiental aplicable a dicha unidad, se realizó el análisis de congruencia del Proyecto con el propósito de verificar su compatibilidad con los criterios de ordenamiento territorial, conservación ambiental y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

La política ambiental establecida para esta Unidad de Gestión Ambiental busca garantizar un desarrollo compatible con la conservación de los recursos naturales y el mantenimiento de las funciones ecológicas del territorio. En este sentido, el Proyecto incorpora medidas de prevención, mitigación y control ambiental que permitirán reducir los impactos derivados de las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento. Entre estas medidas destacan la delimitación de las áreas de trabajo, el manejo adecuado de los residuos sólidos urbanos, de manejo especial y, en caso de generarse, residuos peligrosos, el control de emisiones de polvo y

ruido, la protección de la flora y fauna silvestres y la implementación de acciones orientadas a prevenir la contaminación del suelo y del agua.

Asimismo, el Proyecto no contempla actividades extractivas, agropecuarias, industriales, pesqueras o portuarias, ni la explotación de bancos de materiales, la construcción de marinas, campos de golf o cualquier otra actividad incompatible con la política ambiental de la UGA TU-7. De igual forma, el predio no presenta ecosistemas de manglar, por lo que las obras proyectadas no ocasionarán afectaciones a este tipo de vegetación ni a los procesos ecológicos asociados.

En relación con los criterios ecológicos establecidos en el Programa de Ordenamiento Ecológico de la Costa Norte de Bacalar, el Proyecto cumple con las disposiciones aplicables en materia de uso del suelo, densidad de desarrollo, conservación de áreas libres, manejo integral de residuos, protección de los recursos naturales e implementación de medidas de prevención y mitigación ambiental. Asimismo, considerando que el desarrollo implica la remoción de vegetación forestal, el promovente gestionará y obtendrá previamente la autorización en materia de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, conforme a lo dispuesto en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento, así como las demás autorizaciones que resulten procedentes.

Adicionalmente, durante las diferentes etapas del Proyecto se implementarán las medidas de prevención, mitigación, compensación y seguimiento ambiental descritas en la presente Manifestación de Impacto Ambiental, incluyendo la delimitación de las áreas de intervención, el rescate y reubicación de ejemplares de flora y fauna cuando sea procedente, la restauración de las áreas temporalmente afectadas y el monitoreo del cumplimiento de las medidas ambientales, con la finalidad de mantener las condiciones ecológicas del sitio y prevenir impactos ambientales significativos.

Finalmente, el Proyecto se desarrollará en estricto cumplimiento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, su Reglamento en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, el Programa de Ordenamiento Ecológico de la Costa Norte de Bacalar y las demás disposiciones jurídicas aplicables, sujetándose al procedimiento de evaluación del impacto ambiental y a las autorizaciones emitidas por las autoridades competentes.

El Proyecto es compatible con la política ambiental y los criterios ecológicos establecidos para la Unidad de Gestión Ambiental TU-7, toda vez que las obras y actividades propuestas se ajustan a la vocación del territorio, incorporan medidas suficientes para prevenir, mitigar y controlar los impactos ambientales, promueven el aprovechamiento responsable del predio y garantizan el cumplimiento de la normatividad ambiental aplicable. En consecuencia, el Proyecto resulta ambientalmente viable y congruente con los objetivos de conservación y desarrollo sustentable previstos en el Programa de Ordenamiento Ecológico de la Costa Norte de Bacalar.

Tabla 2. 20. Criterios vinculantes de la UGA- Tu-7

Criterio	Vinculación
TA-01 La superficie no ocupada por la infraestructura turística podrá ser empleada para actividades de turismo alternativo y observación de la naturaleza que no requieran la construcción de infraestructura.	**Se cumple.** El proyecto concentra las obras e infraestructura dentro de la superficie de aprovechamiento autorizada, conservando el resto del predio con su cobertura vegetal natural. Las áreas no ocupadas corresponden a las áreas de conservación, no se realizarán actividades de turismo alternativo ni de observación de la naturaleza.
TA-02 Para llevar a cabo actividades recreativas, científicas o de turismo alternativo, deberá elaborarse un programa de manejo.	**No aplica.** El proyecto no contempla llevar a cabo actividades recreativas, científicas o turismo alternativo.
MA-02 La instalación de marinas sólo se permitirá en sitios donde el eje transversal de la laguna tenga una longitud mayor a 800m y sujeta a la autorización en materia de impacto ambiental.	**No aplica.** El proyecto no contempla la construcción, instalación u operación de marinas, muelles, atracaderos o cualquier otra infraestructura para embarcaciones. En consecuencia, este criterio no guarda relación con las obras y actividades propuestas.
MA-03 La instalación de marinas estará sujeta a la autorización en materia de impacto ambiental. La Manifestación de Impacto Ambiental deberá incluir los estudios específicos sobre: Levantamientos de secciones de playa o costa, Levantamiento Batimétrico y Estudio de Caracterización de la Diversidad Biológica. Los desarrollos en unidades cuya costa sea marina deberán presentar además los estudios sobre: Transporte Litoral y Estudio de Mareas.	**No aplica.** El proyecto no considera la instalación o ampliación de marinas ni infraestructura portuaria, por lo que no requiere la elaboración de los estudios específicos señalados en este criterio, tales como levantamientos batimétricos, estudios de transporte litoral, mareas o caracterización de la diversidad biológica asociada a obras portuarias
MA-04 La instalación de marinas deberá garantizar la calidad del agua y el mantenimiento de los procesos de transporte litoral.	**No aplica.** El proyecto no contempla la construcción, instalación u operación de marinas, muelles o cualquier otra infraestructura portuaria; por lo tanto, no modificará la calidad del agua ni los procesos hidrodinámicos asociados a cuerpos de agua, por lo que este criterio no guarda relación con las obras y actividades propuestas.
CG-02 Se prohíben los campos de golf.	**No aplica.** El proyecto no contempla la construcción, operación o ampliación de campos de golf, por lo que cumple con lo establecido en el presente criterio.

Criterio	Vinculación
Den-01 El número total de cuartos que es posible construir en un predio, se obtiene al multiplicar la densidad (cuartos por hectárea) asignada a la unidad de gestión ambiental en donde se encuentra el predio por la superficie total del mismo (hectáreas).	**Se cumple.** El proyecto cumple con la densidad máxima establecida para la Unidad de Gestión Ambiental correspondiente. El número de cuartos proyectado fue determinado con base en la superficie total del predio y en la densidad permitida por el Programa de Ordenamiento Ecológico, sin exceder los límites establecidos. La supeficie total del predio es de 999.25 m^2 que es equivalente a 0.09 ha, y de acuerdo con el Criterio Den-09 se permite la densidad de 18 cuartos por ha. Luego entonces al multiplicar 0.09 x 18 es igual a 1.62 cuartos, que redondeado a número entero corresponde a 2 cuartos.
Den-02 La densidad no podrá transferirse entre UGA´s ni entre predios	**Se cumple.** La densidad considerada para el desarrollo corresponde exclusivamente al predio donde se pretende ejecutar el proyecto, sin realizar transferencias de densidad provenientes de otros predios o Unidades de Gestión Ambiental.
Den-03 Se considera equivalente dos y medio cuartos de hotel con una vivienda residencial turística.	**Se cumple.** La capacidad del proyecto fue determinada considerando la equivalencia establecida para vivienda residencial turística, verificando que el desarrollo se mantenga dentro de la densidad permitida por el instrumento de ordenamiento
Den-04 La cuantificación del total de cuartos por predio incluye los cuartos hoteleros y las habitaciones del personal de servicio.	**Se cumple.** La cuantificación de los espacios habitacionales del proyecto se realizo conforme a los criterios establecidos
Den-09 Los desarrollos turísticos establecidos en esta área no excederán una densidad de 18 cuartos por hectárea.	**Se cumple.** El proyecto se mantiene dentro de los limites permitidos. El predio tiene superficie de 0.09 ha, por lo que la densidad otorgada es de 1.62 cuartos que redondeado a número entero es de 2 cuartos. Siendo que el proyecto es una residencia turísitca con dos habitaciones, es congruente y cumple con lo establecido en el presente criterio.
BM-02 Se prohíbe la ubicación de bancos de extracción de materia	**No aplica.** El proyecto no contempla la apertura, explotación o utilización de bancos de extracción de materiales pétreos.
BM-04 No se permite la extracción de arenas y materiales calizos no consolidados	**Se cumple.** Durante la preparación del sitio y construcción no se realizará la extracción de arena, sascab, materiales calizos no consolidados ni cualquier otro material pétreo del predio o de zonas aledañas, los materiales de construcción serán adquiridos con proveedores legalmente establecidos y autorizados
BM-08 No se permite el uso de bancos de extracción de material como rellenos sanitarios.	**No aplica** El proyecto no contempla el uso de bancos de extracción de materiales ni su aprovechamiento como sitios de disposición final de residuos.

Criterio	Vinculación
Man-01 Los caminos que se construyan sobre manglares deberán de realizarse sobre pilotes, en concordancia con lo dispuesto en la NOM-022-SEMARNAT-2003.	**No aplica** El predio donde se desarrollará el proyecto no presenta ecosistemas de manglar.
Man-04 Se permite el uso ecoturístico del manglar y los humedales para la contemplación de la naturaleza, paseos fotográficos y senderismo.	**No aplica** El proyecto no contempla actividades de turismo dentro de manglares o humedales, ni la construcción de infraestructura asociada a estos ecosistemas, debido a que no existe manglares dentro del área del proyecto
Man-05 En ningún caso se permitirá la disposición de aguas tratadas en el manglar.	**No aplica** El proyecto no se ubica sobre ecosistemas de manglar ni contempla la descarga o disposición de aguas residuales tratadas en este tipo de vegetación
Man-06 Las obras de ingeniería que se realicen sobre humedales deberán contar con autorización en materia de impacto ambiental. La Manifestación de Impacto Ambiental deberá considerar las acciones para garantizar el flujo y reflujo de agua superficial y subterránea dentro y entre los ecosistemas, apegándose a la NOM-022-SEMARNAT-2003.	**No aplica** El proyecto no contempla la construcción de obras de ingeniería sobre humedales o manglares ni la modificación de los flujos hidrológicos superficiales o subterráneos.
Gan-02 Se prohíbe la actividad ganadera en centros urbanos y turísticos.	**No aplica** El proyecto no contempla actividades pecuarias o ganaderas durante ninguna de sus etapas.
ZFMT-01 El ancho de los accesos vehiculares a la zona costera deberá tener como máximo 20 m incluyendo el derecho de vía.	**No aplica** El proyecto no contempla la construcción de accesos vehiculares hacia la zona federal marítimo terrestre ni obras que incidan sobre dicha área
ZFMT-02 En la realización de cualquier obra o actividad, deberá evitarse la obstrucción de los accesos actuales a la Zona Federal Marítimo Terrestre.	**No aplica** Las obras proyectadas no interfieren con accesos existentes a la zona federal marino terrestre ni restringen el libre transito
ZFMT-03 En la Zona Federal Marítima Terrestre sólo se permite la construcción de estructuras temporales, como palapas de madera o asoleaderos.	**No aplica** El proyecto no contempla la construcción de infraestructura dentro de la zona federal marítimo terrestre.
ZFMT-04 Todo proyecto de desarrollo en la zona costera, deberá contar con accesos públicos a la zona federal marítimo terrestre.	**No aplica**. El Proyecto no contempla obras dentro de la Zona Federal Marítimo Terrestre ni modifica los accesos existentes hacia ésta

Criterio	Vinculación
Fa-02 Las actividades que se realicen deberán poner énfasis en causar el menor impacto posible a poblaciones de especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2001.	**Se cumple.** Durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación se implementarán medidas de prevención y mitigación orientadas a minimizar los impactos sobre la flora y fauna silvestres. Previo al inicio de las obras se realizará el rescate y, en su caso, la reubicación de ejemplares de flora y fauna que pudieran resultar afectados, poniendo especial atención en las especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Asimismo, las actividades se limitarán a las áreas autorizadas, evitando afectaciones innecesarias a los hábitats presentes y favoreciendo la conservación de la biodiversidad.
Fa-03 Los desarrollos turísticos y habitacionales deberán garantizar la permanencia del hábitat y las poblaciones de cocodrilos (Crocodilus morelleti y Crocodilus acutus).	**Se cumple.** El Proyecto incorpora medidas de prevención orientadas a evitar afectaciones a la fauna silvestre y a sus hábitats. En caso de identificarse ejemplares de Crocodylus moreletii o Crocodylus acutus durante cualquiera de las etapas del desarrollo, se suspenderán las actividades en el área correspondiente y se avisará a la autoridad ambiental competente para la aplicación de las medidas de manejo que resulten procedentes. Asimismo, no se realizarán acciones que alteren o destruyan hábitats utilizados por estas especies.
MRS-01 Los asentamientos humanos y desarrollos turísticos deberán contar con un programa integral de reducción, separación y disposición final de desechos sólidos.	**Se cumple.** El Proyecto implementará un programa integral para el manejo de residuos sólidos, el cual incluirá acciones de reducción en la generación, separación desde el punto de origen, almacenamiento temporal y disposición final mediante el servicio autorizado por el municipio o empresas autorizadas, en cumplimiento de la legislación ambiental aplicable.
MRS-04 Los asentamientos humanos deberán contar con infraestructura para el acopio y manejo de desechos sólidos	**Se cumple.** El Proyecto contará con áreas e infraestructura destinadas al acopio temporal de los residuos sólidos generados durante las etapas de construcción y operación, garantizando su manejo adecuado hasta su recolección y disposición final por prestadores de servicios autorizados
MRS-05 Se deberá contar con áreas acondicionadas para almacenar temporalmente la basura inorgánica, para posteriormente trasladarla al sitio de disposición final.	**Se cumple.** Se habilitará un área específica para el almacenamiento temporal de residuos inorgánicos, la cual permanecerá delimitada y en condiciones adecuadas para evitar la dispersión de residuos o la generación de impactos ambientales. Posteriormente, éstos serán trasladados al sitio de disposición final autorizado por el municipio o mediante prestadores de servicios autorizados

Criterio	Vinculación
MRS-06 Los campamentos de construcción deberán contar con un sistema de colección de desechos sanitarios y sólidos para su posterior disposición en áreas autorizadas por el Municipio.	**Se cumple.** En caso de establecerse un campamento temporal durante la etapa de construcción, éste contará con sanitarios portátiles o instalaciones sanitarias adecuadas, así como con recipientes para la recolección de residuos sólidos, los cuales serán retirados y dispuestos en sitios autorizados por el municipio, evitando la contaminación del suelo y de los cuerpos de agua.
MRS-07 Se prohíbe la ubicación de rellenos sanitarios. En su lugar se promoverá la utilización de tecnologías alternativas para el manejo y disposición de la basura.	**No aplica.** El Proyecto no contempla la construcción u operación de rellenos sanitarios ni sitios de disposición final de residuos. Todos los residuos generados serán manejados conforme a un esquema de separación, almacenamiento temporal y entrega a prestadores de servicios autorizados para su aprovechamiento o disposición final, de acuerdo con la normatividad vigente.
MRS-08 El manejo de los residuos biológico-infecciosos se sujetará a lo dispuesto en la NOM-SEMARNAT-SSA1-2002.	**No aplica** Durante las etapas de construcción y operación del Proyecto no se prevé la generación de residuos peligrosos biológico-infecciosos derivados de actividades médicas, hospitalarias o de laboratorio
MRS-09 No se permite la quema de desechos vegetales producto del desmonte.	**Se cumple.** El Proyecto prohibe la quema de residuos vegetales generados durante la preparación del sitio. El material vegetal producto del desmonte será manejado conforme a la autorización correspondiente y a la normatividad ambiental aplicable, privilegiando su aprovechamiento, trituración o disposición final autorizada, evitando emisiones contaminantes y riesgos de incendios.
MRL-01 La construcción de obras e infraestructura para el drenaje pluvial deberá contemplar el máximo histórico de tormentas para la zona.	**Se cumple.** En el Capítulo 3 de la presente MIA-P se presenta y se describe la obtención del cálculo máximo histórico de tormentes así como se presenta el plano de trayectoría histórica de huracánes. Además en el Capítulo 1 se presenta el análsisi de capacidad de infiltración, el gasto pico pluvial (contemplando las máximas históricas) y el balance de almacenamiento y capacidad de regulación del terreno. Adicionalmente. el diseño del sistema de manejo de aguas pluviales del Proyecto considera las condiciones hidrológicas y climáticas de la zona, incorporando elementos que permitan el adecuado desalojo e infiltración de los escurrimientos pluviales, con el fin de evitar encharcamientos, procesos erosivos y afectaciones a la infraestructura durante eventos de precipitación extraordinaria, favoreciendo además la recarga natural del acuífero.

Criterio	Vinculación
MRL-02 Toda obra urbana, suburbana y turística deberá contar con drenaje pluvial y sanitario separados.	**Se cumple.** El Proyecto contempla sistemas independientes para el manejo de las aguas pluviales y de las aguas residuales sanitarias, evitando su mezcla y garantizando un manejo adecuado de cada una de ellas. El sistema pluvial permitirá conducir los escurrimientos de lluvia de manera controlada, favoreciendo la infiltración y evitando encharcamientos o procesos erosivos, mientras que las aguas residuales sanitarias serán conducidas mediante una red independiente hacia el sistema de disposición previsto para el Proyecto, en cumplimiento de la normatividad ambiental aplicable. Además, como parte de las ecotecnologías, se prevé la provisión de agua a través de la captación pluvial por un sistema localizado en la azotea.
MRL-03 Las plantas de tratamiento de aguas servidas deberán contar con un sistema que considere la estabilización, desinfección y disposición final de lodos de acuerdo con las disposiciones de la NOM-004-SEMARNAT-2002.	**Se cumple** El Proyecto contará tren de tratamiento integral con fase anaerobia compuesto por un tanque Imhoff y acoplados a una fase aerobia de pulido a traves de la planta doméstica (lodos activdados), y fase terciaria natural por humedal artificial como última fase de tratamiento tecnológico. Los lodos provenientes del sistema serán manejados y dispuestos por empresas autorizadas conforme a la normatividad ambiental aplicable. asi mismo los residuos sólidos serán separados, almacenados temporalmente y entregados a los prestadores de servicio autorizados para su disposición final
MRL-04 Se prohíbe la descarga de drenaje sanitario y desechos sólidos sin tratamiento en los cuerpos de aguas y zonas inundables.	**Se cumple** El Proyecto no realizará descargas de aguas residuales ni de residuos sólidos a cuerpos de agua o zonas inundables. Las aguas serán tratadas mediante el Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales (tanqe Imhoff, planta doméstica y un humedal artificial), mientras que los residuos sólidos serán manejados conforme a la legislación ambiental vigente
MRL-05 Queda prohibida la construcción de pozos de absorción para el drenaje doméstico como sistema único de tratamiento.	**Se cumple** El Proyecto no contempla el uso de pozos de absorción como sistema de disposición final de aguas residuales. estas serán tratadas mediante tanques IMHOFF complementada con un humedal artificial, garantizando un manejo adecuado.
MRL-06 Los desechos sólidos, el agua de sentinas y de los sistemas sanitarios de las embarcaciones sólo se dispondrán en muelles y marinas, mismos que contarán con el equipamiento de recepción, para su traslado a los sitios de tratamiento y disposición final	**No aplica** El Proyecto no contempla la operación de embarcaciones ni la construcción de muelles, marinas o infraestructura portuaria, por lo que no se generarán residuos asociados a actividades de navegación**.**

Criterio	Vinculación
Flo-02 Se deberá establecer por lo menos un vivero previo a la etapa de construcción o desarrollo del proyecto para el acopio, rescate y reproducción de la vegetación nativa, misma que será utilizado en reforestación, áreas jardineadas y en su caso restauración.	**Se cumple** Previo al inicio de las actividades de desmonte se implementarán las medidas de rescate de vegetación establecidas en la presente Manifestación de Impacto Ambiental. Los ejemplares de flora nativa susceptibles de ser conservados serán rescatados y mantenidos temporalmente en un área destinada para su resguardo, a fin de ser utilizados en las actividades de reforestación y restauración del Proyecto, conforme a las condicionantes que determine la autoridad ambiental.
Flo-03 Las áreas donde se mantenga la vegetación nativa dentro de los predios que sean empleados para la creación de desarrollos turísticos, estarán sujetas a conservación, mantenimiento y en su caso restauración, las que serán responsabilidad de los promoventes del desarrollo.	**Se cumple** El Proyecto conservará las áreas con vegetación nativa que no sean requeridas para la construcción de las obras, implementando acciones de protección, mantenimiento y, en caso necesario, restauración durante la vida útil del desarrollo, favoreciendo la conservación de las condiciones ecológicas del predio. El Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) preveé un Subprograma de Reforestación y Restauración Ecológica en áreas de Conservación.
Flo-05 El aprovechamiento de las hojas de las palmas Thrinax radiata (chit), Pseudophoenix sargentii (palma kuka), Coccotrinax readii (nakas), Chamaedorea seifrizii (xiat), Beaucarnea ameliae (despeinada) y demás plantas silvestres sólo se permitirá en las unidades de conservación, manejo y aprovechamiento de la vida silvestre (UMAS), autorizadas por la SEMARNAT.	**Se cumple** El Proyecto no contempla el aprovechamiento, extracción o comercialización de hojas, ejemplares o productos derivados de especies de flora silvestre. En consecuencia, se dará cumplimiento a este criterio, absteniéndose de realizar cualquier aprovechamiento fuera de las autorizaciones previstas por la legislación ambiental aplicable.
Flo-06 La decisión de la forma y tipo de reforestación en las áreas de conservación y protección, después de fenómenos naturales como fuego o ciclones y los antropogénicos, quedará a cargo de la SEMARNAT.	**Se cumple** En caso de que, derivado de fenómenos naturales o por disposición de la autoridad competente, sea necesaria la ejecución de acciones de restauración o reforestación, éstas se realizarán conforme a los lineamientos, especificaciones y autorizaciones que emita la SEMARNAT, empleando exclusivamente especies nativas de la región.
Flo-07 Los proyectos a desarrollar deberán garantizar la conectividad de la vegetación natural entre las colindancias de los predios para asegurar la permanencia y continuidad de las comunidades y poblaciones naturales y endémicas del área, así como la posibilidad de movilización de la fauna silvestre. Esta vegetación deberá estar distribuida en una retícula en todo el predio.	**Se cumple** El diseño del Proyecto considera la conservación de áreas libres con vegetación natural, permitiendo mantener la conectividad ecológica dentro del predio y con las áreas colindantes, favoreciendo el desplazamiento de la fauna silvestre y la continuidad de las comunidades vegetales presentes en la zona

Criterio	Vinculación
Flo-08 Previo al desmonte para la construcción de obras de ingeniería, se deberá llevar a cabo el rescate de ejemplares de flora y fauna susceptibles de ser reubicados. Una vez terminadas las obras, se deberán reforestar aquellas áreas afectadas por el proceso de construcción, (derechos de vías, caminos laterales, etc.), usando únicamente especies nativas, por lo que queda prohibido, para esta actividad, el uso del pino de mar (Casuarina equisetifolia), framboyán (Delonix regia), tulipán africano (Spathodea campanulata) y almendro (Terminalia cattapa).	**Se cumple** Antes del inicio de las actividades de desmonte se realizará el rescate y, en su caso, la reubicación de los ejemplares de flora y fauna susceptibles de ser afectados por el desarrollo del Proyecto, conforme a los programas de manejo y a las medidas de prevención y mitigación establecidas en la presente Manifestación de Impacto Ambiental. Asimismo, las áreas temporalmente intervenidas serán restauradas y reforestadas utilizando exclusivamente especies nativas de la región, evitando el empleo de especies exóticas o invasoras, en cumplimiento de este criterio. El Programa de Vigilancia Ambiental contempla un Subprograma de Auyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna, así como de Vegetación.
Flo-09 El trazo de las nuevas vialidades deberá respetar los árboles de al menos 30 cm de diámetro en concordancia con la evaluación de impacto ambiental correspondiente	**Se cumple** El proyecto contempla únicamente los accesos internos indispensables para su funcionamiento. durante la definición del trazo su conservará los ejemplares arbóreos de mayor diámetro que no interfieran con las obras autorizadas
Flo-10 Se promoverá la erradicación de las plantas exóticas perjudiciales a la flora nativa, particularmente el pino de mar (Casuarina equisetifolia), framboyán (Delonix regia), tulipán africano (Spathodea campanulata) y almendro (Terminalia cattapa). Se restablecerá la flora nativa	**Se cumple** En las áreas intervenidas se privilegiará la conservación y, en su caso la restauración con especies nativas de la región .si durante el sitio se identifican especies vegetales exóticas invasora, se promoverá su control o erradicación conforme a las recomendaciones de la autoridad ambiental, favoreciendo el restablecimiento de la vegetación nativa
Flo-11 Exclusivamente para áreas verdes jardinadas se permite el uso de especies exóticas cuya capacidad de propagación natural esté suprimida. (consultar lista en anexos)	**Se cumple** Las áreas de Conservación del proyecto se diseñarán privilegiando el uso de especies nativas. en caso de usarse especies exóticas, únicamente se utilizarán aquellas cuya capacidad de propagación natural se encuentra restringida, conforme a lo establecido por el programa de ordenamiento
Urb-01 Podrán establecerse estaciones de servicios relacionados con hidrocarburos (gasolineras), debiendo cumplir con la Reglamentación de Franquicias Tres Estrellas establecida por Petróleos Mexicanos (PEMEX).	**No aplica** El proyecto no contempla la construcción ni operación de estaciones de servicio, gasolineras o infraestructura para el almacenamiento y expendio de combustible
Urb-03 En áreas jardinadas públicas y privadas se emplearán plantas nativas, el uso de especies exóticas se restringirá a aquellas cuya capacidad de propagación natural esté suprimida. (Ver listado anexo "Especies Exóticas")	**Se cumple** El diseño del proyecto privilegiara el uso de especies vegetales nativas de la región
Ind-04 No se permitirá la instalación de industrias cementeras, bloqueras o similares.	**No aplica** El proyecto corresponde a un desarrollo habitacional y no contempla ese tipo de actividades

Criterio	Vinculación
Ind-05 No se permiten las instalaciones de infraestructura de la industria petroquímica, así como los depósitos de combustibles.	**No aplica** El proyecto no considera infraestructura petroquímica ni depósitos permanentes de combustibles
CyC-01 Los caminos que se realicen sobre zonas inundables deberán construirse de tal forma que garanticen los flujos hidrodinámicos, así como la integridad de los corredores biológicos.	**No aplica** El proyecto no contempla la construcción de caminos sobre zonas inundables
CyC-02 En las vialidades que atraviesan zonas de conservación o protección, deben existir reductores de velocidad y señalamientos de protección de la fauna.	**Se cumple.** El acceso a la residencia será peatonal desde la avenida principal, pasando por el área de conservación y llegando hacia el acceso a la planta baja; y como se presentó en el Capítulo 1 el proyecto contempa una zona de conservación en el acceso del proyecto, sin embargo las condiciones biofísicas actuales del terreno presentan discontinuidades naturales en el dosel y un espaciamiento libre entre los fustes arbóreos, además se prevee dar mantenimiento y mejora en el área de conservación con actividades de "sokoleo" . Esta configuración morfológica permite actualmente el tránsito peatonal y configura una vía de acceso preexistente apta para el paso confinado de vehículos utilitarios tipo camionetas pick-up y maquinaria ligera de bajo impacto (tales como minicargadores tipo Bobcat y retroexcavadoras de dimensiones reducidas), sin que esto implique la afectación, poda o derribo de individuos arbóreos nativos, ya que el paso se realizará zigzagueante y dependiendo de esta configuración morfológica y localización de árboles y arbustos. De esta manera no se construirá una vialidad en esta zona de conservación, sin embargo se colocará la señalética de protección de fauna, la restricción de velocidad a un máximo de 10 km/hr, y los reductores de velocidad. Estas acciones serán monitoreadas a través del Programa de Vigilancia Ambiental establecido en el Capítulo 4 de la presentea MIA-P.
CyC-03 En la construcción o rehabilitación de caminos costeros deberán utilizarse materiales que permitan la filtración de agua al subsuelo.	**No aplica** El proyecto no contempla la construcción o rehabilitación de caminos costeros
CyC-04 Los caminos de acceso al cuerpo de agua deberán ser evaluados y aprobados a partir de la correspondiente Manifestación de Impacto Ambiental.	**No aplica** El proyecto no considera la construcción de caminos de acceso a cuerpos de agua
CyC-05 En las orillas de caminos rurales, más allá del derecho de vía, no se permite el derribe de árboles y arbustos.	**Se cumple** Las actividades de desmonte se limitarán exclusivamente al área autorizada para el desarrollo del proyecto, evitando cualquier afectación a la vegetación ubicada fuera de los límites de intervención

Criterio	Vinculación
CyC-06 Los taludes y bordes en caminos se deberán estabilizar con vegetación nativa.	**Se cumple** En caso de generarse taludes durante la construcción, estos serán estabilizados mediante cobertura vegetal con especies nativas de la región, disminuyendo el riesgo de erosión
IBS-01 Las subestaciones eléctricas deberán situarse fuera de los asentamientos humanos y observar las normas establecidas por la Comisión Federal de Electricidad.	**No aplica.** El Proyecto no contempla la construcción de subestaciones eléctricas.
IBS-02 Las instalaciones de depósitos de combustibles se ubicarán por lo menos a 5 Km. de los límites máximos de crecimiento de los asentamientos habitacionales.	**No aplica.** El Proyecto no contempla depósitos permanentes para almacenamiento de combustibles.
IBS-03 Se permite la instalación de infraestructura básica y de servicios, previa autorización en materia de impacto ambiental.	**Se cumple** El Proyecto contempla únicamente la infraestructura básica necesaria para su funcionamiento y se desarrollará previo cumplimiento de las autorizaciones ambientales que resulten aplicables. El presente documento corresponde a la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Particular (MIA-P), la cual se somete formalmente al Procedimiento de Evaluación del Impacto Ambiental (PEIA) ante la autoridad competente para su correspondiente evaluación y autorización. En estricto apego al principio de prevención ambiental y al Artículo 35 BIS 3 de la LGEEPA (así como el Artículo 37 de la LEEPA Quintana Roo), el promovente se compromete expresamente a no realizar ningún tipo de obra civil, preparación del sitio, desmonte o instalación de infraestructura básica y de servicios, hasta en tanto no se cuente con la Autorización en Materia de Impacto Ambiental y los permisos, licencias o anuencias correspondientes emitidos por las autoridades de los tres órdenes de gobierno.
Cons-03 Se permite la construcción de vivienda residencial turística.	**Se cumple** El Proyecto corresponde a una vivienda residencial turística compatible con los usos permitidos dentro de la UGA TU-7.
Cons-04 Todo desarrollo deberá conservar el 60% de la superficie total del terreno en estado natural.	**Se cumple** El Proyecto considera un aprovechamiento de 378.78 m^2 correspondiente al 37.91% de la superficie total del tpredio, conservando 620.45 m^2 y que corresponden al 62.09% restante con cobertura natural, cumpliendo con este criterio (ver Figura 2. 3 y Tabla 2. 12).
Cons-05 Cualquier abandono de actividad deberá presentar al menos con tres meses de anticipación, un programa de restauración de sitio.	**Se cumple** En caso de abandono definitivo del Proyecto, se presentará ante la autoridad competente el programa de restauración correspondiente, conforme a la normatividad aplicable.

Criterio	Vinculación
Cons-06 En los proyectos de desarrollo deberá dejarse una franja mínima de 20m de amortiguamiento con vegetación sin desmontar alrededor de los ecosistemas excepcionales. Se consideran como ecosistemas excepcionales: manglares, selva bien y medianamente conservada, playas, duna, cenotes, cavernas, rejolladas, etc. (articulado de LEEGEPA).	**Se cumple** El proyecto contempla dos áreas de conservación, la primera localizada a partir de la zona lagunar y la franja de 20 m; y la segunda se localiza entre la vialidad y el acceso a la residencia, correspondiente a las 20 m de amortiguamiento de vegetación sin desmontar (ver Figura 2. 3).
Cons-08 En áreas sujetas a inundaciones, la infraestructura deberá construirse sobre pilotes, garantizando el flujo laminar del agua.	**Se cumple** Como se describe en el Capítulo 1 en el inciso 1.4.4. de Ubicación y dimensiones del proyecto, el nivel Sótano transita geométricamente por el sector de la vaguada, la ingeniería del proyecto contempla estructuras cimentadas sobre pilotes o muros de contención perimetrales calculados para no interrumpir el flujo subsuperficial ni subyacente. La ubicación de los pilotes será diseñada a partir de realizar el estudio geotécnico (mecánica de suelos), una vez autorizada la presente MIA-P.
Cons-09 Para toda obra que se realice deberán tomarse las medidas preventivas o correctivas necesarias para el manejo y la disposición de grasas, aceites, emisiones atmosféricas, hidrocarburos y ruido provenientes de la maquinaria en uso en las etapas de preparación de sitio, construcción y operación.	**Se cumple** Durante todas las etapas del Proyecto se implementarán medidas para prevenir la contaminación por grasas, aceites, combustibles, emisiones atmosféricas y ruido provenientes de maquinaria y equipo.
Cons-10 Al finalizar la obra deberá removerse el campamento y sus componentes.	**Se cumple** Al concluir la etapa de construcción se retirará completamente el campamento temporal y se restaurarán las áreas ocupadas.
Cons-11 El almacenamiento y manejo de materiales de construcción deberá evitar la dispersión de polvos fugitivos.	**Se cumple** Los materiales de construcción serán almacenados adecuadamente, se colocarán mantas protectoras y cuando sea necesario, se aplicarán medidas de humectación para controlar la dispersión de polvos.
Cons-12 Los campamentos de construcción deberán contabilizarse en la superficie total de desplante del proyecto, ubicados preferentemente en áreas perturbadas como potreros y acahuales jóvenes, nunca sobre humedales o zona federal marítimo terrestre.	**Se cumple** En caso de instalarse un campamento temporal, éste se ubicará dentro del área autorizada del Proyecto y su superficie se considerará dentro del desplante total.

Criterio	Vinculación
Cons-13 Las edificaciones en las zonas costeras no deberán rebasar los 20 metros de altura desde el nivel de terreno natural. Se exceptúan de este criterio los faros.	**Se cumple** Como se explica en el Capítulo 1, y utilizando el análisis del Modelo Digital del Terreno junto con las Curvas de Nivel y el emplazamiento del Plan Maestro, la residencia tendrá la altura máxima de 13.00 m la cual se mide desde el terreno natural en la zona más baja y es donde se localiza la piscina (zona de ascenso inicial). En la zona más alta (meseta) donde se localiza la entrada a la residencia, contará con una altura de 7.95 m. Por lo que no rebasa los 20 m de altura con respecto al nivel del terreno. Esto se puede corroborar con el corte transversal arquitectónico del diseño del proyecto (ver Figura 2. 9).
Cons-14 Los proyectos sólo podrán desmontar las áreas destinadas a la construcción y vías de acceso en forma gradual de conformidad al avance de este.	**Se cumple** El desmonte se realizará de forma gradual, conforme debido a que el proyecto conforme al avance de las obras limitándose únicamente a las áreas autorizadas
Cons-15 Las edificaciones en las zonas no costeras que excedan las 2 plantas o los 10 metros de altura, deberán sustentarse en estudios específicos de características físicas del suelo y el potencial de disolución cárstica.	**Se cumplen ambos criterios** Debido a que el proyecto contempla un edificio de dos niveles con sótano, su diseño estructural se sustentará en los estudios geotécnicos (mecánica de suelos) correspondientes, considerando las características físicas del terreno y el potencial de disolución kárstica. Además, se realizó el cálculo de capacidad de infiltración para soportar técnicamente que la construcción del sótano no altera el flujo pluvial y se garantiza la integridad de la estructura de la edificación.
Cons-16 Se prohíbe la obstrucción y modificación de escurrimientos pluviales	
AA-01 Se prohíbe la extracción de agua de cenotes y afloramientos de caudales subterráneos	**Se cumple** El proyecto no contempla la extracción de agua de cenotes ni de afloramientos naturales
AA-02 Para el aprovechamiento extractivo de los acuíferos se deberán presentar los estudios relacionados con la demanda, abasto, calidad de agua y el impacto ambiental causado por la explotación.	**No aplica** El proyecto no contempla el aprovechamiento extractivo del acuífero mediante pozos de abastecimiento
AA-05 No se permite captación de agua subterránea para la transferencia de esta unidad a otra.	**No aplica** El proyecto no considera la extracción ni trasferencia de agua subterránea hacia otras unidades de gestión
CoCo-01 Se deberá captar y recuperar los aceites, grasas, combustibles y otro tipo de hidrocarburos vertidos en el agua para su reciclamiento o disposición final.	**Se cumple** Durante la construcción se implementarán procedimientos para prevenir derrames de aceites, grasas y combustibles. en caso de presentarse algún derrame accidental este será contenido de forma inmediatamente, evitando cualquier afectación al suelo y agua

Criterio	Vinculación
CoCo-03 Sólo se permite el uso de bronceadores y bloqueadores solares de tipo biodegradable.	**Se cumple** Durante la etapa de operación del Proyecto se promoverá entre los usuarios y visitantes el uso de bloqueadores y bronceadores biodegradables, con la finalidad de prevenir la contaminación de los cuerpos de agua y contribuir a la conservación de la calidad ambiental de los ecosistemas acuáticos presentes en la región
ZLC-01 Las acciones tendientes a establecer medidas para el control de la erosión en la zona costera estarán sujetas a autorización en materia de impacto ambiental.	**No aplica.** El Proyecto no contempla obras para el control de la erosión costera ni intervenciones sobre el litoral, por lo que este criterio no resulta aplicable.
ZLC-02 No se permiten los dragados, espigones, la apertura de canales o cualquier obra o acción que modifique el contorno del litoral.	**No aplica.** El Proyecto no contempla dragados, espigones, apertura de canales ni obras que modifiquen el contorno del litoral o alteren las condiciones naturales de cuerpos de agua.
ZLC-03 Se permite la construcción de muelles ó atracaderos, piloteados o flotantes, solamente con materiales temporales y autorizados por la SEMARNAT y SCT. La Manifestación de Impacto Ambiental deberá incluir los estudios específicos sobre: Levantamientos de secciones de playa o costa, Levantamiento Batimétrico y Estudio de Caracterización de la Diversidad Biológica. Los desarrollos en unidades cuya costa sea marina deberán presentar además los estudios sobre: Transporte Litoral y Estudio de Mareas.	**No aplica**. El Proyecto no considera la construcción de muelles, atracaderos o cualquier otra infraestructura para embarcaciones, por lo que este criterio no resulta aplicable.
ZLC-04 No se permitirá la remoción de la vegetación acuática de lagunas, ríos y zona federal marítimo terrestre.	**No aplica** El Proyecto no contempla la remoción de vegetación acuática ni la realización de obras dentro de cuerpos de agua o de la Zona Federal correspondiente. Las actividades se limitarán al interior del predio, evitando cualquier afectación a la vegetación acuática y a los ecosistemas asociado
AN-03 Para todas las actividades náuticas, los promotores deberán elaborar reglamentos de operación que minimicen los impactos ambientales. Dichos reglamentos serán sancionados por la SEDUMA	**No aplica** El Proyecto no contempla la prestación de servicios ni el desarrollo de actividades náuticas, por lo que no se requiere la elaboración de un reglamento de operación para este tipo de actividades

Criterio	Vinculación
Ecoex-01 Queda prohibida la construcción de infraestructura en ecosistemas vulnerables o de alto valor escénico, cultural o histórico que se localicen en las áreas destinadas al desarrollo turístico y urbano.	**Se cumple** Previo al diseño y desarrollo del Proyecto se realizó la evaluación de las características ambientales del predio, determinándose que las obras se ubicarán fuera de ecosistemas vulnerables o de alto valor escénico, cultural o histórico sujetos a protección especial. Asimismo, el Proyecto se desarrollará exclusivamente dentro del área autorizada, implementando medidas de prevención y mitigación para evitar afectaciones al entorno natural y garantizando el cumplimiento de los criterios establecidos en el Programa de Ordenamiento Ecológico de la Costa Norte de Bacalar.

2.3.7.3.1 Altura del proyecto

En la Figura 2. 9, se presenta el corte arquitecnónico del proyecto donde se presenta que la altura del proyecto, demostrando que la altura máxima será de 13 m sobre nivel de terreno natural, midiendo desde la zona mas baja donde se localiza la piscina y en la zona mas alta y que corresponde a la entrada de la residencia, contará con una altura de 7.95 m sobre nivel de terreno natural.

Figura 2. 9. Corte arquitectónico del proyecto



2.3.7.3.2 Análisis de Capacidad de infiltración.

El análisis del Modelo Digital de Terreno (MDT) y la configuración de las curvas de nivel permiten identificar de manera muy precisa la configuración del terreno, y como se presentó anteriormente se presenta una zona alta o meseta, una zona intermedia con un ascenso que recae en una depresión con altura de 6.6 msnm, una zona de ascenso hacia la laguna.

Figura 2. 10. Perfil del terreno sobre el modelo digital

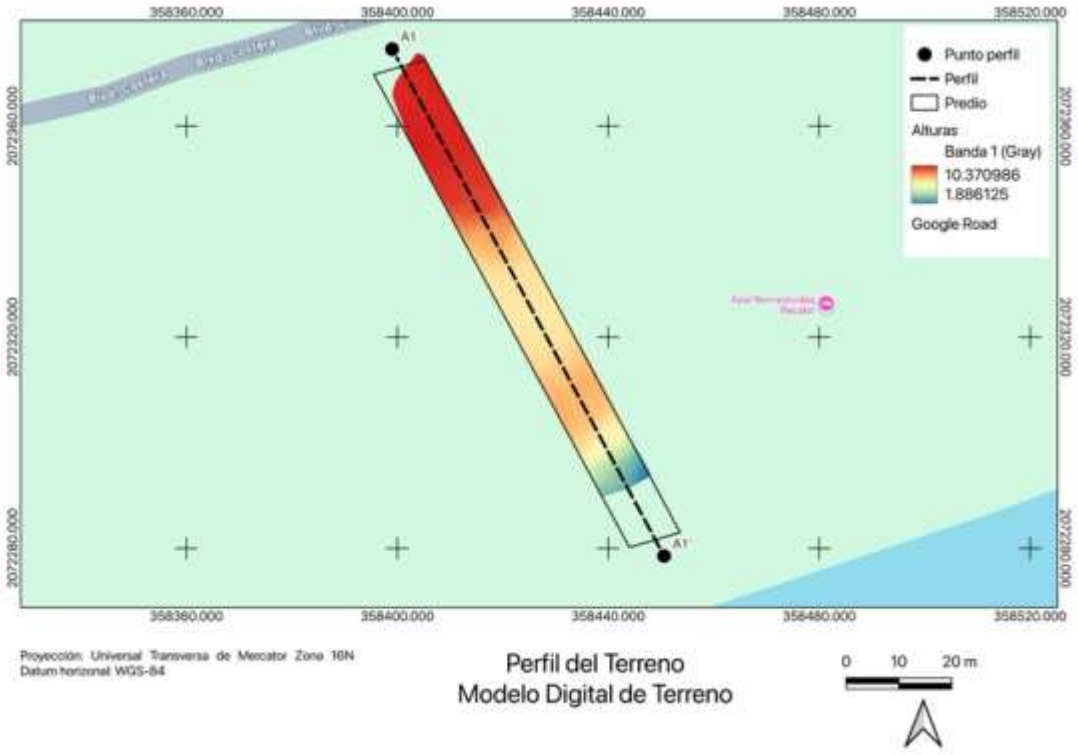
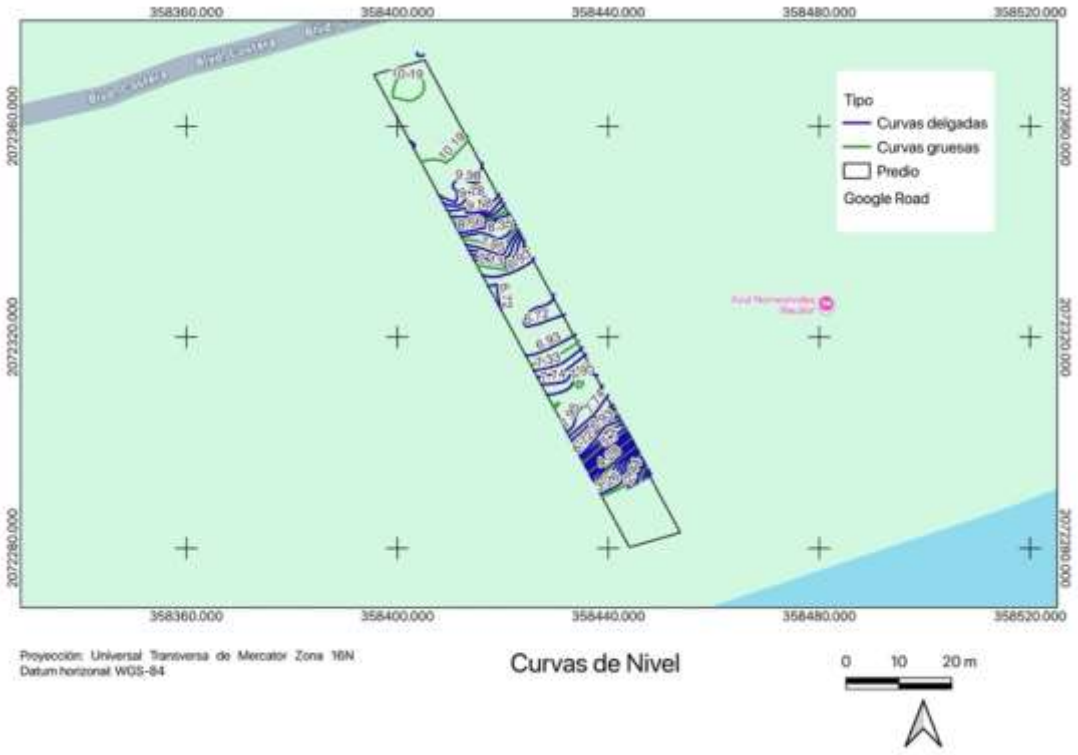


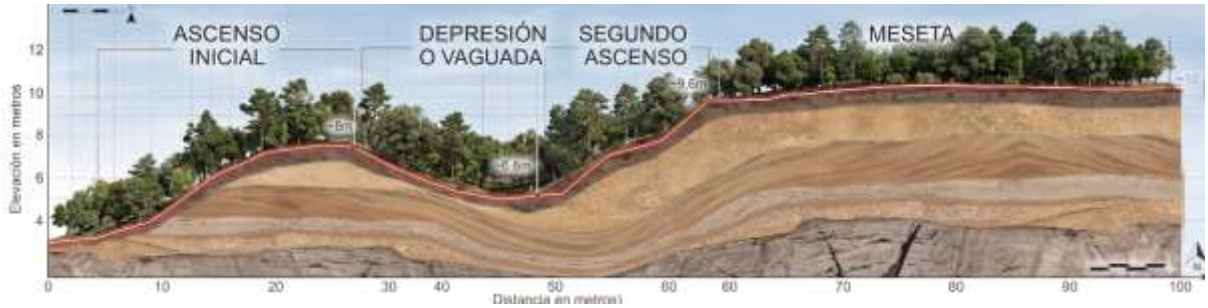
Figura 2. 11. Curvas de nivel en el polígono del predio



La morfología e hipsometría de la depresión se configura de la siguiente manera:

- Puntos de Aportación Alta (Zonas de Recarga Externa): El predio recibe aportaciones pluviales desde dos frentes topográficos contrapuestos. El frente norte (Meseta Superior), estabilizado en la cota de los 10 m, y el frente sur (Cresta del Ascenso Inicial), que alcanza una cota de 8 m.
- Zona de Convergencia (Vaguada): Las curvas de nivel muestran una gradiente convergente hacia el centro del predio. La cota desciende de manera abrupta desde los 9.6 m (metro 62) y desde los 8 m (metro 24) hasta una cota de fondo mínima de 6.6 m entre los metros 35 y 45 del trazo longitudinal.
- Dinámica del Flujo Pluvial: Al presentarse un evento hidrometeorológico, el agua de lluvia precipitada sobre las zonas altas es conducida por gravedad (escorrentía superficial) hacia la hondonada central. Debido a que el predio está flanqueado por dos elevaciones, esta vaguada funciona como un vaso de regulación natural temporal antes de que el agua se infiltre al subsuelo o se desplace lateralmente de acuerdo con el gradiente regional.

Figura 2. 12. Perfil del terreno



El acuífero de la Península de Yucatán, y específicamente la cuenca circundante a la Laguna de Bacalar, presenta una litología kárstica de alta permeabilidad. Bajo este contexto, las depresiones topográficas o vaguadas constituyen zonas de vulnerabilidad hidrogeológica intrínseca, ya que actúan como áreas naturales de captación, amortiguamiento pluvial e infiltración directa hacia el manto freático.

Para evitar cualquier tipo de alteración de la hidrodinámica local, el proyecto "BACALAR LOGOON CLUB " ha descartado por completo la práctica tradicional de nivelación, relleno masivo o canalización artificial de la hondonada. En su lugar, el diseño aplica un principio de arquitectura adaptativa y de bajo impacto mediante las siguientes consideraciones técnicas:

Preservación de la Capacidad de Infiltración: La vaguada central ha sido integrada formalmente como un Área de Conservación Interna (Jardín Interior). Al mantener esta zona libre de desplante de concreto o cimentaciones impermeables, se garantiza que el coeficiente de infiltración natural

del suelo no sea modificado, permitiendo que el agua pluvial continúe su curso hacia el acuífero sin generar inundaciones aguas arriba ni desecación del suelo.

Diseño en Suspensión / Escalado del Sótano: Si bien el nivel Sótano transita geométricamente por el sector de la vaguada, la ingeniería del proyecto contempla estructuras cimentadas sobre pilotes o muros de contención perimetrales calculados para no interrumpir el flujo subsuperficial ni subyacente. La edificación "cruza" la depresión respetando la morfología del terreno natural.

Prevención de Riesgos Hidrológicos Sinérgicos: Al no rellenar la vaguada, se evita la redirección caótica de escorrentías superficiales hacia los predios colindantes o un incremento súbito en la velocidad de descarga hacia la zona lagunar costera, lo cual prevendría procesos de erosión hídrica o lavado de sedimentos que pudieran afectar los microhábitats de estromatolitos en la laguna.

Conclusión del Manejo Hidrológico: El componente de conservación de la vaguada funciona como una medida de mitigación preventiva in situ. Cumple de forma simultánea con la continuidad del ciclo hidrológico local y con los criterios de sustentabilidad que demanda la normatividad ambiental vigente para el Estado de Quintana Roo, demostrando la viabilidad técnica del desarrollo en perfecta coexistencia con las limitantes físicas del relieve de la zona.

Para demostrar técnicamente que se garantiza la preservación de la capacidad de infiltración, la no alteración al flujo pluvial y se garantiza la integridad de la estructura de la edificación se presentan los siguientes dos cálculos numéricos:

- Cálculo del Coeficiente de Escurrimiento (Ce): Demostrar matemáticamente que el Ce del predio en su etapa de operación se mantendrá cercano al estado pre-desarrollo, debido a que el 62.09% del terreno se queda como suelo natural permeable.
- Sistema de Captación Pluvial: Indicar que las techumbres de la Planta Alta contarán con bajantes pluviales dirigidos explícitamente hacia el jardín de la vaguada, acelerando la recarga natural y evitando verter aguas limpias al sistema de drenaje sanitario o al Boulevard Costero.

El coeficiente de escurrimiento (Ce) representa la fracción de la lluvia que se transforma en escorrentía superficial. Varía entre 0.0 (infiltración total) y 1.0 (impermeabilidad absoluta). De acuerdo con las especificaciones de diseño y las tablas de áreas:

Área de Aprovechamiento / Desplante (A_1): 378.78m^2 (37.91%). Al ser zonas edificadas y pavimentadas, se les asigna un $Ce_1 = 0.90$ (impermeable).

Área de Conservación Natural (A_2): 620.45m^2 (62.09%). Al mantenerse como suelo kárstico natural con vegetación forestal / jardín, se le asigna un $Ce_2 = 0.15$ (alta infiltración).

Área Total del Predio (A_T): 999.23m^2.

Ecuación del Coeficiente Ponderado (SCT, 2000; CONAGUA, 2019):

$$Ce_{ponderado} = \frac{(A_1 x Ce_1) + (A_2 x Ce_2)}{A_T}$$

Sustitución y Resultados:

$$Ce_{ponderado} = \frac{(378.78m^2 x 0.90) + (620.45m^2 x 0.15)}{999.23m^2}$$

$$Ce_{ponderado} = \frac{(340.90) + (93.07)}{999.23} = \frac{433.97}{999.23}$$

$$Ce_{ponderado} = 0.434$$

Interpretación Técnica: El Ce resultante de **0.434** demuestra que, a pesar del desarrollo inmobiliario, el 56.6% del volumen total de agua precipitada en el predio continuará infiltrándose de manera natural, mitigando significativamente la generación de caudales pico hacia la laguna.

Estimación del Gasto Pico Pluvial (Q) en la Vaguada

Para justificar el dimensionamiento del jardín interior de la vaguada como vaso de regulación, calculamos el caudal máximo instantáneo que recibirá de acuerdo con la fórmula del Método Racional (Aparicio Mijares, 2010; Chow et al., 1994):

$$Q = \frac{C\ x\ I\ x\ A}{360}$$

- Q= Caudal o Gasto Pico
- C= Coeficiente de escurrimiento ponderado (0.434)
- I = Intensidad de la lluvia (mm/h). Para la zona costera de Bacalar, considerando un periodo de retorno (Tr) de 10 años para proyectos residenciales y una duración igual al tiempo de concentración, se utiliza una intensidad crítica promedio de 120mm/h.
- A= Área de la vaguada aportante en hectáreas. El predio total tiene 999.23m^2, lo que equivale a 0.09 ha.

Sustitución y Resultados:

$$Q = \frac{0.434x120mm/hx0.09ha}{360}$$

$$Q = \frac{5.2028}{360}$$

$$Q = \frac{0.0144m^3}{s}\ (equivalente\ a\ 14.45\ litros\ por\ segundo)$$

Balance de Almacenamiento y Capacidad de Regulación de la Vaguada

La vaguada central funciona como una celda de bio-retención natural. Evaluamos si el área asignada en el diseño arquitectónico es suficiente para amortiguar este caudal

Volumen Aportado por Tormenta Crítica ($V_{tormenta}$): Asumiendo una tormenta severa con una duración de 30 minutos (1800 s):

$$V_{tormenta} = Q\ x\ t = 0.0144\frac{m^3}{s}x\ 1800\ s = 26.01\ m^3$$

Capacidad de Almacenamiento Geométrico de la Vaguada: De acuerdo con la descripción del relieve, la vaguada se extiende entre los metros ~24 y ~48 (longitud de 24m), y tiene un ancho promedio del predio que estimamos en unos 10m (dado el polígono alargado de 100m de largo por superficie de 999.25 m^2 totales). La profundidad media de la hondonada respecto a sus crestas es de aproximadamente 1.4m (bajando de la cota 8m a la 6.6m).

Considerando la geometría cóncava (aproximada a un prisma triangular invertido para el almacenamiento libre):

$$V_{almacenamiento} = \frac{Longitud\ x\ Ancho\ x\ Profundidad}{2}$$

$$V_{almacenamiento} = \frac{24m\ x\ 10m\ x\ 1.4m}{2} = 168.0\ m^3$$

Conclusión del Balance Hidrológico: **La capacidad de almacenamiento físico de la depresión natural (168.0m^3) supera por más de 6 veces el volumen generado por una tormenta crítica de diseño (26.01m^3)**. Esto demuestra numéricamente que la vaguada no sufrirá desbordamientos ni afectará estructuralmente al sótano, operando eficientemente como un sistema urbano de drenaje sostenible *in situ* (Chow et al., 1994; CONAGUA, 2019).

2.3.8 Planes y Programas de Desarrollo

Los instrumentos de planeación del desarrollo constituyen el mecanismo a través del cual se sistematizan las prioridades públicas y se articulan las políticas gubernamentales, integrando, conforme al mandato constitucional, las necesidades y expectativas expresadas por los distintos sectores sociales. Su función no se limita a establecer objetivos programáticos, sino que fija las líneas estratégicas que orientan la actuación de los gobiernos federal, estatal y municipal durante el periodo correspondiente.

Si bien su contenido tiene naturaleza rectora para la autoridad que los emite, al definir metas, ejes de acción y criterios de intervención pública, dichos planes también representan un referente indispensable para evaluar la coherencia de proyectos específicos con el modelo de desarrollo adoptado en cada ámbito territorial. En ese sentido, el análisis efectuado en el presente capítulo acredita que el Proyecto guarda congruencia con los instrumentos de planeación vigentes que resultan aplicables.

En particular, se desarrolla la vinculación del Proyecto con los planes y programas de desarrollo correspondientes al ámbito federal, al estado de Quintana Roo y al municipio de Bacalar , con el propósito de demostrar que las obras y actividades propuestas se alinean con los objetivos estratégicos en materia ambiental, de desarrollo regional y de fortalecimiento de las actividades productivas prioritarias, asegurando su compatibilidad con las directrices establecidas para la entidad y el municipio.

2.3.8.1 Plan Estatal de Desarrollo del Estado de Quintana Roo 2023–2027

El Plan Estatal de Desarrollo del Estado de Quintana Roo 2023–2027 constituye el instrumento rector de la planeación del desarrollo estatal, elaborado por el Poder Ejecutivo del Estado con fundamento en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Quintana Roo y la legislación estatal en materia de planeación. Dicho instrumento establece los objetivos, estrategias y líneas de acción que orientan las políticas públicas para impulsar un desarrollo económico, social y ambientalmente sostenible en la entidad.

El Plan se estructura en diversos ejes estratégicos orientados a fortalecer el bienestar de la población, promover un crecimiento económico ordenado, impulsar el desarrollo urbano sostenible y garantizar la protección, conservación y aprovechamiento responsable de los recursos naturales. Asimismo, reconoce la importancia de consolidar un modelo de desarrollo que permita equilibrar el crecimiento económico con la preservación del patrimonio ambiental del estado.

En materia ambiental, el Plan establece como prioridades el fortalecimiento del ordenamiento territorial, la conservación de la biodiversidad, la protección de los ecosistemas, el

aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, la gestión integral de los residuos, la adaptación y mitigación ante el cambio climático y el cumplimiento de la legislación ambiental aplicable en el desarrollo de obras y actividades.

El Proyecto “BACALAR LAGOON CLUB “, consistente en la construcción y operación de una casa habitación de tres niveles con dos habitaciones y amenidades, entre las que se incluyen restaurante, alberca, bar, sala de juegos y áreas de estar, se vincula con los objetivos y estrategias del Plan Estatal de Desarrollo al promover un desarrollo compatible con la vocación del territorio y con los instrumentos de ordenamiento ecológico vigentes. Su diseño considera un aprovechamiento del 40 % de la superficie total del predio, conservando el 60 % restante como áreas libres, lo que favorece la permanencia de la cobertura vegetal y contribuye a mantener las condiciones ambientales del sitio.

Durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación se implementarán medidas de prevención, mitigación y control ambiental orientadas a minimizar los impactos sobre el suelo, la vegetación, la fauna silvestre y el paisaje. Asimismo, se realizará el manejo integral de los residuos generados, el control de emisiones de polvo y ruido, el uso eficiente del agua y el cumplimiento de las medidas ambientales establecidas en la presente Manifestación de Impacto Ambiental, así como de las autorizaciones que emitan las autoridades competentes.

Adicionalmente, el Proyecto contribuirá al desarrollo económico del municipio mediante la generación de empleos directos e indirectos durante las etapas de construcción y operación, promoviendo la contratación de mano de obra y la adquisición de bienes y servicios locales, fortaleciendo la economía de la región sin comprometer la conservación de los recursos naturales.

Finalmente, el Proyecto se desarrollará en estricto cumplimiento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, sus reglamentos, el Programa de Ordenamiento Ecológico de la Costa Norte de Bacalar y las demás disposiciones jurídicas aplicables, obteniendo previamente las autorizaciones correspondientes, incluyendo la autorización en materia de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, cuando ésta resulte procedente.

se concluye que el Proyecto es congruente con los objetivos, estrategias y líneas de acción establecidos en el Plan Estatal de Desarrollo del Estado de Quintana Roo 2023–2027, al promover un desarrollo ordenado, ambientalmente responsable y compatible con la vocación del territorio, incorporando medidas para la protección de los recursos naturales, la prevención y mitigación de impactos ambientales, el cumplimiento de la normatividad vigente y el fortalecimiento del desarrollo económico y social del municipio de Bacalar.

2.3.9 Normas Oficiales Mexicanas

Ley Federal sobre Metrología y Normalización (LFMN) menciona distintos tipos de normas oficiales mexicanas, entre las que encontramos las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) y las Normas Mexicanas (NMX). Sólo las normas NOM son de uso obligatorio en su alcance. Las normas NMX expresan una recomendación de parámetros o procedimientos.

A continuación, se presenta una vinculación de las Normas Oficiales directamente aplicables al Proyecto.

Tabla 2. 21. Vinculación del Proyecto con las Normas Oficiales Mexicanas de aplicación general.

NORMA OFICIAL MEXICANA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
RESIDUOS	
NOM-052-SEMARNAT-2005, Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.	**SE CUMPLE** Los residuos peligrosos que se generen recibirán el tratamiento que refiere la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su reglamento. Asimismo, se contará con un Programa de Manejo Integral de Residuos,
NOM-054-SEMARNAT-1993, Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos.	**SE CUMPLE** Se tomarán en cuenta esos criterios para evitar la mezcla de residuos en los sitios de almacenamiento temporal.
NOM-161-SEMARNAT-2011, Que establece los criterios para clasificar los residuos de manejo especial y determinar cuáles están sujetos a plan de manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de planes de manejo	**SE CUMPLE** El Programa de Manejo Integral de Residuos planteado, se elaboró con observancia y apego a la referida norma NOM-061-SEMARNAT-2011.
RUIDO	
NOM-076-SEMARNAT-2012, Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos no quemados, monóxido de carbono y óxidos de carbono y óxidos de nitrógeno provenientes del escape, así como de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y otros combustibles alternos y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos nuevos en planta.	**SE CUMPLE** La maquinaria y vehículos de transporte estarán sometidos a un programa constante de mantenimientos preventivos programados, de acuerdo a la utilización de los mismos, lo que permitirá que se encuentren en buenas condiciones, y con esto contar con la máxima disponibilidad y utilidad de este equipo y de igual forma, minimizar al máximo las emisiones. .
NOM-077-SEMARNAT-1995, Que establece el procedimiento de medición para la verificación de los niveles de emisión de la opacidad del humo proveniente del escape de los vehículos automotores en circulación que usan diésel como combustible.	**SE CUMPLE** La maquinaria y vehículos de transporte estarán sometidos a un programa constante de mantenimientos preventivos programados, de acuerdo con la utilización de los mismos, así como de verificaciones vehiculares, lo que permitirá que se encuentren en buenas condiciones, y con esto contar con la máxima disponibilidad y utilidad de este equipo
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.	**SE CUMPLE** El Proyecto verificará que los equipos que participen en las labores de preparación del sitio y construcción cumplan con los parámetros establecidos en la Norma en cuestión.
NOM-081-SEMARNAT-1994, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.	**SE CUMPLE** Se le dará mantenimiento a la maquinaria, para que estas estén en buen estado y no emitan ruido que rebasen los límites; estableciendo también mecanismos para verificar que se está dentro del rango de emisión permisible.

NORMA OFICIAL MEXICANA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
NOM-085-SEMARNAT-2011, Contaminación atmosférica-Niveles máximos permisibles de emisión de los equipos de combustión de calentamiento indirecto y su medición.	**SE CUMPLE** La operación de la maquinaria respetará los niveles de emisión que señala la NOM-085-SEMARNAT-2011.
SUELO	
NOM-138-SEMARNAT-SSA1-2012, Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación.	**SE CUMPLE** Durante la operación del Proyecto se pueden suscitar derrames de combustibles debido a fallas o accidentes en maquinarias o recipientes; debido a esto, se consideran estrategias de acción en atención contingencias, así como el almacenamiento temporal y disposición final de los residuos, así como aquellos que se generen en la limpieza del derrame, por empresas acreditadas ante la autoridad correspondiente.
FLORA Y FAUNA	
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.	**SE CUMPLE** Se realizará un estudio detallado de caracterización del sitio que permita verificar si existen o no especies listadas en esta norma, y las especies que se encuentre, constituirán la base del diseño del Programa de Rescate, Reubicación y Conservación de Recursos Bióticos, por lo que se dará un adecuado manejo de las especies señaladas en la norma, si se llegasen a encontrar en el predio. Asimismo, en una tabla posterior se detallará el cumplimiento a esta NOM y las especies enlistadas que se encuentran en el predio del Proyecto.
NOM-022-SEMARNAT-2003, Que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar.	El proyecto no contempla el aprovechamiento en humedales costeros en zonas de manglar. Lo anterior se sustenta con base en el estudio realizado en campo y con el conjunto de datos vectoriales de la Serie VII del INEGI, se demuestra que la vegetación de la Región Ecológica es una Vegetación Secundaria Arbórea derivada de Selva Mediana Subperennifolia, por lo que no existen manglares ni ningun tipo de humedales en la Región Ecológica ni en el predio del Proyecto (ver Figura 2. 4).
INSTALACIONES ELÉCTRICAS	
NOM-001-SEDE-2005, Utilización de instalaciones eléctricas	**SE CUMPLE** Se cumplirán las especificaciones técnicas de las instalaciones eléctricas del Proyecto, proveyendo las condiciones necesarias de seguridad para el personal y la infraestructura presente.

NORMA OFICIAL MEXICANA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
NOM-002-SEDE-2010, Requisitos de seguridad y eficiencia energética para transformadores de distribución	**SE CUMPLE** Se verificará el cumplimiento de esta norma precio a la selección y adquisición de los transformadores que se utilizarán en el Proyecto.
EMISIONES A LA ATMÓSFERA	
NOM-041-SEMARNAT-2006, Límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.	**SE CUMPLE** La maquinaria y vehículos de transporte estarán sometidos a un programa constante de mantenimientos preventivos programados, de acuerdo con la utilización de los mismos, así como de verificaciones vehiculares, lo que permitirá que se encuentren en buenas condiciones, y con esto contar con la máxima disponibilidad y utilidad de este equipo
NOM-042-SEMARNAT-2003, 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	**SE CUMPLE** La maquinaria y vehículos de transporte estarán sometidos a un programa constante de mantenimientos preventivos programados, de acuerdo a la utilización de los mismos, así como de verificaciones vehiculares, lo que permitirá que se encuentren en buenas condiciones, y con esto contar con la máxima disponibilidad y utilidad de este equipo
NOM-044-SEMARNAT-2006, Límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales, hidrocarburos no metano, monóxido de carbono, óxidos 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 a 3,857 kilogramos equipadas con este tipo de motores	**SE CUMPLE** La maquinaria y vehículos de transporte estarán sometidos a un programa constante de mantenimientos preventivos programados, de acuerdo a la utilización de los mismos, así como de verificaciones vehiculares, lo que permitirá que se encuentren en buenas condiciones, y con esto contar con la máxima disponibilidad y utilidad de este equipo
NOM-045-SEMARNAT-2006, que establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diésel o mezclas que incluyan diésel como combustible.	**SE CUMPLE** La maquinaria y vehículos de transporte estarán sometidos a un programa constante de mantenimientos preventivos programados, de acuerdo con la utilización de estos, así como de verificaciones vehiculares, lo que permitirá que se encuentren en buenas condiciones, y con esto contar con la máxima disponibilidad y utilidad de este equipo
NOM-048-SEMARNAT-1993, Niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono y humo, provenientes del escape de las motocicletas en circulación que utilizan gasolina o mezcla de gasolina-aceite como combustible	**SE CUMPLE** La maquinaria y vehículos de transporte estarán sometidos a un programa constante de mantenimientos preventivos programados, de acuerdo con la utilización de estos, así como de verificaciones vehiculares, lo que permitirá que se encuentren en buenas condiciones, y con esto contar con la máxima disponibilidad y utilidad de este equipo

NORMA OFICIAL MEXICANA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
SEGURIDAD E HIGIENE LABORAL	
NOM-001-STPS-2008, Edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo-Condiciones de seguridad e higiene.	**SE CUMPLE** Durante el tiempo que duren los trabajos relacionados a la construcción y puesta en marcha del proyecto, se contará con las condiciones adecuadas para prevenir riesgos a los trabajadores.
NOM-002-STPS-2010, Condiciones de seguridad Prevención, protección y combate de incendios en los centros de trabajo.	**SE CUMPLE** Durante el desarrollo del proyecto, se tendrá especial cuidado en supervisar las condiciones de seguridad para evitar situaciones de riesgo que puedan ocasionar incendios, además se contará con los extintores de acuerdo con el tipo de fuego que pueda ocasionarse.
NOM-017-STPS-2008, Relativa al equipo de protección personal para los trabajadores en los centros de trabajo.	**SE CUMPLE** El personal que laborara deberá de contar con equipo de protección personal de acuerdo con las actividades que realice en el proyecto, dando cumplimiento a la norma.
NOM-025-STPS-2008, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo.	**SE CUMPLE** Se dispondrá de un sistema de iluminación en las instalaciones, para permitir la operación y el mantenimiento. El diseño de la iluminación incluirá requerimientos para casos de emergencia
NOM-003-SEGOB-2002, Señales y Avisos para Protección Civil. Colores, formas y símbolos a utilizar.	**SE CUMPLE** Durante la etapa de construcción y operación, los criterios de esta norma se cumplirán, colocando señalización conforme a la misma.

2.3.9.1 NOM-059-SEMARNAT-2010

Esta norma tiene por objeto el 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.

Las disposiciones de esta norma son de observancia obligatoria en todo el Territorio Nacional, para las personas físicas o morales que promuevan la inclusión, exclusión o cambio de las especies o poblaciones silvestres en alguna de las categorías de riesgo que se establecen en el documento.

Como se indica en esta Manifestación de Impacto Ambiental, dentro del Sistema Ambiental del Proyecto no se ubicó ninguna especie de flora Para dar cumplimiento a esta Norma Oficial Mexicana, la promovente realizó un estudio detallado de caracterización de la zona, en la que no se encontraron alguna de las especies listadas en este ordenamiento.

2.3.10 Áreas Naturales Protegidas

El Artículo 3 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente define a las Áreas Naturales Protegidas como zonas del territorio nacional y 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.

Asimismo, el artículo 44 de la misma Ley establece límites adicionales para aquellas personas que, siendo titulares de derechos de dominio o posesión sobre predios al interior de dichas áreas naturales, pretendan desarrollar obras u actividades de la misma naturaleza. Estas restricciones implican para el desarrollador sujetarse a las normas y preceptos que establezcan los Decretos a través de los que se constituyan las Áreas Naturales respectivas, así como a las disposiciones contenidas en los programas de manejo correspondientes.

Figura 2. 13. Ubicación del Proyecto respecto a las ANP's más cercanas.

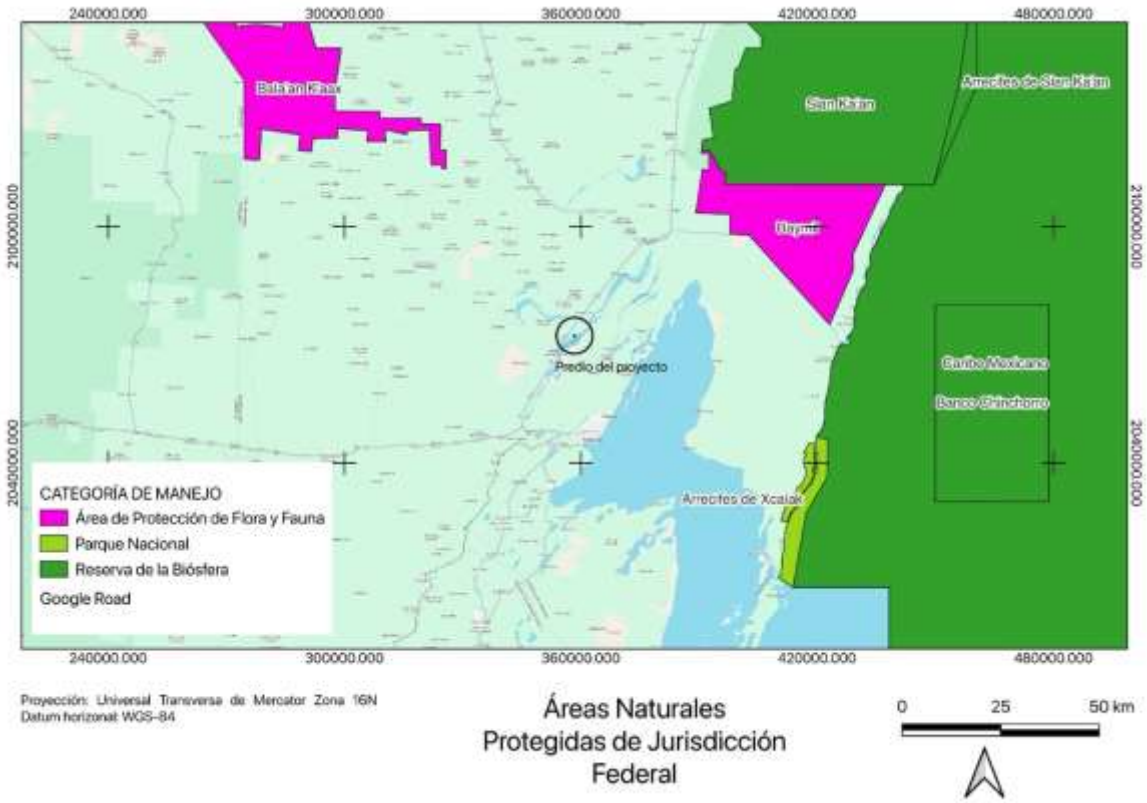
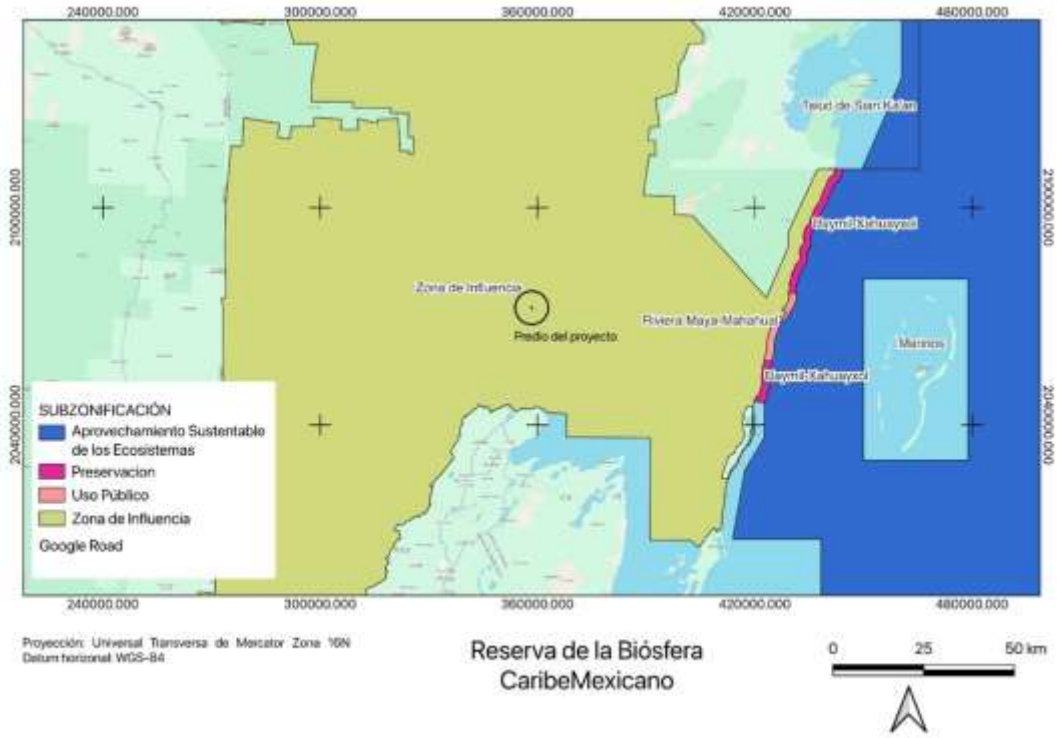


Tabla 2. 22. Reserva de la Biosfera del Caribe Mexicano



2.3.10.1 Reserva de la Biósfera "Caribe Mexicano" (RB-CM)

Tabla 2. 23. Vinculación del proyecto con el Decreto del ANP RB-CM

PRECEPTO	VINCULACIÓN
ARTÍCULO PRIMERO. Se declara área natural protegida, con el carácter de reserva de la biosfera, la región conocida como Caribe Mexicano, localizada en los municipios de Isla Mujeres, Benito Juárez, Tulum y frente a las costas de Puerto Morelos, Solidaridad, Cozumel, Bacalar y Othón P. Blanco, en el Estado de Quintana Roo, con una superficie total de 5,754,05536-31.60 hectáreas (cinco millones setecientas cincuenta y cuatro mil cero cincuenta y cinco hectáreas, treinta y seis áreas, treinta y una punto sesenta centiáreas), de las cuales 5,725,465-8657.50 hectáreas (cinco millones setecientas veinticinco mil cuatrocientas sesenta y cinco hectáreas, ochenta y seis áreas, cincuenta y siete punto cincuenta centiáreas) corresponden a la porción marina y 28,589-49-74.10 hectáreas (veintiocho mil quinientas ochenta y nueve hectáreas, cuarenta y nueve áreas, setenta y cuatro punto	El Proyecto consiste en la construcción y operación de una residencia turística con dos niveles y un sótano, ubicada en un predio de 999.23 m², en la UGA TU-7 de la Costa Norte de Bacalar, municipio de Bacalar, Quintana Roo. Si bien el municipio forma parte del ámbito territorial considerado en el Decreto de la Reserva de la Biósfera Caribe Mexicano, el predio donde se desarrollará el Proyecto se ubica fuera de los límites de dicha Área Natural Protegida, por lo que no ocupa zonas núcleo ni zonas de amortiguamiento de la Reserva. Asimismo, el Proyecto no contempla obras o actividades en ecosistemas marinos, zona federal marítimo terrestre, arrecifes, pastos marinos, manglares o cualquier otro ambiente protegido por el Decreto. Durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación se implementarán medidas de prevención, mitigación y manejo ambiental para evitar impactos indirectos sobre los ecosistemas de

diez centiáreas) corresponden a la porción terrestre. El área natural protegida presenta seis zonas núcleo con una superficie total de 1,932,648-48-79.18 hectáreas (un millón novecientas treinta y dos mil seiscientas cuarenta y ocho hectáreas, cuarenta y ocho áreas, setenta y nueve punto dieciocho centiáreas), mientras que la zona de amortiguamiento queda comprendida por 3,821,406-87-52.42 hectáreas (tres millones ochocientas veintiún mil cuatrocientas seis hectáreas, ochenta y siete áreas, cincuenta y dos puntos cuarenta y dos centiáreas).	la región, garantizando el cumplimiento de la legislación ambiental vigente. En consecuencia, se concluye que el Proyecto es compatible con el Decreto de creación de la Reserva de la Biósfera Caribe Mexicano, al no contravenir sus objetivos de conservación ni afectar los ecosistemas protegidos.

2.3.10.2 Regionalización de la CONABIO

De conformidad con la información generada por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), el esquema de Regionalización para la Conservación de la Biodiversidad constituye una herramienta técnica que identifica áreas del territorio nacional con alto valor ecológico, biológico y ambiental, cuya conservación resulta prioritaria debido a su riqueza de especies, grado de endemismo, representatividad de ecosistemas y relevancia para el mantenimiento de los procesos ecológicos.

Este esquema comprende las Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP) y Regiones Marinas Prioritarias (RMP), las cuales sirven como referencia para la planeación ambiental y la evaluación de proyectos susceptibles de generar impactos sobre la biodiversidad.

Del análisis cartográfico realizado para el presente estudio se determinó que el proyecto se localiza en el municipio de Bacalar, Quintana Roo, dentro de una región que presenta una alta importancia ambiental debido a la presencia del sistema lagunar de Bacalar y de diversos ecosistemas característicos del sur del estado, los cuales constituyen elementos relevantes para la conservación de la biodiversidad regional.

En atención a las características del sitio y a la sensibilidad ambiental de la región, el Proyecto fue diseñado bajo criterios de bajo impacto ambiental, limitando la ocupación del terreno al 40 % de la superficie total del predio (999.23 m²) y conservando aproximadamente el 60 % restante con cobertura vegetal natural, en cumplimiento de los criterios establecidos por el Programa de Ordenamiento Ecológico de la Costa Norte de Bacalar.

Asimismo, el Proyecto contempla la implementación de medidas de prevención, mitigación y manejo ambiental orientadas a reducir los impactos derivados de las etapas de preparación del sitio, construcción y operación, entre las que destacan el rescate y protección de flora y fauna silvestre, el manejo integral de residuos sólidos, el control de emisiones de polvo y ruido, la protección del suelo y la conservación de las áreas naturales no destinadas a la construcción.

De igual manera, el Proyecto no contempla actividades extractivas, industriales, agropecuarias, mineras o de aprovechamiento intensivo de recursos naturales, ni prevé obras que modifiquen de manera significativa la dinámica hidrológica, los procesos ecológicos o la conectividad de los ecosistemas presentes en el área de influencia.

Con base en lo anterior, se concluye que el Proyecto es compatible con los objetivos de conservación considerados en la Regionalización de la CONABIO, toda vez que las obras y actividades propuestas no representan una afectación significativa para las regiones prioritarias identificadas en el área de influencia y se desarrollarán bajo criterios de prevención, conservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, en estricto apego a la legislación ambiental vigente.

2.3.10.3 Áreas Prioritarias para la Conservación de las Aves (AICAS)

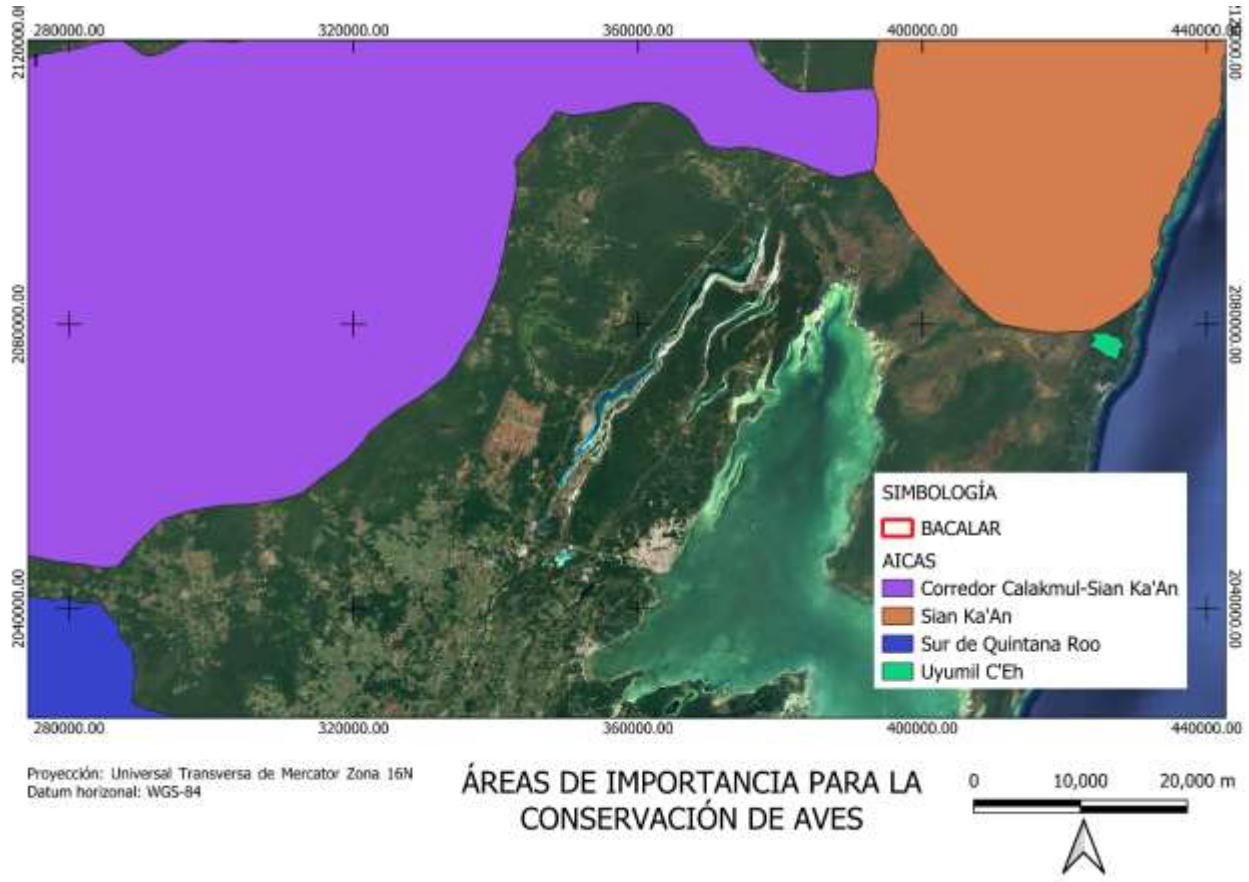
El programa de las AICA'S surgió como una idea conjunta de la Sección Mexicana del Consejo Internacional para la preservación de las aves (CIPAMEX) y BirdLife International. Inició con apoyo de la Comisión para la Cooperación Ambiental de Norteamérica (CCA) con el propósito de crear una red regional de áreas importantes para la conservación de las aves.

Cada área o AICA contiene una descripción técnica que incluye descripción biótica y abiótica, un listado avifaunístico que incluye las especies registradas en la zona, su abundancia (en forma de categorías) y su estacionalidad en el área. El listado completo incluye un total 230 áreas, que incluyen más de 26,000 registros de 1,038 especies de aves (96.3% del total de especies para México según el American Ornithologist's Union). Adicionalmente, se incluye en al menos un área, al 90.2% de las especies listadas como amenazadas por la ley Mexicana (306 de 339 especies) y al 100 % de las especies incluidas en el libro de Collar et al. (1994, Birds to Watch 2). De las 95 especies endémicas de México (Arizmendi y Ornelas en prep.) todas están registradas en al menos un área.

Entre los propósitos de este programa se destacan los siguientes:

- Ser una herramienta para los sectores de toma de decisiones que ayuden a normar criterios de priorización y de asignación de recursos para la conservación.
- Ser una herramienta de difusión que sea utilizada como una guía para fomentar el turismo ecológico tanto a nivel nacional como internacional.
- Ser un documento de renovación periódica que permita fomentar la cooperación entre los ornitólogos y los aficionados a las aves, para lograr que este documento funja siempre como una fuente actualizada de información.

Figura 2. 14. Ubicación del predio con respecto de las AICA



2.3.10.4 Prioritarios para la Conservación

La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) ha identificado diversas regiones del país como Sitios Prioritarios para la Conservación, con el propósito de orientar acciones de protección, conservación, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. Estas regiones fueron definidas con base en criterios de biodiversidad, riqueza de especies, representatividad de ecosistemas, presencia de endemismos, conectividad ecológica y estado de conservación de los ambientes naturales.

Derivado del análisis cartográfico realizado, se determinó que el proyecto se localiza en el municipio de Bacalar, Quintana Roo, dentro de una región de importancia ambiental por la presencia del sistema lagunar de Bacalar y de ecosistemas que albergan una importante diversidad biológica, razón por la cual las obras y actividades propuestas fueron diseñadas considerando criterios de prevención, mitigación y conservación ambiental.

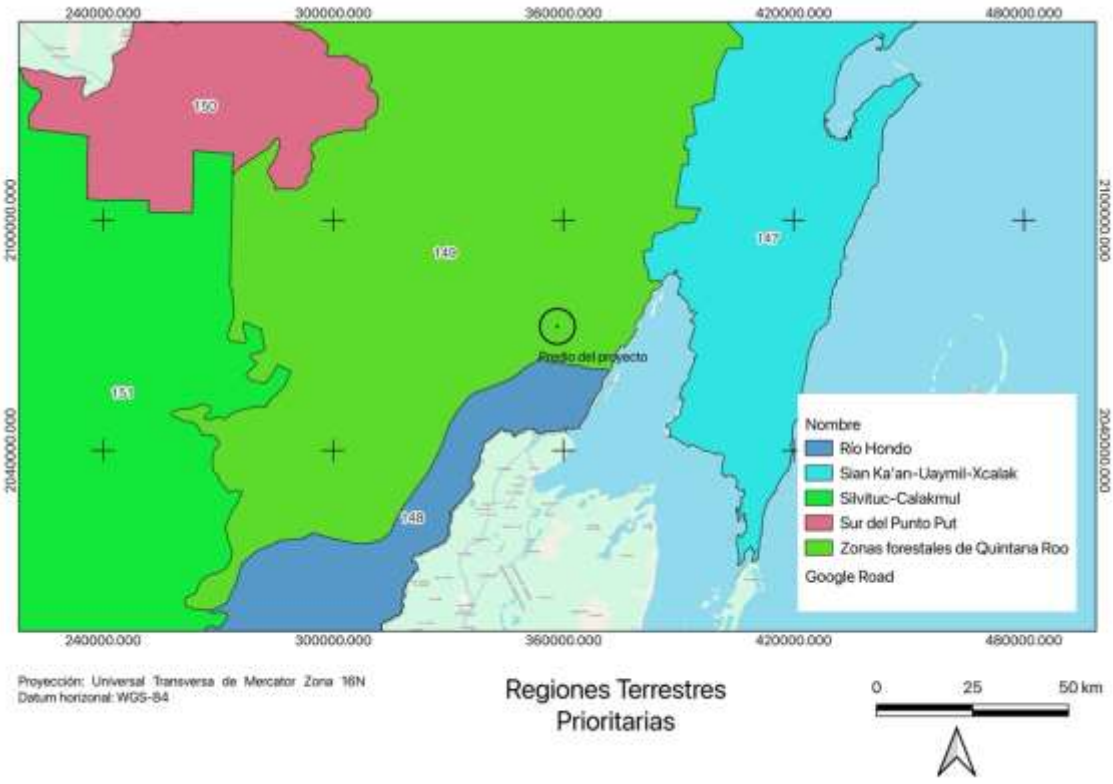
El proyecto consiste en la construcción y operación de una casa habitación de tres niveles con dos habitaciones y áreas complementarias, en un predio con una superficie de 999.23 m², manteniendo un 40 % de aprovechamiento y conservando el 60 % restante del predio en estado natural, conforme a los criterios establecidos por el Programa de Ordenamiento Ecológico de la Costa Norte de Bacalar. Asimismo, durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación se implementarán medidas para la protección del suelo, la vegetación y la fauna

silvestre, el rescate y reubicación de ejemplares de flora y fauna cuando sea necesario, el manejo integral de los residuos sólidos, el control de emisiones de polvo y ruido, así como acciones encaminadas a evitar la contaminación del suelo y del acuífero.

Las actividades propuestas no implican el aprovechamiento extractivo de recursos naturales, la introducción de especies exóticas, la fragmentación significativa de hábitats, la alteración de los procesos hidrológicos ni modificaciones relevantes a los ecosistemas presentes en el área de influencia, por lo que no se prevé una afectación significativa a los atributos que motivaron la identificación de esta región como prioritaria para la conservación.

En virtud de lo anterior, se concluye que el Proyecto es compatible con los objetivos de conservación establecidos por la CONABIO para las regiones prioritarias presentes en el área de influencia, al incorporar medidas de prevención, mitigación y protección ambiental que favorecen la conservación de la biodiversidad y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, en cumplimiento de la legislación ambiental vigente.

Figura 2. 15. Ubicación del predio respecto a los RTP



2.3.11 Sitios RAMSAR

La Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional, especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas, conocida como Convención Ramsar, fue adoptada en la ciudad de Ramsar, Irán, el 2 de febrero de 1971, con el propósito de promover la conservación y el uso racional de los humedales mediante acciones locales, nacionales e internacionales que

contribuyan al desarrollo sostenible. México es Parte Contratante de esta Convención desde 1986 y cuenta con diversos humedales inscritos en la Lista de Humedales de Importancia Internacional.

En el estado de Quintana Roo destaca el Sitio Ramsar Laguna de Bacalar (Sitio Ramsar No. 1369), reconocido por su importancia ecológica debido a la presencia del sistema lagunar de Bacalar, humedales asociados, selvas y una elevada diversidad biológica. Este sitio constituye un hábitat fundamental para numerosas especies de flora y fauna silvestres y desempeña funciones ecológicas esenciales, como la regulación hidrológica, la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de los servicios ecosistémicos.

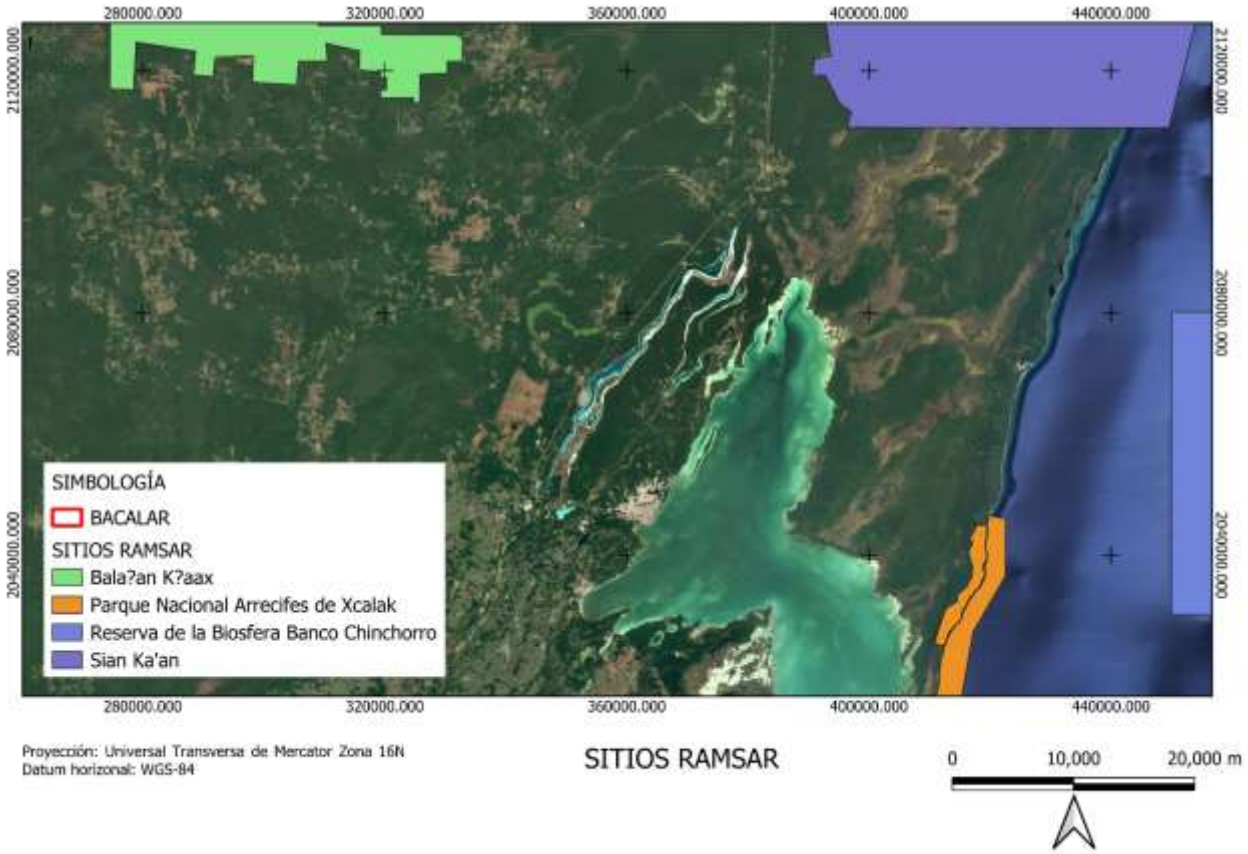
Debido a la proximidad del sitio Ramsar, el diseño del Proyecto considera medidas orientadas a prevenir y minimizar impactos ambientales, entre las que destacan la conservación del 60 % de la superficie del predio en estado natural, el manejo adecuado de los residuos sólidos, la implementación de medidas para evitar la contaminación del suelo y del acuífero, el control de emisiones de polvo y ruido durante la construcción, así como la protección y, en su caso, el rescate de ejemplares de flora y fauna silvestre.

Asimismo, el Proyecto no contempla actividades que impliquen el relleno, desecación o modificación de humedales, la remoción de manglares, el aprovechamiento extractivo de recursos naturales, la descarga directa de aguas residuales al sistema lagunar ni obras que alteren la dinámica hidrológica del sitio Ramsar, por lo que no se prevén afectaciones significativas a los atributos ecológicos que motivaron su designación como Humedal de Importancia Internacional.

Con lo que el Proyecto es compatible con los objetivos de conservación y uso racional establecidos por la Convención Ramsar, al incorporar medidas de prevención, mitigación y protección ambiental que contribuyen a la conservación de los humedales, la biodiversidad y los servicios ecosistémicos asociados al Sitio Ramsar Laguna de Bacalar, en cumplimiento de la legislación ambiental aplicable.

En la siguiente figura se presenta la localización de los Sitios RAMSAR más cercanos al proyecto:

Figura 2. 16. Sitios RAMSAR cercanos al Proyecto.



Del análisis efectuado se concluye que el proyecto "BACALAR LAGOON CLUB", consistente en la construcción y operación de una casa habitación de tres niveles con dos habitaciones y áreas complementarias, cumple con el marco jurídico, normativo y de política ambiental aplicable en materia de protección al ambiente, conservación de los recursos naturales, ordenamiento ecológico y desarrollo sustentable, sin identificarse disposición legal que prohíba o restrinja su desarrollo en el predio donde se pretende establecer, siempre que se dé cumplimiento a las medidas de prevención, mitigación y a las autorizaciones que correspondan.

Asimismo, se acredita que el proyecto es compatible con las políticas, objetivos, criterios y lineamientos establecidos en los instrumentos de planeación y ordenamiento ecológico aplicables.

El proyecto “BACALAR LAGOON CLUB” no contempla actividades extractivas, industriales, agropecuarias intensivas, portuarias o de aprovechamiento intensivo de los recursos naturales, ni obras que impliquen una alteración significativa de los procesos ecológicos o de la dinámica hidrológica del sitio. Durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación se implementarán medidas de prevención y mitigación ambiental, entre las que destacan el manejo integral de residuos sólidos, el control de emisiones de polvo y ruido, la protección del suelo, el rescate y protección de flora y fauna silvestres cuando resulte procedente, así como acciones para prevenir la contaminación del acuífero y conservar las condiciones ambientales del predio.

De igual manera, el proyecto promueve un aprovechamiento responsable del territorio mediante un desarrollo habitacional de baja densidad, compatible con las características ambientales de la Costa Norte de Bacalar y orientado a minimizar los impactos sobre la biodiversidad y los recursos naturales presentes en el área de influencia.

Asimismo, se acredita que el proyecto se desarrollará con estricto apego a la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, su Reglamento en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, la Ley General de Vida Silvestre, la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, la legislación ambiental del Estado de Quintana Roo, las Normas Oficiales Mexicanas aplicables, la Convención Ramsar, los criterios establecidos por la CONABIO y los demás instrumentos de política ambiental y ordenamiento ecológico vigentes aplicables al proyecto.

En consecuencia, con base en la vinculación jurídica, territorial y ambiental realizada, se concluye que el proyecto "BACALAR LAGOON CLUB" es jurídica y ambientalmente viable, al ser compatible con los objetivos de conservación, protección ambiental y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales establecidos para la Costa Norte de Bacalar. Asimismo, cumple con los criterios, lineamientos y disposiciones de los instrumentos legales y de planeación analizados, por lo que reúne las condiciones técnicas y jurídicas necesarias para su evaluación y, en su caso, autorización en materia de impacto ambiental por parte de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

“BACALAR LAGOON CLUB”

MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD P



PROMOVENTE: UBR: JC S.A DE C.V

TABLA DE CONTENIDO DEL CAPÍTULO 3

3.1 INTRODUCCIÓN 4
3.2 REGIÓN ECOLÓGICA 6
3.2.1 Delimitación de la Región Ecológica del Proyecto 8
3.2.2 Caracterización y Análisis de la Región Ecológica 9
3.3 ASPECTOS ABIÓTICOS 11
3.3.1 Clima 11
3.3.2 Tipo de clima 13
3.3.3 Climatología e hidrología superficial: dinámica pluviométrica crítica 16
3.3.4 Precipitación 18
3.3.5 Geología 19
3.3.6 Litología 20
3.3.7 Edafología 21
3.3.8 Provincia Fisiográfica 22
3.3.9 Subprovincia Fisiográfica 23
3.3.10 Región Hidrológica Administrativa 24
3.3.11 Region Hidrológica 26
3.4 ASPECTOS BIÓTICOS 28
3.4.1 Vegetación 28
Análisis de la composición del estrato vegetal 31
3.4.2 Metodología del muestreo y análisis de la información 32
3.4.3 Estratificación 34
3.4.4 Área Basal 36
3.4.5 Composición De Especies 37
3.4.6 Densidad Absoluta 38
3.4.7 Densidad Relativa, Dominancia Relativa, Frecuencia Relativa Y Valor De Importancia Ecológica 39
3.4.8 Índice De Diversidad 40
3.4.9 Fauna 43
3.4.10 Paisaje 44
3.5 ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS 44
3.5.1 Contexto regional 44
3.5.2 Localización y demografía 46
3.5.3 Vivienda 48
3.5.4 Salud y seguridad social 49

3.5.5 Educación 50
3.5.6 Urbanización y vías de comunicación 50
3.5.7 Aspectos económicos 53

4 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL Y CONCLUSIONES 55

CAPITULO 3 DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA

En cumplimiento con las disposiciones de los Artículos 28 y 30 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), y el Artículo 12 de su Reglamento en Materia de Impacto Ambiental (REIA), la empresa, UBR: JC, SA DE CV, en adelante La Promovente, solicita a su H. Autoridad la evaluación y autorización del Proyecto BACALAR LAGOON CLUB, en adelante denominado como El Proyecto, en materia de impacto ambiental.

3.1 INTRODUCCIÓN

El Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Impacto Ambiental (REIA) señala en su Artículo 12 fracción IV que en la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad particular se deberá describir la Región Ecológica y señalar la problemática del área de influencia del proyecto. En cumplimiento a lo anterior, en este capítulo se describe, caracteriza y presenta el diagnóstico de la Región Ecológica (RE) del proyecto BACALAR LAGOON CLUB (en adelante El Proyecto). Asimismo, y con fundamento en bases científicas y técnicas, se identifican, describen y analizan los componentes ecológicos presentes a fin de identificar los efectos positivos y negativos que pudiera tener el desarrollo del proyecto en la región.

La delimitación de la RE se realizó a partir del análisis de las interacciones presentes entre el proyecto y su medio circundante, de manera que sea posible conocer en qué medida las diferentes actividades y obras consideradas por el Proyecto afectarán los atributos ambientales y, por otro lado, en qué sentido éstos últimos pueden tener interacción con las características de la infraestructura y el desarrollo de las actividades previstas por el proyecto.

Para la integración de este capítulo, se tomaron en consideración los siguientes insumos:

- Información técnica generada por especialistas en cada uno de los temas.
- Estudios de campo del área de estudio
- Bibliografía disponible del sitio de interés
- Datos cartográficos puestos a disposición por el INEGI

A partir de la información obtenida, se realizó la corroboración de datos en campo, así como estudios de gabinete, con la finalidad de obtener información precisa sobre temas tales como la fisiografía, vegetación y fauna para distintos niveles de extensión geográfica (Tabla 3.2). Esta información ha sido utilizada como parte fundamental para el planteamiento y diseño del Proyecto.

Tabla 3.1 Concentrado de las características ambientales

Contenido			**Nivel de extensión territorial del área de estudio**
Delimitación del área de estudio	Fundamento de la delimitación geográfica de los niveles de estudio	Polígono de la propiedad del predio donde se pretende el desarrollo del proyecto.	Definido por los parámetros que brindan los programas de ordenamiento en la zona y registro de propiedad del predio.
Descripción Ambiental	Caracterización de Región Ecológica		Superficie cubierta en su mayoría por vegetación de selva mediana subperennifolia con impactaciones por el desarrollo de predios aledaños.

Contenido			**Nivel de extensión territorial del área de estudio**
	Aspectos Abióticos	Geología	Suelo de origen calcáreo formada por rocas carbonatadas del Neógeno y Cuaternario, altamente permeables, con depósitos litorales recientes y procesos de disolución kárstica activa.
		Clima	Clima cálido subhúmedo con lluvias en verano, temperatura media anual de veintiséis grados, precipitación aproximada de mil trescientos milímetros, alta humedad, influencia marina, temporada de huracanes y estiaje invernal.
		Geomorfología	Predio localizado en llanura costera kárstica de Quintana Roo, con relieve plano y baja altitud. Presenta depósitos calcáreos y arenosos, influencia marina, drenaje subterráneo, inundación temporal y modelado por procesos de sedimentación litoral, disolución kárstica.
		Hidrología subterránea y superficial	La hidrología superficial es limitada por la alta infiltración en la zona delimitada. El flujo subterráneo ocurre en acuífero kárstico somero, con influencia marina, nivel freático elevado y conexión hidráulica con cenotes costeros o derivando directamente a la Laguna de Bacalar.
		Edafología	La Rendzina es un suelo somero desarrollado sobre roca caliza, caracterizado por presentar un horizonte superficial rico en materia orgánica, elevada saturación de bases y drenaje interno eficiente. Su limitada profundidad efectiva, alta pedregosidad y estrecha relación con el sustrato carbonatado condicionan el desarrollo radicular, la disponibilidad de agua y la distribución de la vegetación.
	Aspectos Bióticos	Vegetación Terrestre	La vegetación de la RE corresponde a comunidades de asociadas a Vegetación de Selva Mediana Subperennifolia, con especies como Manilkara zapota, Bursera simaruba o Vitex gaumeri, además de una gran diversidad de especies en el estrato herbaceo.
		Fauna Terrestre	Dentro de la unidad ambiental se distribuyen especies diversas como el Tlacuache (Didelphis virginiana) y Rata arborícola yucateca (Otonyctomys hatti)
	Aspectos Socioeconómicos	Contexto Regional	La RE se encuentra colindante a la Laguna de Bacalar, en la porción Norte de este, zona que

Contenido			Nivel de extensión territorial del área de estudio
			ha incrementado su desarrollo de la mano del turismo y la producción agrícola local.
Análisis Ambiental	Diagnóstico Ambiental		
	Condición Ambiental	Vegetación	Vegetación conservada en el estrato arbóreo con algunos ejemplares frutales y de diversos usos agropecuarios, así como delimitación de los caminos rústicos.
		Fauna	Fauna de ligada a vegetación de Selva Mediana Subperennifolia.
		Paisaje	Compuesto de especies de la región, no presenta especies de zonas inundables por la diferencia de altura entre la laguna y el predio.

Figura 3.1 Delimitación de la Región Ecológica de BACALAR LAGOON CLUB



3.2 REGIÓN ECOLÓGICA

La delimitación de la Región Ecológica se desarrolló mediante un análisis espacial multicriterio orientado a definir una unidad territorial ambientalmente homogénea que representara de manera integral las condiciones ecológicas, la estructura del paisaje y la interacción entre los componentes físicos, bióticos y antrópicos presentes en el área de influencia del proyecto. Para ello, se integró información cartográfica y temática proveniente de instrumentos de planeación territorial, bases

de datos oficiales y análisis geoespaciales, considerando como criterio rector el marco normativo vigente aplicable al municipio de Bacalar.

En este sentido, se incorporaron los instrumentos de ordenamiento ecológico y territorial, así como las Áreas Naturales Protegidas, zonas prioritarias para la conservación y demás esquemas de regulación ambiental con incidencia en la zona de estudio, con el propósito de establecer límites congruentes con las políticas de preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable del territorio. La incorporación de dichos instrumentos permitió identificar unidades con atributos ambientales específicos, así como reconocer restricciones y condicionantes de carácter normativo que determinan la funcionalidad ecológica del paisaje y orientan los procesos de gestión ambiental. Como parte del proceso de delimitación también se evaluó la distribución de la infraestructura de comunicación terrestre, incluyendo carreteras, vialidades secundarias, caminos rurales y veredas, debido a que estos elementos constituyen factores de fragmentación del paisaje, modifican la conectividad ecológica entre comunidades vegetales, influyen sobre la movilidad de la fauna silvestre y representan indicadores del grado de accesibilidad e intervención antrópica del territorio. La red de comunicación fue considerada igualmente como un elemento estructurante del paisaje, al favorecer la diferenciación de unidades con distintos niveles de conservación y transformación, así como por su influencia en los procesos de cambio de uso del suelo y en la dinámica de ocupación del territorio. Paralelamente, se integraron los principales componentes físicos del medio natural mediante el análisis de la distribución espacial de las unidades edafológicas, la configuración geológica y las características hidrológicas e hidrogeológicas de la región. La caracterización edafológica permitió identificar las propiedades físicas y químicas de los suelos, su capacidad de infiltración, retención de humedad, susceptibilidad a procesos erosivos y aptitud ecológica para el establecimiento de las distintas asociaciones vegetales, constituyendo un factor determinante para la diferenciación de unidades ambientales.

Por su parte, la geología aportó información relativa a la composición litológica, origen de los materiales, estructura geológica y procesos geomorfológicos que condicionan la evolución del relieve, la formación de suelos y el comportamiento hidrogeológico del sistema. Particular relevancia tuvo la incorporación de los elementos hidrológicos superficiales y subterráneos, incluyendo cuerpos de agua, humedales, zonas de inundación temporal, áreas de recarga del acuífero, escurrimientos y demás componentes asociados a la dinámica hidrológica regional, debido a que éstos regulan procesos ecológicos fundamentales como el intercambio de materia y energía, el mantenimiento de la biodiversidad, la conectividad funcional entre ecosistemas y la disponibilidad de hábitats para diversas especies de flora y fauna. De manera complementaria, se analizó la configuración de los componentes bióticos mediante la interpretación de la cobertura y distribución de los tipos de vegetación presentes en el área de estudio, considerando su composición florística, grado de conservación, continuidad espacial y relación con los factores físicos del medio. La vegetación fue empleada como uno de los principales indicadores ecológicos para la delimitación de la región, al reflejar las condiciones ambientales prevalecientes y permitir la identificación de unidades relativamente homogéneas desde el punto de vista estructural y funcional. Asimismo, se reconocieron zonas de transición ecológica o ecotonos, áreas con procesos de sucesión secundaria, sectores con diferentes grados de perturbación y corredores de conectividad biológica que favorecen el desplazamiento de especies y el mantenimiento de los flujos ecológicos a escala del paisaje. Finalmente, el proceso de delimitación incorporó la evaluación de los componentes antrópicos presentes en el territorio, incluyendo asentamientos humanos, infraestructura, caminos, áreas agropecuarias, superficies con modificaciones derivadas de actividades productivas y demás evidencias de transformación del uso del suelo, las cuales constituyen indicadores del nivel de presión ejercido sobre los ecosistemas naturales. La integración de estos elementos permitió identificar gradientes de perturbación, patrones de

fragmentación y sectores con distinta intensidad de intervención humana, aspectos indispensables para comprender la dinámica ambiental del sistema.

La superposición y análisis conjunto de todos los criterios descritos, mediante herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG), permitió definir una Región Ecológica sustentada en criterios de homogeneidad ambiental, continuidad de procesos ecológicos, conectividad funcional del paisaje y congruencia con los instrumentos de ordenamiento territorial vigentes. En consecuencia, la delimitación obtenida representa una unidad de análisis ambiental técnicamente consistente, capaz de integrar la variabilidad espacial de los componentes naturales y antrópicos que caracterizan el entorno del proyecto, proporcionando una base metodológica sólida para la caracterización del sistema ambiental, la evaluación de impactos ambientales y la definición de medidas orientadas a la conservación de la funcionalidad ecológica y de los servicios ambientales presentes en la región.

En la Tabla 3.3 se detallan las superficies que componen la distribución de elementos en la Región Ecológica delimitada para el proyecto.

Tabla 3.2 Superficies de elementos dentro de la Región Ecológica

Vegetación	Superficie en m2	Superficie en ha	Porcentaje
Vegetación de Selva	25068.539	2.506	96.087
Influencia Antrópica	1020.929	0.102	3.913
Total	26,089.468	44.24	100.00

3.2.1 Delimitación de la Región Ecológica del Proyecto

La delimitación de la Región Ecológica se realizó con base en los criterios establecidos por la legislación ambiental vigente y en los lineamientos técnicos aplicables a los Estudios Técnicos Justificativos para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales. Para ello, se integró información cartográfica oficial, instrumentos de planeación territorial y ordenamiento ecológico, así como los documentos de planeación urbana correspondientes al municipio de Bacalar, con el propósito de identificar los límites funcionales de la Región Ecológica y su relación con el área del proyecto.

Desde el punto de vista biofísico, la delimitación consideró la continuidad y distribución de las asociaciones vegetales presentes, la configuración del relieve, las características geológicas y edafológicas, el comportamiento hidrológico, así como otros elementos del medio físico que determinan la dinámica ecológica del territorio. De igual forma, se analizaron las condiciones de conectividad entre los distintos componentes del paisaje, identificando las unidades ambientales con mayor afinidad ecológica. Adicionalmente, se incorporó el análisis de los procesos de transformación derivados de las actividades antropogénicas, tales como la expansión de infraestructura, la apertura de caminos, el establecimiento de áreas agropecuarias y el crecimiento de asentamientos humanos, los cuales han modificado la estructura y funcionalidad del paisaje. La integración de estos criterios permitió definir una Región Ecológica representativa, con límites sustentados tanto en atributos naturales como en las condiciones actuales de ocupación y uso del territorio, proporcionando un marco de referencia adecuado para la evaluación ambiental del proyecto.

3.2.2 Caracterización y Análisis de la Región Ecológica

La caracterización de la región ecológica debe aportar un diagnóstico del estado de conservación o de alteración de los componentes y procesos ecológicos de la zona elegida. La región ecológica aportara un marco de referencia que permita arribar a un diagnóstico del estado de conservación o de alteración de los componentes y procesos ecológicos en el sitio del proyecto, así como de los servicios ambientales de la zona elegida, es decir, de la integridad funcional de los ecosistemas y/o de los servicios ambientales que provee; esto porque un proyecto puede ser considerado viable ambientalmente si es compatible con la vocación del suelo (con los instrumentos normativos ambientales y urbanos).

La Región Ecológica delimitada para el presente Estudio Técnico Justificativo se localiza en la porción centro-occidental del municipio de Bacalar, Quintana Roo, dentro de una extensa unidad ambiental representativa de la planicie kárstica del sur de la Península de Yucatán. Esta región se caracteriza por la presencia de ecosistemas forestales tropicales que mantienen una importante continuidad espacial y funcional, constituyendo un paisaje dominado por coberturas de Selva Mediana Subperennifolia intercaladas con áreas de vegetación secundaria, zonas agropecuarias y caminos rurales de baja densidad. La delimitación de la región consideró la distribución de la vegetación, la homogeneidad fisiográfica, las características geológicas e hidrológicas, así como los procesos de transformación derivados de las actividades humanas, permitiendo identificar una unidad territorial con atributos ecológicos compartidos y una dinámica ambiental relativamente homogénea.

Figura 3.2 Foto tomada en campo de las condiciones del predio



Desde el punto de vista fisiográfico, la región se encuentra dentro de la Subprovincia Carso y Lomeríos de Campeche, caracterizada por superficies ligeramente onduladas con pendientes suaves y escasa variación altitudinal. El relieve está controlado por la presencia de rocas carbonatadas sujetas a procesos de disolución, dando origen a un paisaje kárstico donde predominan fracturas, cavidades, depresiones someras y microformas que favorecen la infiltración del agua. La ausencia de corrientes superficiales permanentes constituye una de las características más representativas de la región, ya que la mayor parte del escurrimiento se incorpora rápidamente al subsuelo a través de la red de fisuras y conductos desarrollados en la roca caliza.

La geología regional está conformada principalmente por calizas sedimentarias de origen marino, altamente permeables y con un avanzado grado de karstificación. Estas características controlan directamente el comportamiento hidrológico del territorio, favoreciendo la recarga del acuífero y la movilidad del agua subterránea. Debido a ello, la conservación de la cobertura vegetal adquiere una relevancia particular, ya que la infiltración ocurre de manera prácticamente directa y cualquier alteración significativa del suelo puede influir en los procesos de recarga y en la calidad del agua subterránea. En este sentido, la región funciona como una zona de captación hídrica donde la vegetación y el suelo desempeñan un papel fundamental en la regulación de los flujos hidrológicos.

Los suelos predominantes corresponden a Rendzinas desarrolladas sobre roca caliza, caracterizadas por su limitada profundidad efectiva, alta pedregosidad, abundante contenido de carbonatos y elevada permeabilidad. Estas condiciones favorecen la presencia de comunidades vegetales adaptadas a ambientes con disponibilidad hídrica estacional y restringen el desarrollo de actividades agrícolas intensivas. La relación estrecha entre suelo y roca madre constituye uno de los rasgos más distintivos del paisaje regional, condicionando la estructura y composición de la vegetación.

La cobertura vegetal dominante corresponde a Selva Mediana Subperennifolia, comunidad forestal que representa el principal elemento estructural del paisaje. Esta vegetación mantiene una compleja organización vertical integrada por estratos arbóreos, arbustivos y herbáceos, además de lianas y epífitas que incrementan la diversidad estructural del ecosistema. En la región se observan también superficies con vegetación secundaria derivadas de antiguos aprovechamientos forestales, actividades agropecuarias o procesos de recuperación natural, las cuales conservan una estrecha afinidad florística con la vegetación original y contribuyen al mantenimiento de la conectividad ecológica.

La configuración del paisaje permite identificar una matriz predominantemente forestal donde los parches de vegetación conservada continúan manteniendo conectividad funcional a escala regional. Aunque existen elementos de fragmentación asociados a caminos, brechas, áreas agrícolas y potreros, éstos se encuentran dispersos y no generan una interrupción completa de los procesos ecológicos. Como resultado, la región conserva corredores naturales que facilitan el desplazamiento de fauna silvestre, el intercambio genético entre poblaciones vegetales y animales, así como la continuidad de procesos ecológicos esenciales. Esta condición resulta particularmente importante para especies asociadas a ambientes forestales tropicales, cuya permanencia depende de la existencia de extensiones continuas de vegetación y de la conectividad entre los distintos componentes del paisaje

En términos de uso del suelo, la región presenta un mosaico heterogéneo donde coexisten áreas forestales, vegetación secundaria, parcelas agrícolas, potreros y pequeñas superficies destinadas a infraestructura rural. Esta configuración es resultado de un proceso histórico de ocupación basado principalmente en actividades agropecuarias de baja intensidad y aprovechamientos forestales selectivos desarrollados por las comunidades rurales. A pesar de la presencia de estas actividades productivas, una proporción significativa del territorio mantiene cobertura vegetal, permitiendo la conservación de servicios ecosistémicos fundamentales como la captura de carbono, la regulación micro climática, la protección del suelo, la infiltración de agua y la provisión de hábitat para la fauna.

Desde una perspectiva ambiental, la región conserva un grado importante de funcionalidad ecológica debido a la permanencia de extensas áreas con vegetación forestal y a la continuidad de los procesos hidrológicos y biológicos asociados al sistema kárstico. No obstante, la expansión gradual de actividades agropecuarias, la apertura de nuevas vías de acceso y el establecimiento de infraestructura representan factores de presión que pueden incrementar la fragmentación del paisaje y modificar la estructura de la cobertura vegetal. En consecuencia, la evaluación de

cualquier propuesta de cambio de uso del suelo debe considerar no solo las condiciones particulares del predio, sino también la importancia de la región como unidad ecológica integrada, donde la conservación de la conectividad, la infiltración hídrica y la cobertura forestal constituyen elementos clave para el mantenimiento de la estabilidad ambiental del territorio.

3.3 ASPECTOS ABIÓTICOS

De manera física, el predio de interés se ubica en una zona donde coexisten diverso ambientes ligados al medio acuático como lo es la Laguna de Bacalar, con entornos de vegetación como manglar, esteros y selva mediana subperennifolia, el proyecto se pretende en este último, dadas las disposiciones del municipio, estos elementos conforman una compleja red de interacciones que son el resultado de la convergencia de elementos físicos como el clima, temperatura, precipitación, condiciones edafológicas y demás intervenciones abióticas.

3.3.1 Clima

El clima, entendido como el conjunto de cambios en el estado del tiempo, dista mucho de ser cíclico, más bien se considera un proceso dinámico y complejo que solo se puede entender analizando su estructura a diferentes escalas. Sin embargo, generalmente se representa como un promedio de estos cambios a lo largo de un ciclo anual.

La temperatura media anual para el estado de Quintana Roo en su conjunto es superior a los 26º C, debido a su relieve plano (altura media de 10 msnm), su localización entre los 18 y 20 grados de latitud al norte del Ecuador y la influencia húmeda del Mar Caribe. El mes de enero es el menos cálido, y los meses de abril y mayo son los más calurosos.

La precipitación media anual es de aproximadamente 1,200 mm. Los vientos alisios dominan durante el verano y principios de otoño, perdiendo su intensidad en el invierno, su dirección es de este - sureste. Los llamados vientos periódicos o nortes dominan durante el invierno, ocasionando perturbaciones meteorológicas en la parte norte con fuertes vientos y marejadas. Estos vientos penetran con intensidad hacia el sur del estado debido a la característica plana del relieve.

De acuerdo con la Carta de Climas de la Península de Yucatán (CONABIO, 1997) basada en la clasificación de Köppen modificada por Enriqueta García, el estado de Quintana Roo presenta los siguientes tipos de climas:

- Ax' (wo)iw" Cálido subhúmedo, es el menos subhúmedo dentro de esta categoría, es isotermal con presencia de sequía intraestival
- Ax' (w1)iw" Cálido subhúmedo, está clasificado como intermedio dentro de esta categoría por su régimen de humedad, es isotermal con presencia de sequía intraestival
- Ax' (w2)iw" Cálido subhúmedo, es el más húmedo dentro de esta categoría, es isotermal con presencia de sequía intraestival.
- Am (f) iw" Cálido húmedo con lluvias todo el año, isotermal con sequía intraestival.

Específicamente el clima del Municipio de Bacalar corresponde al denominado Grupo A, del tipo Aw, que es cálido subhúmedo, con lluvias todo el año, aunque más abundantes en verano. Una característica distintiva de este grupo climático es que la temperatura media del mes más frío es mayor de 18°C. Por otra parte, las isoyetas se encuentran cercanas a los 1,500 mm y el cociente precipitación/temperatura es mayor a 55.3, estando los valores medios de humedad relativa en un rango del 80 al 90% como consecuencia del régimen de lluvias prevaleciente.

En el municipio de Bacalar se presentan dos subtipos climáticos: Aw1 (x´) y Aw2(x´). El primero abarca una porción irregular del territorio Norte, desde el límite Norte del Municipio hasta la Ciudad de Playa del Carmen mientras que el segundo subtipo donde se encuentra específicamente la RE se presenta en la superficie restante. Las características que comparten estos subtipos son: cálidos subhúmedos con lluvias en verano, el más húmedo de los subhúmedos, con precipitación media anual entre 1,500 y 2,000 mm y temperatura media anual entre 26 y 28 °C.

La descripción del clima de una zona o región sintetiza en forma de letras o siglas sus características más importantes por la clasificación mundial de Wilhelm Köppen.

En esta región ecológica denominada se pueden observar un tipo de clasificación climática de Koppen modificado por García (1981), se manifiesta el subtipo climático cálido subhúmedo Aw1(x'). La Ax indica que el clima pertenece al grupo de los climas cálidos, con temperatura media anual mayor a los 26 °C y la del mes más frío mayor a los 18 °C; la Aw lo define como clima tropical con lluvias en verano.

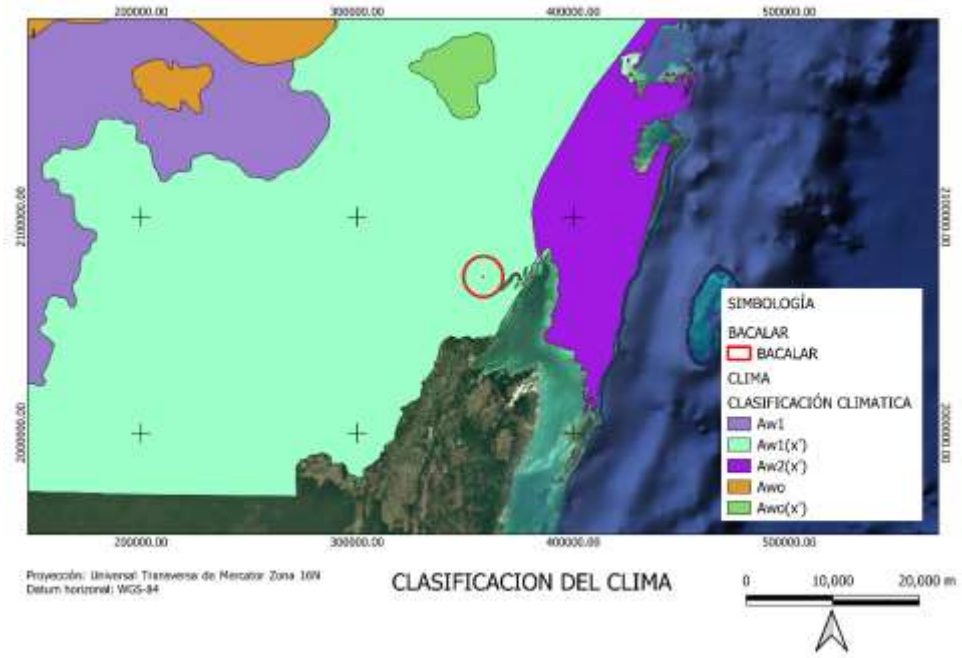
Tabla 3.3 Características de los climas presentes en la Región Ecológica

POR SU HUMEDAD / TEMPERATURA	SUBHÚMEDOS						RÉGIMEN
	EL MÁS HÚMEDO		INTERMEDIO		EL MÁS SECO		
CÁLIDO T. media anual De 22 a 26ºC		Aw2 Aw2(w)		Aw1 Aw1(w)		Aw0 Aw0(w)	V
		Aw2(x´) Aw2(x´)w2		Aw1(x´) A(x´)w1		Aw0(x´) Ax´(w0)	I

La zona presenta un régimen climático del tipo cálido subhúmedo y húmedo, con influencia de factores locales como son la constante brisa marina y la elevada humedad atmosférica, por su colindancia con las aguas de la laguna, del Mar Caribe y el Golfo de México, así como por la reducida elevación sobre el nivel del mar y la ausencia de prominencias orográficas, que pudieran detener las corrientes de aire húmedo.

La unidad climática de acuerdo con los datos del INEGI, el clima de la región ecológica en la rivera de la laguna Campechen es cálido subhúmedo con lluvias en verano Aw1 (x'). Este es correspondiente a un clima cálido subhúmedo (el más húmedo de los climas subhúmedos que se distribuyen en el estado de Quintana Roo). Dentro de este clima la temporada de mayor precipitación se manifiesta en los meses de verano e invierno. La temperatura media del mes más frío de 18 °C.

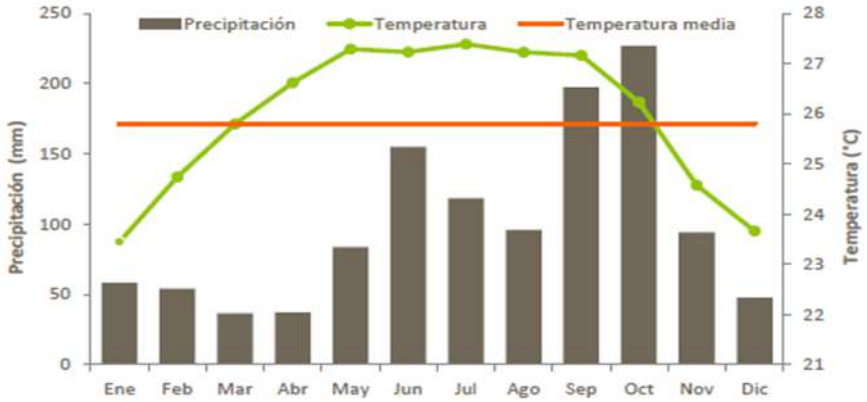
Figura 3.3 Clasificación climática dentro del proyecto BACALAR LAGOON CLUB



3.3.2 Tipo de clima

En la región ecológica y el predio del proyecto prevalece en su mayoría el subtipo climático Aw1(x') que mantiene una humedad intermedia de los cálidos subhúmedos, con temperatura media anual de 25.6 °C, isotermal, con precipitación anual de 1,120.7 mm (Servicio Meteorológico Nacional) de acuerdo con los datos proporcionados por la Comisión Nacional del Agua (CNA), estación 23033 Chacchoben en Bacalar, para el período 1991-2020, las temperaturas más bajas se registraron en los meses de diciembre y enero y las más altas entre mayo y septiembre.

Figura 3.4 Variación de la precipitación en relación con la temperatura mensual



FUENTE: CNA, 1991-2020.

En relación con los factores de riesgo hidrometeorológico, la zona donde se pretende llevar a cabo la implementación del proyecto se encuentra en la franja de paso de huracanes que se forman en

la región del Atlántico. Lo anterior determina que exista un elevado riesgo a este tipo de fenómenos meteorológicos. De acuerdo con Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), la zona norte del estado de Quintana Roo se cataloga como de alto riesgo a la incidencia de ciclones. Los huracanes son frecuentes durante la última parte del verano y el comienzo del otoño (agosto-octubre e incluso noviembre). Cuando se generan estas perturbaciones atmosféricas afectan a las costas de Quintana Roo. Los fuertes vientos, el oleaje generado por los mismos y las ondas de tormenta que elevan considerablemente el nivel del mar causan con regularidad efectos destructivos en los ecosistemas costeros. Los vientos generados por estos fenómenos suelen alcanzar velocidades superiores a 120 nudos (222 km/h).

La zona costera de Quintana Roo tiene una extensión de 860 km y por su ubicación se encuentra expuesta a los efectos de los impactos directos de tormentas y huracanes. Uno de los controles climáticos primarios en la Península de Yucatán es la presencia de centros de alta presión atmosférica en el Atlántico medio. El desplazamiento de estos centros junto con la Zona Intertropical de Convergencia (ZIC) hacia el sur durante el invierno, produce grandes masas de aire descendente que impiden la formación de nubes por evaporación resultando en una estación seca con altos niveles de insolación. Este efecto es mayor en la costa Noroeste (UQROO, 2005).

Al pasar la ZIC al norte durante los meses más calientes, la Península de Yucatán se encuentra en uno de los extremos de su oscilación, lo que ocasiona que frecuentemente haya colisiones de grandes masas de aire con diferentes temperaturas que dan origen a la formación de frentes. Debido a los efectos combinados de este fenómeno con el incremento de temperatura en el océano, existe en el verano la posibilidad de la formación de huracanes (UQROO, 2005). Estos eventos meteorológicos pueden ocurrir en los meses de junio a octubre (incluso extenderse hasta diciembre) y dependiendo de su intensidad generan fuertes vientos que en ocasiones alcanzan velocidades de hasta 300 km/h.

Quintana Roo ocupa el tercer lugar en incidencia de huracanes, después de Baja California Sur y Sinaloa. Nueve son los fenómenos que han impactado al estado desde 1988, año en que se presentó el huracán Gilberto. De éstos, seis son los que más daños han provocado en la entidad; dos fueron categoría 5, dos categoría 4, uno categoría 3 y una tormenta tropical (CONAGUA, 2016).

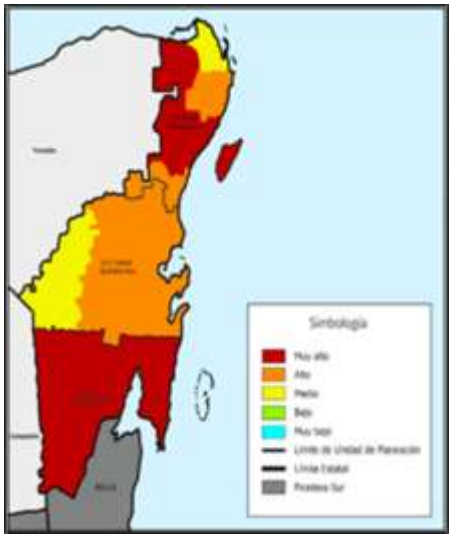
Figura 3.5 Trayectoria de huracanes que ha impactado a Quintana Roo (CONAGUA, 2016).



De acuerdo al historial de estos fenómenos la mayor frecuencia de impacto se encuentra en la región norte y disminuye gradualmente hacia el sur del estado (Imagen IV.6., CONAGUA, 2016).

Estando el Municipio de Bacalar y por consiguiente el sitio del proyecto inmerso en una zona catalogada de “Muy Alto” riesgo.

Figura 3.6 Zonas en riesgo ante fenómenos hidrometeorológicos (CONAGUA, 2016).



Los huracanes más importantes que han afectado al estado durante los últimos 29 años aproximadamente son: Gilberto (1988), Roxana (1995) y finamente Emily y Wilma (2005). Este último, junto con “Gilberto”, han sido catalogados como algunos de los eventos hidrometeorológicos más intensos registrados en el hemisferio tropical occidental y que provocaron graves daños durante su desplazamiento por la Península de Yucatán.

Estos eventos meteorológicos afectan la dinámica costera de Quintana Roo, tanto a nivel geomorfológico como biológico. Por las características que presentan las costas del estado, las fuerzas de un huracán son suficientemente grandes como para modificar su morfología, aunque la magnitud y permanencia de estas modificaciones se determina en mucho por la densidad y la resiliencia de la cobertura vegetal asociada a la franja costera. Adicionalmente, otro efecto importante que los huracanes traen consigo es el derribo de gran cantidad de árboles y arbustos, convirtiéndose en cientos de toneladas de material vegetal combustible que facilitan la generación y propagación de incendios forestales.

Los huracanes causan daños muy importantes en la cubierta vegetal, algunos autores proponen que los huracanes son la causa principal de las bajas alturas en el dosel de la vegetación costera López – Portillo et al. (1990). Otros autores señalan que además de las pérdidas económicas que los huracanes generan en las ciudades, en las zonas con vegetación la mayor parte del daño incide en la defoliación cercana al 100% de árboles y plantas del sotobosque cayendo en promedio 4.5 toneladas/hectárea de hojas. La densidad de árboles puede disminuir hasta en un 33%, significando un decremento del 12% en el área basal.

Tabla 3.4 Ciclones que han cruzado en la Península de Yucatán.

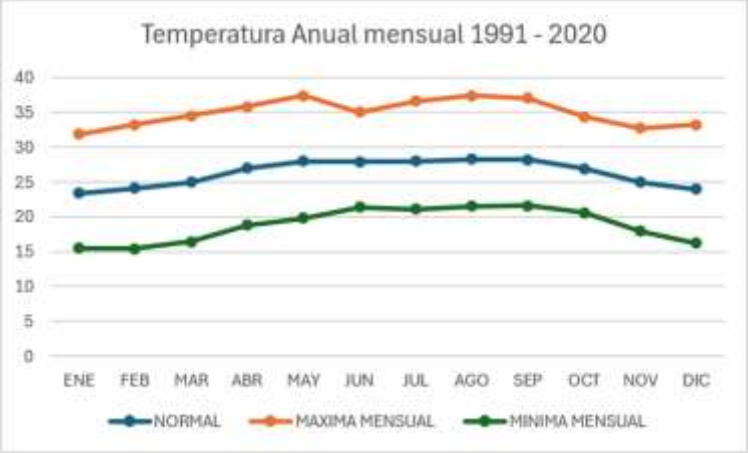
NOMBRE	CATEGORÍA	ESTADOS AFECTADOS	FECHA		VELOCIDAD MÁXIMA VIENTOS (KM/H)
			AÑO	MES	
Ernesto	H1	Sur de Quintana Roo	2012	Agosto	150
Rina	TT	Norte de Quintana Roo	2011	Octubre	120
Paula	H1	Norte de Quintana Roo	2010	Noviembre	160
Ida	H2	Norte de Quintana Roo	2009	Noviembre	160
Dean	H5	Península de Yucatán, Veracruz.	2007	Agosto	280

NOMBRE	CATEGORÍA	ESTADOS AFECTADOS	FECHA		VELOCIDAD MÁXIMA VIENTOS (KM/H)
			AÑO	MES	
Emily	H4	Q.Roo, Yucatán, Tamaulipas.	2005	Julio	250
Stan	T1	Q. Roo, Veracruz, Chiapas	2005	Septiembre	75
Wilma	H4	Quintana Roo	2005	Octubre	275
Iván	H5	Quintana Roo, Yucatán	2004	Septiembre	270
Claudette	H1	Quintana Roo, Yucatán	2003	Julio	140
Isidore	H3	Q.Roo, Yucatán, Campeche, Tab.	2002	Septiembre	205
Chantal	TT	Q.Roo, Yucatán, Campeche	2001	Agosto	115
Gordon	DT	Q.Roo, Yucatán, Campeche	2000	Septiembre	55
Mitch	H5	Península de Yucatán	1998	Noviembre	250
Roxanne	H3	Campeche, Q.Roo, Tabasco	1995	Octubre	160
Opal	DT	Campeche, Q.Roo, Tabasco	1995	Sep-Oct	35
Gilberto	H5	Península de Yucatán	1988	Septiembre	296

Temperatura promedio

La temperatura media anual en el municipio de Bacalar de acuerdo con datos de la Comisión Nacional del Agua, en su base de datos emitida el 05 de junio de 2026 en la Estacion Meteorológica de Bacalar en la localidad de CHACCHOBEN que es la estación meteorológica más cercana a la zona del proyecto, aquí se han registrado temperaturas máximas de 3704 grados centígrados y mínimas de 15.4 grados centígrados en el mes de febrero con normales terminas que rondan los 35 grados a lo largo del año.

Figura 3.7 Temperatura promedio mensual media, mínima y máxima (1991-2020)



3.3.3 Climatología e hidrología superficial: dinámica pluviométrica crítica

Máximo Histórico de Tormentas:

La Península de Yucatán, y en específico la porción costera del Municipio de Bacalar, Quintana Roo, se encuentra inmersa en una región climática del tipo Aw (cálido subhúmedo). Esta zona está fisiográficamente expuesta a fenómenos hidrometeorológicos extremos, tales como ondas tropicales, sistemas frontales y ciclones tropicales de alta intensidad de la cuenca del Atlántico.

Bajo las condiciones de la litología kárstica regional, las depresiones topográficas (vaguadas y hondonadas) actúan como vasos de regulación, celdas de bio-retención y zonas de infiltración natural hacia el acuífero subsuperficial. Cuando se diseña la infraestructura de drenaje pluvial para un desarrollo inmobiliario residencial-turístico, la utilización de promedios de precipitación

mensuales o anuales resulta técnicamente insuficiente e introduce un factor de riesgo estructural e hidrogeológico inaceptable (Gómez Orea, 2002).

Para garantizar la resiliencia de las obras y salvaguardar la integridad de las áreas de conservación y edificación, el dimensionamiento hidráulico debe basarse en el Análisis de Frecuencia de Precipitaciones Máximas de la Tormenta de Diseño. Este análisis se realiza mediante la construcción de Curvas de Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF), calculadas a partir de las funciones de distribución de probabilidad de eventos extremos (tales como la distribución Gumbel o General de Valores Extremos - GEV) utilizando las series de datos de los máximos históricos de las estaciones climatológicas oficiales del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) y de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) circundantes a la zona del proyecto (Aparicio Mijares, 2010; Chow et al., 1994).

Aplicación del Método Racional y Periodos de Retorno (Tr)

Para estimar el caudal mínimo de diseño o Gasto Pico (Q) que la infraestructura pluvial debe conducir, se aplica la ecuación fundamental del Método Racional (Chow et al., 1994):

$$Q = \frac{C\ x\ I\ x\ A}{360}$$

Donde:

Q: Caudal o Gasto Pico pluvial (m2/s)

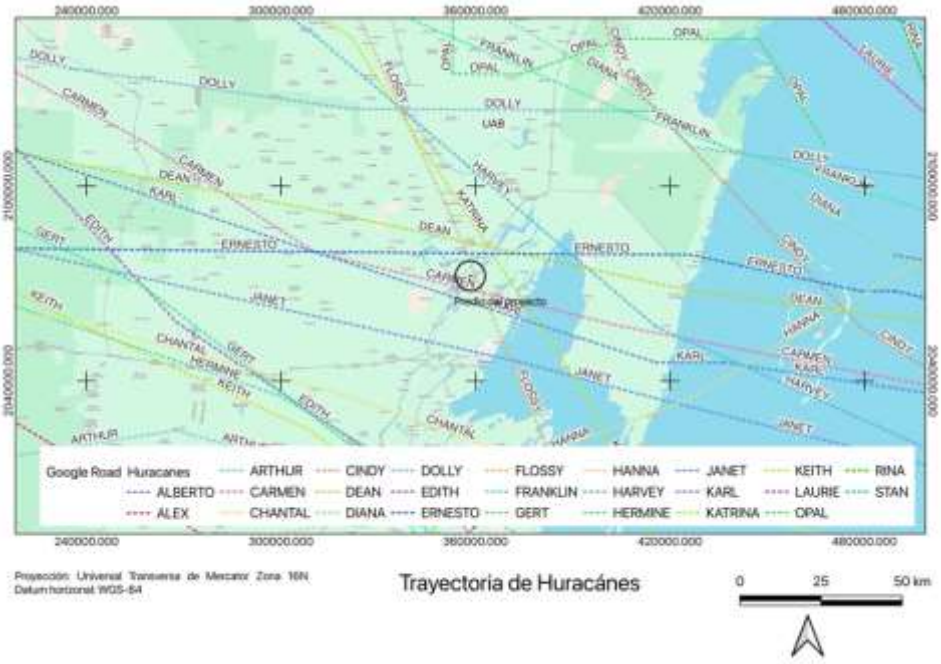
C: Coeficiente de escurrimiento ponderado. Para el proyecto, el coeficiente ponderado se determinó en 0.434, derivado de la conservación del 62.09% del suelo forestal natural (C2 = 0.15) y el desplante impermeable del 37.91% (C1 = 0.90) (Aparicio Mijares, 2010)

I: Intensidad de la lluvia pluvial de diseño (mm/h), obtenida para la duración equivalente al Tiempo de Concentración (Tc) de la microcuenca.

A: Área de la cuenca aportante (ha).

El valor de la Intensidad (I) se calcula obligatoriamente considerando el periodo de retorno (Tr) o intervalo de recurrencia de la tormenta máxima histórica. Para desarrollos habitacionales e infraestructura de servicios, las normas de la CONAGUA determinan un Tr base de 10 años; sin embargo, en zonas de alta susceptibilidad a huracanes y con presencia de sótanos o desniveles topográficos, el principio precautorio y la seguridad colectiva dictan evaluar escenarios límite con periodos de retorno de Tr = 50 o Tr = 100 años (Comisión Nacional del Agua [CONAGUA], 2019; Secretaría de Comunicaciones y Transportes [SCT], 2000). Al considerar el máximo histórico de tormentas para la zona (por ejemplo, el registro hidrometeorológico de eventos acumulados extraordinarios como los huracanes Janet, Wilma o Emily), se asegura que el Tiempo de Concentración pluvial no sature las celdas de infiltración natural de la vaguada central ni genere escorrentías caóticas laminares que laven sedimentos o provoquen inundaciones en las áreas de desplante (Gómez Orea, 2002).

Figura 3.8 Trayectoria de Huracanes en el área del proyecto

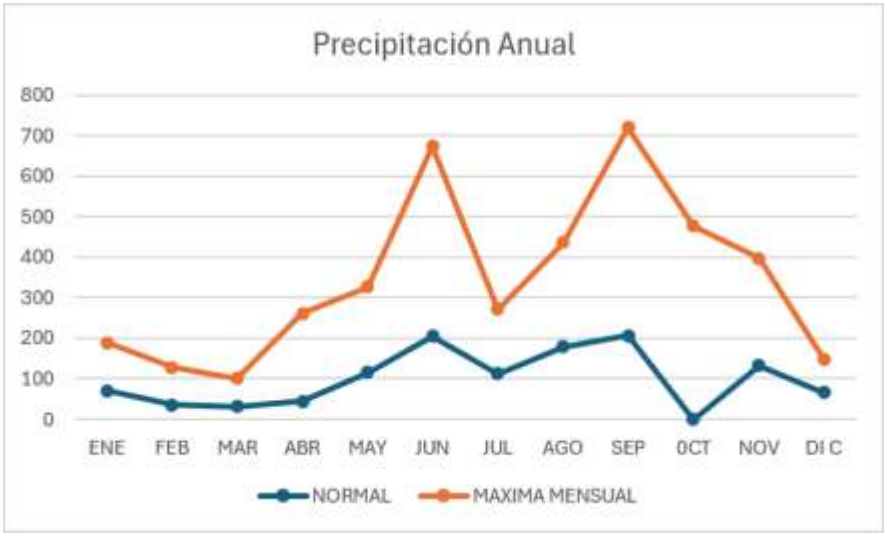


(fuente:elaboración propia a partir del conjunto de datos vectoriales de trayectoria de huracánes del Servicio Meteorológico Nacional).

3.3.4 Precipitación

Según los datos reportados por CONAGUA en la estación del municipio de Bacalar en la subestación meteorológica de CHACCHOBEN para el periodo 1991-2020, la precipitación media anual es de 1407.2 mm. La oscilación mensual permite dividir al año en dos partes, uno donde puede considerarse seca y por su opuesto, la temporada con más precipitación como se observa en la figura 3.6, es en los meses de noviembre a marzo donde la precipitación sufre una disminución, sin embargo, a partir de abril hasta octubre, se presentan lluvias considerables, alcanzando su máximo de precipitación en septiembre.

Figura 3.9 Precipitación anual del municipio de Bacalar.



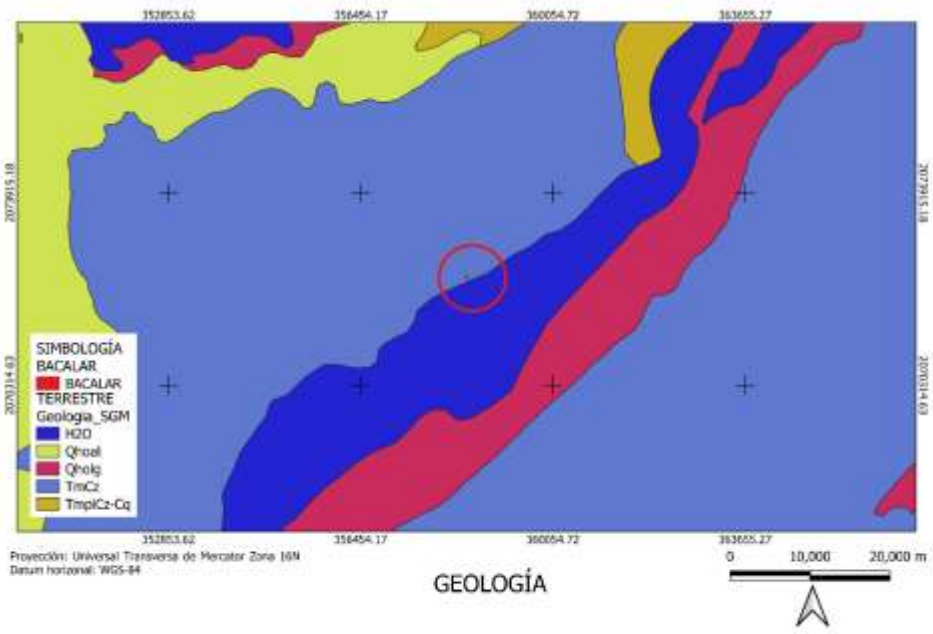
3.3.5 Geología

La cartografía geológica de INEGI identifica al área del proyecto dentro de la unidad Tm Cz, correspondiente a calizas del Terciario Medio (Mioceno). Esta unidad está constituida por rocas sedimentarias carbonatadas de origen marino, formadas principalmente por carbonato de calcio ($CaCO_3$), depositadas en antiguos ambientes de plataforma somera durante el Neógeno. En términos litológicos, predominan calizas de textura micrítica a bioclástica, con variaciones locales en el grado de recristalización y fracturamiento, características propias de la evolución geológica de la Península de Yucatán. Estas rocas presentan un marcado desarrollo de procesos de disolución química (karstificación), lo que ha favorecido la generación de una red de fracturas, fisuras y conductos de infiltración que incrementan significativamente la permeabilidad secundaria del macizo rocoso. Como consecuencia, la infiltración del agua pluvial constituye el proceso hidrológico predominante, mientras que el escurrimiento superficial es limitado o prácticamente inexistente, condición característica de las regiones cársticas del sureste de México.

La naturaleza carbonatada de esta unidad geológica influye de manera directa en la formación y distribución de los suelos, los cuales generalmente presentan escaso desarrollo edáfico y una profundidad variable, condicionada por la cercanía del sustrato rocoso y la intensidad de los procesos de meteorización.

Asimismo, las propiedades físicas de las calizas favorecen la existencia de un acuífero libre de elevada permeabilidad, cuya recarga depende principalmente de la infiltración directa de las precipitaciones. En el contexto del proyecto, la presencia de la unidad geológica Tm Cz constituye un elemento determinante en la dinámica hidrogeológica del sitio, al propiciar una elevada capacidad de infiltración y una estrecha interacción entre la superficie y el acuífero subyacente. Estas condiciones son representativas de la provincia geológica de la Península de Yucatán y deberán ser consideradas durante la planificación y ejecución de las actividades del proyecto, particularmente en lo referente al manejo de escurrimientos, la conservación del suelo y la prevención de posibles fuentes de contaminación que pudieran afectar la calidad de las aguas subterráneas.

Figura 3.10 Clasificación geológica de la zona.



3.3.6 Litología

La litología presente en el área del proyecto corresponde a calizas, rocas sedimentarias carbonatadas constituidas predominantemente por carbonato de calcio ($CaCO_3$), con contenidos variables de calcita y, en menor proporción, dolomita y otros minerales accesorios. Su origen está asociado a la acumulación de sedimentos carbonatados en ambientes marinos de plataforma somera, donde la precipitación química del carbonato y la acumulación de restos esqueléticos de organismos marinos dieron lugar a la formación de extensos depósitos posteriormente consolidados por procesos de diagénesis.

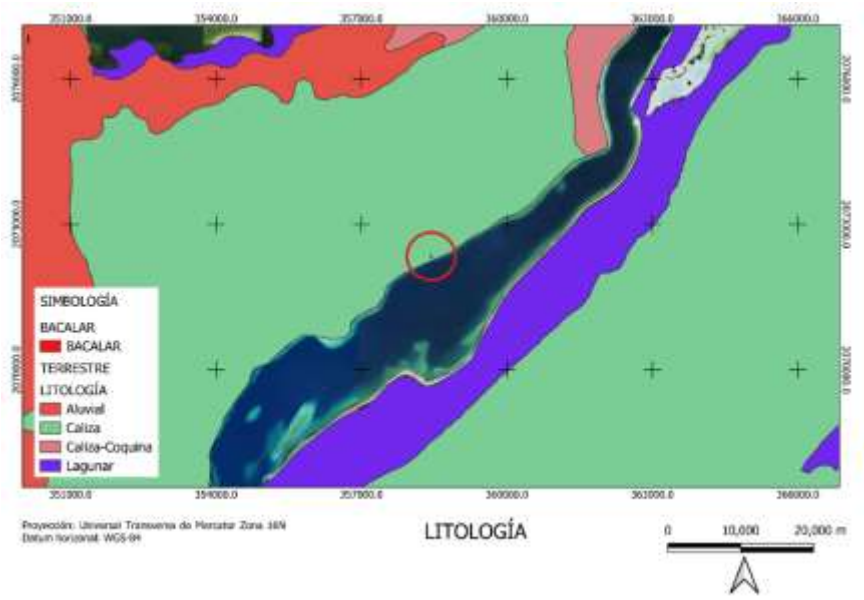
Las calizas presentan una textura que puede variar de micrítica (grano muy fino) a bioclástica, dependiendo de la abundancia de fragmentos fósiles y componentes biogénicos presentes en la roca. Generalmente exhiben colores claros, que oscilan entre blanco, crema y gris claro, aunque pueden adquirir tonalidades amarillentas o pardas debido a procesos de alteración o a la presencia de impurezas minerales; estas rocas se caracterizan por desarrollar sistemas de estratificación bien definidos y un patrón de fracturamiento que favorece su modificación por procesos de disolución química.

Como resultado, es común la presencia de fisuras, diaclasas y cavidades de dimensiones variables, las cuales constituyen rasgos distintivos de las secuencias carbonatadas de la Península de Yucatán.

Las calizas poseen una elevada pureza en carbonato de calcio, lo que les confiere una marcada reactividad frente a soluciones ligeramente ácidas, característica responsable de su transformación mediante procesos de karstificación. Esta propiedad determina gran parte de su evolución geológica y explica la formación de estructuras típicas del relieve cárstico, como oquedades, conductos de disolución y superficies irregulares en el macizo rocoso.

Las características litológicas de las calizas reflejan un material sedimentario consolidado, de origen marino, con una estructura predominantemente carbonatada, elevada susceptibilidad a la disolución química y un importante desarrollo de fracturas y porosidad secundaria, rasgos que distinguen a esta unidad geológica y que condicionan el comportamiento físico del sustrato rocoso en el área de estudio.

Figura 3.11 Origen del material madre del suelo en el predio.



3.3.7 Edafología

El Estado de Quintana Roo se ubica en un área que se distingue por la predominancia de suelos someros y pedregosos, de colores que van del rojo al negro, pasando por diversas tonalidades de café, con abundante contenido de fragmentos de roca de 10 y 15 cm de diámetro, tanto en la superficie como en el interior de su perfil, además que regularmente se ve acompañada de grandes y repetidos afloramientos de la típica coraza calcárea yucateca. Los suelos de tipo Rendzina, son suelos arcillosos y poco profundos –por debajo de los 25 cm reposando sobre el material calcáreo, con más de 40 % de carbonato de calcio, con un contenido de materia orgánica de entre 6 y 15 % y capacidad de intercambio catiónico de 20 a 45 meq/100g de suelo. Estos presentan fase ísica (lítica somera), pero no química y tienen buen drenaje. Son moderadamente susceptibles a la erosión.

Existen diferentes tipos de suelos presentes en el Estado de Quintana Roo, de los cuales los más representativos:

- Rendzina (E). Los suelos que se conocen como rendzinas se caracterizan por presentar un sencillo perfil, conformado por solo un estrato que se denomina horizonte "A" mólico, de no más de 50 cm de espesor, el cual reposa sobre material calcáreo, con más del 405 de carbonato de calcio. Es común observar una clara asociación con los litosoles, son los que ocupan la mayor parte de su extensión superficial, apareciendo también casi en todas las distintas porciones territoriales que lo integran.

- Litosol (I). son suelos excesivamente delgados que no tienen más de 10 cm de espesor, independientemente de cualquier de otra característica o rasgo morfológico que ellos pudieran presentar. Los litosoles se denominan localmente Chaltun, cuando se trata de la coraza calcárea expuesta y Tsek'el, que se refiere a suelos muy someros y con abundante pedregosidad. suelos que varían en su color, habiéndolos negros, rojos y cafés en diversas tonalidades, lo mismo que sucede con la textura, que en algunos casos se distingue por ser de migajón arenoso con apenas el 10% de arcilla, y en otros por ser migajón arcilloso con aproximadamente el 30%; o también con la materia orgánica, la capacidad de intercambio catiónico y de más características que se pudieran considerar.

- Solonchak (Z). De acuerdo con su definición, los suelos denominados solon-chác se distinguen por la presencia de un horizonte sálico (rico en sales solubles) dentro de la porción del perfil comprendida desde su superficie hasta una profundidad de 50 cm, lo cual se determina considerando las especificaciones relativas a los valores de la conductividad eléctrica en el extracto de saturación del suelo, tal como lo establece la clave del sistema de clasificación de suelos de la FAO/UNESCO modificado.

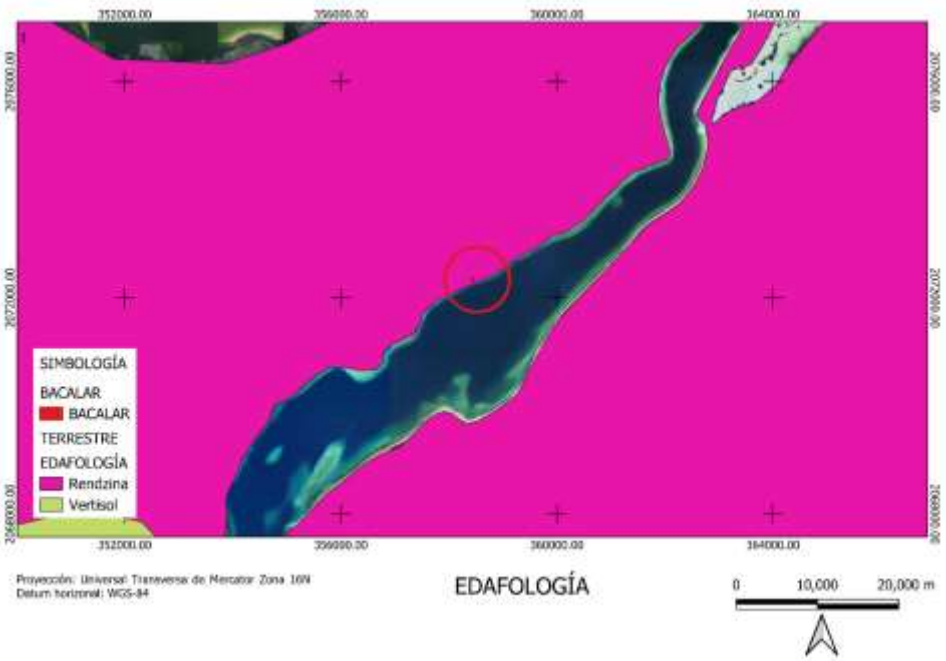
El proyecto se ubica en el municipio de Bacalar, Quintana Roo, el cual presenta condiciones edafológicas características de la planicie kárstica de la Península de Yucatán. Los suelos se han desarrollado sobre roca caliza altamente fracturada y karstificada, con escasa acumulación de materiales finos y limitado desarrollo de horizontes pedogenéticos debido a la reducida profundidad efectiva del perfil y a la proximidad del sustrato rocoso.

La unidad edafológica identificada corresponde a Rendzina (Rc), suelo que se desarrolla directamente sobre materiales calcáreos de origen marino y que se caracteriza por presentar un perfil somero, generalmente menor a 50 cm de profundidad, con un horizonte superficial oscuro enriquecido en materia orgánica y una elevada saturación de bases. Estos suelos poseen una textura que varía de media a fina en el horizonte superficial, con abundante presencia de

fragmentos de roca caliza y afloramientos rocosos, lo que limita su profundidad efectiva y condiciona su capacidad de almacenamiento de agua.

Las Rendzinas presentan, en términos generales, una fertilidad natural de moderada a alta debido a su elevado contenido de calcio y materia orgánica; sin embargo, su reducida profundidad, la pedregosidad superficial y la cercanía del sustrato calcáreo restringen el desarrollo radicular de especies de gran porte y aumentan su susceptibilidad a procesos de degradación cuando la cobertura vegetal es removida. Este tipo de suelo es característico de las regiones cársticas de la Península de Yucatán, donde la interacción entre el clima tropical, la roca caliza y los procesos de disolución ha dado lugar a perfiles edáficos poco evolucionados y discontinuos.

Figura 3.12 Edafología de la región



3.3.8 Provincia Fisiográfica

De acuerdo con el levantamiento fisiográfico adoptado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2002), el área de estudio se localiza dentro de la provincia fisiográfica denominada como Península de Yucatán, la cual se encuentra dividida en tres subprovincias: 62 Carso Yucateco, 63 Carso y Lomeríos de Campeche y 64 Costa Baja de Quintana Roo, siendo la primera de ellas la correspondiente al predio en estudio. Esta subprovincia está formada en una losa calcárea cuya topografía se caracteriza por la presencia de carsticidad, ligera pendiente descendente hacia el Este y hacia el Norte hasta el nivel del mar; con un relieve ondulado en el que se alternan crestas y depresiones; con elevaciones máximas de 22 m en su parte Suroeste. Cabe mencionar que dichas subprovincias están integradas por un sistema de topo formas, las cuales pueden variar desde sierras altas hasta llanuras costeras. La clase de sistema de topo forma más común en el área de interés es la llanura rocosa en asociación con lomeríos y fase de piso rocoso o cementado, la cual se extiende sobre el extremo noreste del Estado de Quintana Roo abarcando el corredor Cancún-Tulum. La Provincia Fisiográfica Península de Yucatán constituye una extensa unidad geomorfológica localizada en el sureste de México, que abarca la totalidad de los estados de Yucatán y Quintana Roo, así como gran parte de Campeche. Se caracteriza por presentar una plataforma carbonatada de origen sedimentario marino, conformada principalmente por rocas calizas del Cenozoico. El relieve es predominantemente plano a

suavemente ondulado, con pendientes generalmente menores al 5 % y altitudes reducidas. La elevada permeabilidad de las calizas favorece la infiltración del agua y el desarrollo de un sistema hidrológico subterráneo dominado por procesos de karstificación, manifestados mediante cenotes, dolinas, úvalas, cavernas y conductos de disolución. La ausencia de corrientes superficiales permanentes constituye una de sus características más distintivas. En la zona costera se desarrollan planicies litorales, lagunas costeras, humedales, manglares y sistemas de dunas, mientras que hacia el interior predominan extensas planicies kársticas cubiertas por selvas tropicales. Esta provincia fisiográfica representa una de las regiones kársticas más extensas e importantes de América, debido a su relevancia hidrológica, ecológica y geomorfológica.

Figura 3.13 Provincia fisiográfica



3.3.9 Subprovincia Fisiográfica

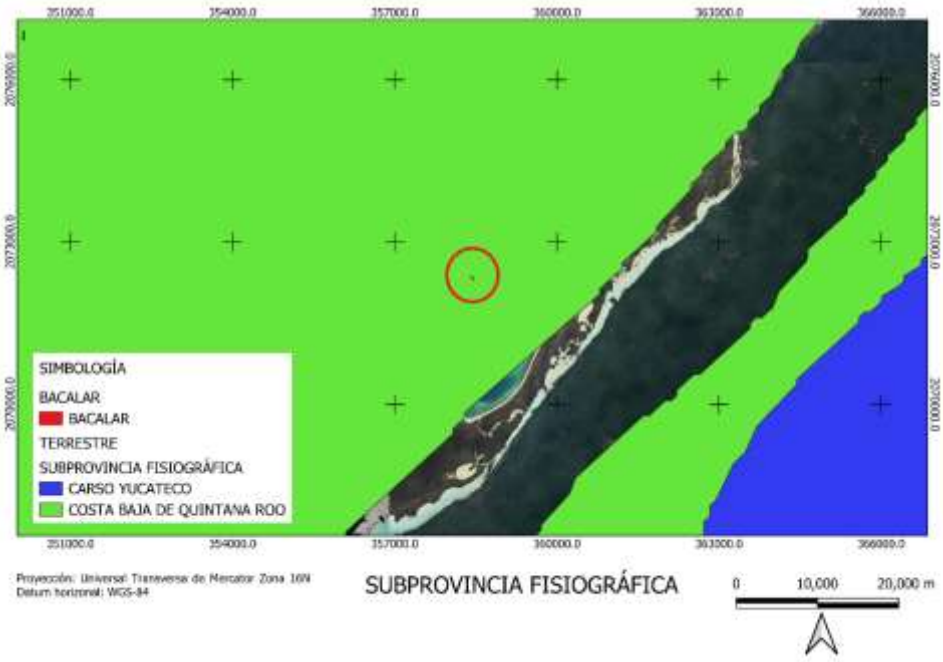
El área de estudio se localiza dentro de la Provincia Fisiográfica Península de Yucatán, una extensa unidad geomorfológica que comprende los estados de Yucatán, Campeche y Quintana Roo. Esta provincia se caracteriza por su origen sedimentario marino, dominado por rocas carbonatadas altamente permeables que han favorecido el desarrollo de un relieve kárstico de gran complejidad. Entre sus rasgos distintivos destacan la escasa presencia de corrientes superficiales permanentes, la abundancia de cenotes, dolinas, cavernas y conductos subterráneos, así como una topografía predominantemente plana con ligeras variaciones altitudinales. El proyecto se ubica dentro de la Subprovincia Fisiográfica Costa Baja de Quintana Roo.

Subprovincia Fisiográfica Costa Baja de Quintana Roo: se extiende a lo largo del litoral oriental del estado. Se caracteriza por presentar una planicie costera de muy baja altitud y pendientes mínimas, modelada por la interacción de procesos marinos, eólicos y kársticos. El relieve está conformado por cordones litorales, barras arenosas, playas, lagunas costeras, marismas, manglares y depresiones inundables. El sustrato geológico se compone principalmente de sedimentos carbonatados recientes y calizas someras, altamente permeables, que favorecen la conexión entre el acuífero regional y los ecosistemas costeros. Las condiciones geomorfológicas

e hidrológicas propician la presencia de extensos humedales, zonas de inundación temporal y ambientes de transición entre los sistemas terrestres y marinos.

Subprovincia Fisiográfica Carso Yucateco: formando parte de la Provincia Fisiográfica Península de Yucatán y se caracteriza por un relieve desarrollado sobre una plataforma de rocas calizas altamente permeables de origen marino. Su morfología está controlada por intensos procesos de disolución kárstica, que han dado lugar a geoformas como cenotes, dolinas, depresiones cerradas, cavernas y sistemas de drenaje subterráneo. El relieve es predominantemente plano a suavemente ondulado, con pendientes muy bajas y escasa expresión topográfica. La infiltración constituye el principal mecanismo de circulación del agua, por lo que las corrientes superficiales permanentes son prácticamente inexistentes. Los suelos suelen ser someros, pedregosos y discontinuos, desarrollados directamente sobre el sustrato calcáreo. Esta subprovincia alberga una estrecha interacción entre los procesos geológicos, hidrológicos y ecológicos, favoreciendo el establecimiento de selvas tropicales, humedales y ecosistemas costeros que dependen del acuífero regional.

Figura 3.14 Subprovincias Fisiográficas



3.3.10 Región Hidrológica Administrativa

La península de Yucatán forma una de las plataformas de piedra caliza más grandes del mundo, abarca más de 250,000 km² y un espesor de más de 2.5 Km en algunas zonas. La península es el resultado de un proceso de deposición de carbonato de calcio de origen orgánico por millones de años a lo largo de los cuales se presentaron varias eras glaciares que provocaron que los niveles oceánicos aumentaran y disminuyeran, en promedio 120 m, sumergiendo y descubriendo la plataforma continental. A este proceso se atribuye la formación de cuevas y cenotes.

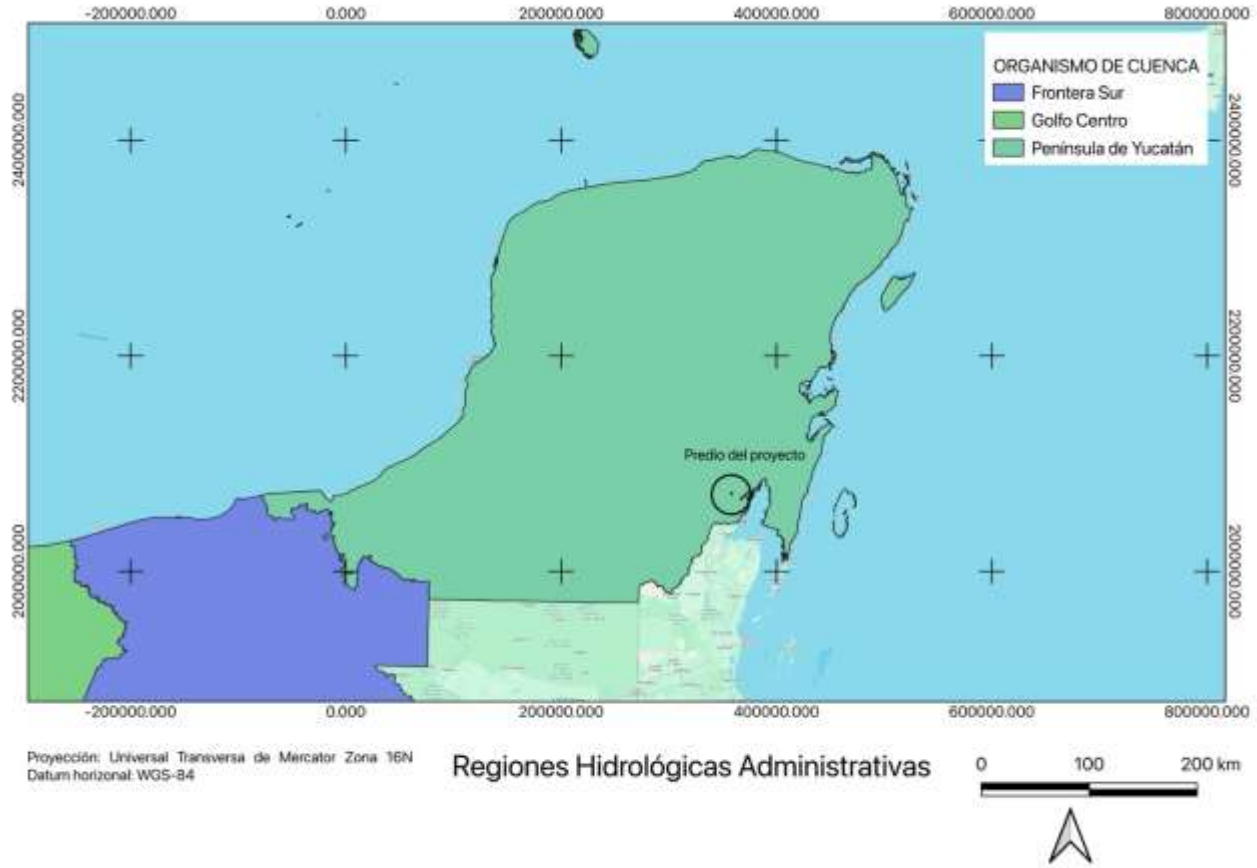
Tal como se indicó previamente, en la zona no existen corrientes superficiales y los cuerpos de agua que se aprecian en la superficie corresponden a aguadas o akalchés, y lagunas. Existen también cuerpos de agua intermitente y perenne.

Una de las particularidades de esta región, es que pueden apreciarse afloramientos de corrientes subterráneas en las cercanías del litoral como es el caso de los parques turísticos de Xcaret y Xel-

ha, así como en las inmediaciones de Xpu-ha, al sur de Playa del Carmen o en la zona de Xcalacoco y del parque turístico Tres Ríos al norte de la cabecera municipal. Como se indicó previamente, también existen algunos cuerpos lagunares en la porción Sureste y Suroeste del Municipio.

De manera general, la condición socioambiental de las cuencas de México es diversa, en este caso, la particularidad de las características geológicas, climatológicas y demás de la península de Yucatán, hace que esto sea el motivo por la cual es parte de las 13 cuencas que concentran el 75 por ciento de la población del país, derivado de su importancia y magnitud por supuesto.

Figura 3.15 Region Hidrológica Administrativa



De manera complementaria, se considera que anualmente en Quintana Roo se precipitan alrededor de 62’888.000.000 m3 de agua de lluvia. De la cual el 77.76 % que se infiltra (48 901.000.000 m³) es retenida por las rocas que se encuentran arriba de la superficie freática, misma que posteriormente es extraída por los procesos de evapotranspiración; el otro 22.24 % constituye la recarga efectiva del manto freático, lo que equivale a unos 13.987.000.000 m³. Asimismo, el manto freático en la zona de interés se encuentra a 6-8 m de profundidad y tiene un espesor de 50 m. Por otro lado, en la zona no se encuentra ningún pozo de captación de agua (INEGI, 2001).

Las rocas calcáreas del área están afectadas por disolución que indica la existencia de alta permeabilidad. Debido a la precipitación pluvial, la estrategia y la morfología se conforman acuíferos de tipo libre su recarga se debe a la infiltración del agua de lluvia, se explota por medio

de pozos, norias y cenotes. La dirección del flujo es de oeste a este, hacia la costa. La calidad del agua es tolerante, con manifestación de dulce y salada.

El proyecto se ubica en una unidad geohidrica con altas posibilidades de consolidar el material. Esta unidad está constituida: por rocas calcáreas de estratos delgados a gruesos, alto contenido fosilífero, presencia de cavernas formadas por disolución, alta permeabilidad y fracturamiento moderado.

Dos de los sistemas subterráneos más largos a nivel mundial se ubican en Quintana Roo, Nohoch Nah Chich en el centro del estado de aproximadamente 68 Km. y dos ojos (Ejido Jacinto Pat) de 61 Km., el predio se ubica entre el sistema de cavernas Nohoch Nah Chich, y el llamado cenote carwash, del lado este de la carretera Tulum - Coba aproximadamente a 5 kilómetros al sur del predio.

El acuífero se encuentra en rocas calizas del Terciario y Cuaternario y depósitos de litoral de este último período, con permeabilidad alta en material consolidado en la mayor parte de la entidad, excepto en su parte Suroeste que es de permeabilidad media; así como también en una pequeña franja al Norte en material no consolidado.

Se trata de un acuífero de tipo freático con marcada heterogeneidad respecto de sus características hidráulicas. La mayor parte de la superficie del estado, son de llanuras, que presentan notable desarrollo cárstico al que debe su gran permeabilidad secundaria, manifestándose en la superficie en forma de cenotes; en tanto que en el área de lomeríos está menos desarrollada que en la llanura y no muestra manifestaciones importantes en la superficie del terreno.

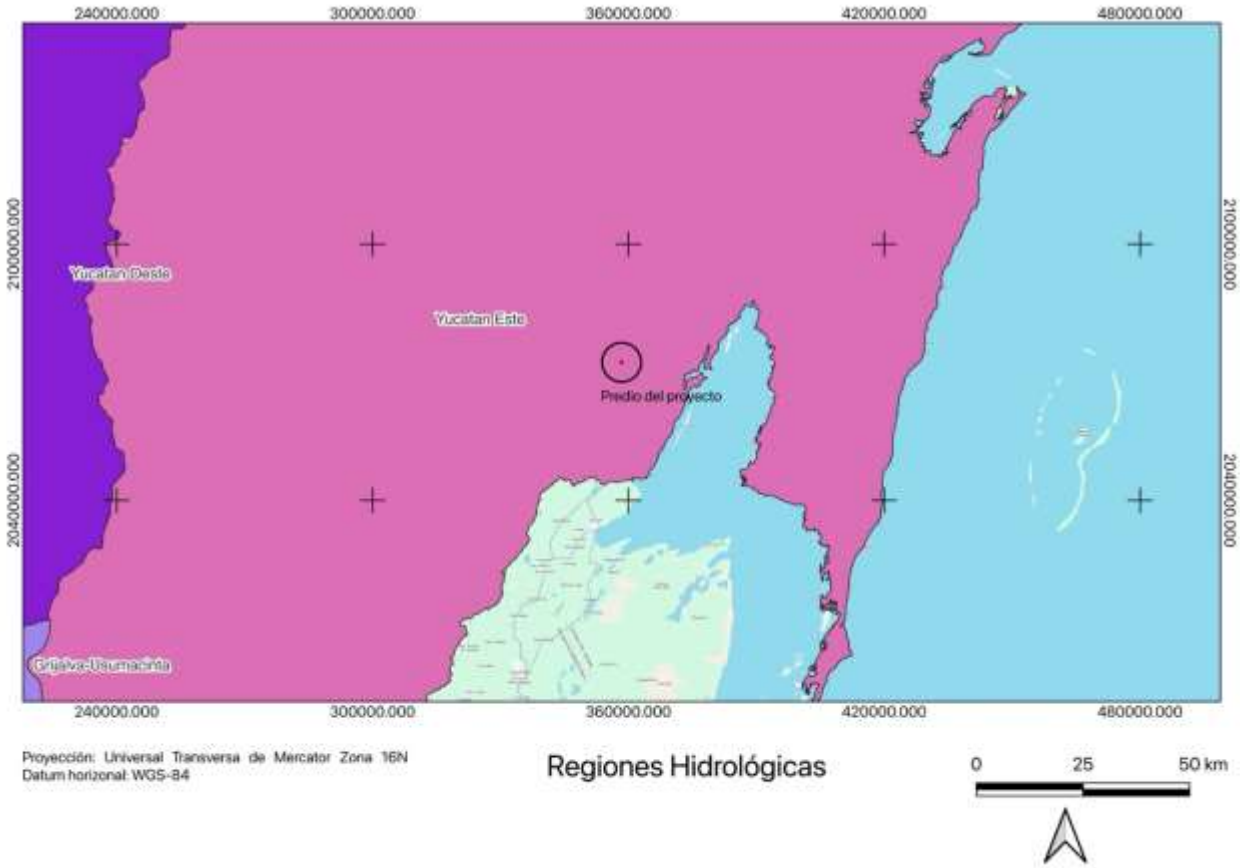
El modelo conceptual que permite explicar el flujo del agua subterránea en el estado de Quintana Roo. Se fundamenta en las diferencias altitudinales y las características cársticas del sustrato, se considera que el agua subterránea se mueve de las zonas de mayor precipitación hacia la costa. En los estratos consolidados la porosidad primaria puede alcanzar valores hasta del 10%, siendo el principal almacenamiento del agua en el karst y las fracturas el principal conducto para su desplazamiento

3.3.11 Region Hidrológica

La Región Hidrológica No. 32 **Yucatán Este** donde se localiza el predio, se encuentra en la porción oriental de la Península de Yucatán y comprende gran parte del estado de Quintana Roo. Se caracteriza por desarrollarse sobre una plataforma carbonatada de origen sedimentario marino, integrada principalmente por rocas calizas altamente permeables que favorecen la infiltración del agua y limitan la formación de corrientes superficiales permanentes. La dinámica hidrológica está dominada por el flujo subterráneo a través de un extenso sistema acuífero kárstico interconectado, donde los procesos de disolución han dado origen a cenotes, dolinas, cavernas y conductos subterráneos.

La región 32 presenta una estrecha interacción entre el acuífero, los humedales, lagunas costeras, manglares y ecosistemas marinos del Caribe Mexicano. Debido a su elevada permeabilidad y a la reducida capacidad de filtración natural de los suelos, esta región posee una alta vulnerabilidad a la contaminación de las aguas subterráneas.

Figura 3.16 Region Hidrológica



Desde el punto de vista fisiográfico e hidrológico, la RH-33 se desarrolla sobre una plataforma calcárea altamente permeable, donde la precipitación se infiltra rápidamente al subsuelo, favoreciendo el predominio de flujos subterráneos sobre los escurrimientos superficiales. Como consecuencia, los ríos son escasos y de corta longitud, mientras que el agua subterránea constituye el principal componente del sistema hidrológico regional. La región se divide en dos cuencas principales:

- 33A Bahía de Chetumal y Otras, caracterizada por la presencia de humedales, lagunas, zonas pantanosas y los principales escurrimientos superficiales de Quintana Roo.
- 33B Cuencas Cerradas, donde predominan los procesos de infiltración, la ausencia de corrientes permanentes y la presencia de lagunas interiores aisladas.

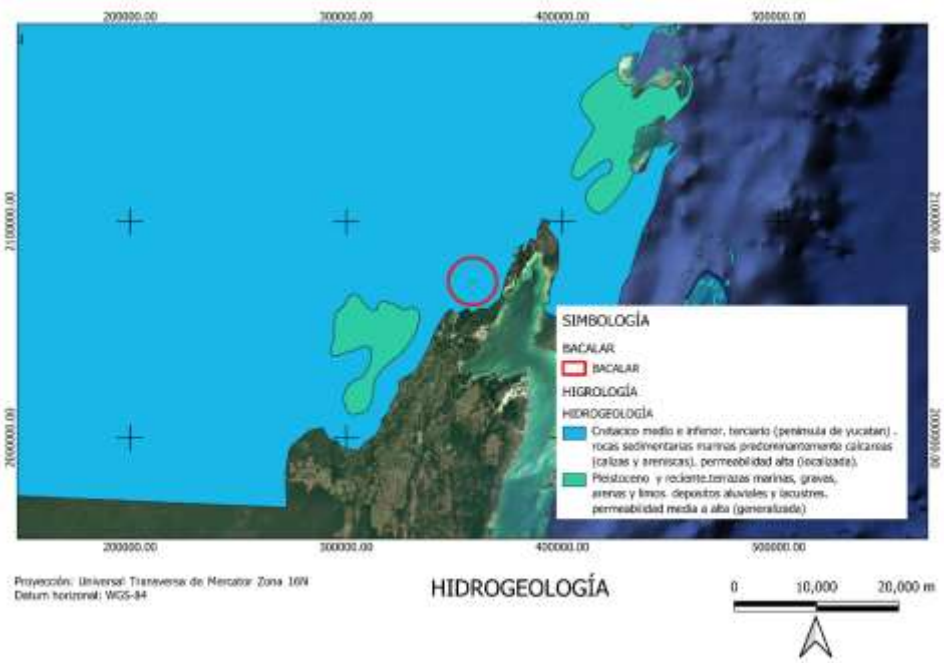
Donde la dinámica hidrológica está controlada principalmente por la recarga pluvial, el flujo subterráneo a través del sistema kárstico y el intercambio de agua dulce y salada en la franja costera.

3.3.11.1 Hidrogeología

El área de estudio se ubica dentro de la unidad hidrogeológica Península de Yucatán, constituida por una secuencia de rocas sedimentarias marinas de edad comprendida entre el Cretácico y el Terciario, predominando materiales carbonatados como calizas y calcarenitas. La dinámica

hidrogeológica se encuentra controlada por procesos de karstificación que han generado una elevada porosidad secundaria y una alta permeabilidad localizada asociada a fracturas, cavernas y conductos de disolución. Estas condiciones favorecen la infiltración de la precipitación pluvial y el desarrollo de un acuífero regional de flujo predominantemente subterráneo, con escasa presencia de drenaje superficial permanente. Debido a la alta permeabilidad del medio geológico, el acuífero presenta una elevada vulnerabilidad a la contaminación y una estrecha interacción con los ecosistemas costeros y humedales de la región.

Figura 3.17 Hidrogeología de la región.



3.4 ASPECTOS BIÓTICOS

3.4.1 Vegetación

La Selva Mediana Subperennifolia (SMSP) constituye uno de los ecosistemas forestales tropicales más representativos del sureste de México y de la Península de Yucatán. Se desarrolla bajo condiciones climáticas cálido-subhúmedas, con precipitaciones anuales generalmente superiores a 1,000 mm y una marcada estacionalidad, caracterizada por una época de lluvias concentrada entre los meses de mayo y octubre y un periodo de sequía que puede prolongarse de cuatro a seis meses. A diferencia de las selvas perennifolias, este tipo de vegetación presenta una pérdida parcial del follaje durante la temporada seca, conservando entre el 50 y el 75 % de su cobertura foliar, condición que le confiere el carácter de subperennifolia y representa una adaptación fisiológica para reducir la pérdida de agua sin interrumpir completamente los procesos fotosintéticos.

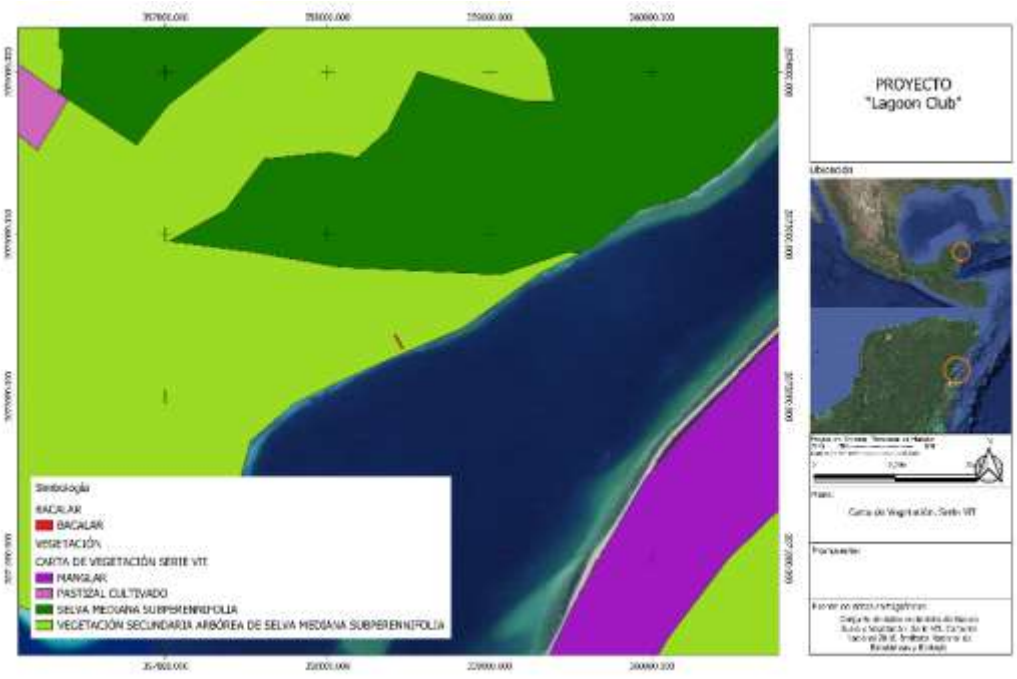
Fisonómicamente, la Selva Mediana Subperennifolia se caracteriza por un dosel continuo cuya altura oscila generalmente entre 15 y 30 m, aunque en condiciones favorables algunos individuos emergentes pueden superar los 35 m. La estructura vertical está bien desarrollada y comprende varios estratos: un estrato superior integrado por árboles dominantes y emergentes, un estrato medio con especies tolerantes a condiciones de menor luminosidad, un estrato arbustivo conformado por individuos juveniles y especies de porte bajo, y un estrato herbáceo cuya cobertura

suele ser discontinua debido al sombreado ejercido por el dosel. La presencia de lianas leñosas, bejucos, epífitas y hemiepífitas es frecuente, contribuyendo a incrementar la complejidad estructural y funcional del ecosistema.

Los suelos sobre los que se establece esta comunidad vegetal son predominantemente de origen calizo, desarrollados sobre la plataforma carbonatada característica de la Península de Yucatán. Se trata de suelos generalmente someros, pedregosos y altamente permeables, entre los que destacan Leptosoles y Rendzinas, cuya limitada profundidad efectiva es compensada por la capacidad de numerosas especies para desarrollar sistemas radicales superficiales o penetrar a través de grietas y fracturas de la roca caliza. La elevada permeabilidad favorece una rápida infiltración del agua de lluvia, por lo que la disponibilidad hídrica depende principalmente de la precipitación estacional y del acceso de las raíces al agua almacenada en el subsuelo kárstico.

En cuanto a la riqueza florística, la Selva Mediana Subperennifolia presenta una elevada diversidad de especies arbóreas y arbustivas adaptadas a las condiciones edáficas y climáticas de la región. Entre las especies más representativas se encuentran Brosimum alicastrum (ramón), Manilkara zapota (zapote), Lysiloma latisiliquum (tzalam), Bursera simaruba (chacá), Metopium brownei (chechén), Piscidia piscipula (jabín), Vitex gaumeri (ya'axnik), Sideroxylon salicifolium (tempisque), Lonchocarpus xuul y diversas especies de las familias Fabaceae, Sapotaceae, Rubiaceae, Moraceae y Euphorbiaceae. La composición específica puede variar en función de factores como la profundidad del suelo, el régimen hidrológico, el grado de perturbación y la historia de sucesión ecológica del sitio. Desde el punto de vista ecológico, esta comunidad desempeña funciones esenciales para el mantenimiento de los procesos ambientales de la región. La elevada cobertura arbórea contribuye a la regulación del microclima, disminuyendo la amplitud térmica y favoreciendo la conservación de la humedad ambiental. Asimismo, la producción y acumulación de hojarasca constituye la principal fuente de materia orgánica del suelo, promoviendo el reciclaje de nutrientes en un ambiente caracterizado por la escasa profundidad edáfica y la limitada disponibilidad de elementos minerales. La compleja estructura vegetal proporciona hábitat, refugio, sitios de reproducción y recursos alimenticios para una gran diversidad de especies de mamíferos, aves, reptiles, anfibios e invertebrados, muchas de ellas endémicas o sujetas a alguna categoría de protección. En regiones kársticas como la Península de Yucatán, la Selva Mediana Subperennifolia desempeña además un papel fundamental en la regulación hidrológica. La cobertura vegetal amortigua el impacto directo de las precipitaciones sobre el suelo, favorece la infiltración del agua hacia el acuífero y reduce los procesos de erosión superficial, aspectos particularmente relevantes debido a la ausencia de corrientes superficiales permanentes y a la elevada dependencia del sistema hidrológico subterráneo. Asimismo, esta comunidad constituye un importante reservorio de carbono, contribuyendo a la mitigación del cambio climático mediante el almacenamiento de biomasa aérea y subterránea. En los procesos de sucesiones ecológicas, la Selva Mediana Subperennifolia presenta una notable capacidad de regeneración natural cuando cesan los factores de perturbación; sin embargo, la recuperación de su estructura y composición florística originales puede requerir varias décadas. Las principales amenazas para este ecosistema incluyen el cambio de uso del suelo con fines agropecuarios y urbanos, la fragmentación del hábitat, los incendios forestales, la extracción selectiva de especies maderables y la expansión de la infraestructura turística. Estas perturbaciones modifican la composición de especies, reducen la conectividad ecológica y favorecen el establecimiento de comunidades secundarias con menor complejidad estructural y funcional.

Figura 3.18 Clasificación de la vegetación de acuerdo con la Carta de Uso de Suelo y Vegetación del INEGI. Serie VII



A continuación, se presenta la superficie expresada en metros cuadrados y por hectárea, así como el porcentaje de ocupación de cada una de las condiciones de los usos de suelo y vegetación que prevalecen en este Región Ecológica definido.

Tabla 3. 5. Superficie y porcentaje de ocupación de las condiciones Usos de suelo y vegetación que prevalecen en el Región Ecológica conforme a la serie VII del INEGI.

Clave	Condición de la vegetación y uso del suelo	Superficie		Porcentaje (%)
		m²	Hectáreas	
VSA/SMQ	Vegetación Secundaria Arbórea De Selva Mediana Subperennifolia	25,068.539	2.506	96.087
I.A	Influencia Antrópica	1020.929	0.102	3.913
Suma Total		26,089.468	2.608	100.00

Al realizar el trabajo de campo en el Región Ecológica definido para el proyecto resultó evidente que, aunque en el predio se encuentra por el INEGI como un área de Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subperennifolia en la zona del Región Ecológica se presentan condiciones de superficies similares a la Carta de Uso de Suelo y Vegetación Serie VII.

Así es como la vegetación constituye un factor de análisis y discusión para la delimitación del Región Ecológica, si bien no existe patrones de distribución espacial, bien diferenciados a nivel de

comunidades vegetales, si podemos hablar de tipo de vegetación que se encuentran delimitadas en el Región Ecológica.

Es por esto por lo que, se describen de manera general los tipos de vegetación reportados por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), en su Guía para la Interpretación de Cartografía Uso de Suelo y Vegetación Escala 1: 250,000 Serie VI, respecto a las encontradas en el Región Ecológica definido, donde se ubica el terreno forestal de interés.

El registro de las especies en el Región Ecologica se preparó de acuerdo con la nomenclatura de Carnevali et al. (2010) y se ordenó alfabéticamente por especie. Asimismo, se estandarizó a la reconocida por ITIS (Integrated Taxonomic Information System) por ser la autoridad taxonómica de información a nivel mundial y a la cual México está adherido por intermediación de la Comisión Nacional para Conocimiento de la Biodiversidad (CONABIO). Se incluyen las categorías de forma de vida correspondientes a cada especie y las categorías de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

La unidad hidrogeológica correspondiente al Cretácico Medio e Inferior–Terciario, integrada por rocas sedimentarias marinas predominantemente calcáreas, constituye una de las formaciones geológicas más extensas e importantes de la Península de Yucatán. Estas rocas se originaron en antiguos ambientes marinos someros donde, durante millones de años, se acumularon sedimentos carbonatados compuestos principalmente por restos de organismos marinos, los cuales posteriormente dieron lugar a calizas, calcarenitas y otras rocas carbonatadas de elevada pureza.

Desde el punto de vista hidrogeológico, estas formaciones presentan una alta permeabilidad secundaria, derivada de procesos de fracturamiento, disolución química y karstificación. La circulación prolongada del agua de lluvia ligeramente acidificada ha favorecido la generación de conductos, cavidades, cenotes y sistemas de flujo subterráneo que incrementan significativamente la capacidad de almacenamiento y transmisión del agua. Como resultado, gran parte de la precipitación pluvial se infiltra rápidamente hacia el subsuelo, limitando el desarrollo de corrientes superficiales permanentes y propiciando la existencia de un acuífero regional de gran extensión.

En Quintana Roo estas características favorecen la formación de un sistema hidrogeológico altamente conectado, donde las aguas subterráneas constituyen el principal medio de transporte hídrico. El flujo ocurre predominantemente desde las zonas interiores de recarga hacia la costa del Caribe, descargando a través de manantiales submarinos, humedales, lagunas costeras y manglares. Esta interacción entre el acuífero y los ecosistemas costeros desempeña un papel fundamental en el mantenimiento de los gradientes de salinidad, la productividad biológica y la estabilidad ecológica de los humedales.

Análisis de la composición del estrato vegetal

Para la caracterización de la vegetación presente en el área de estudio de la Manifestación de Impacto Ambiental, se realizaron muestreos sistemáticos dentro del predio del proyecto mediante unidades de observación distribuidas estratégicamente conforme a las condiciones de cobertura y estructura vegetal existentes. Durante el trabajo de campo se registró la composición florística y la distribución de especies en los distintos estratos de vegetación, incluyendo arbóreo, arbustivo y herbáceo. Asimismo, se aplicaron técnicas de análisis ecológico orientadas a determinar la diversidad biológica, riqueza y abundancia de especies presentes. Con la información obtenida se calcularon parámetros dasométricos y ecológicos, tales como densidad, frecuencia, dominancia y Valor de Importancia Relativa (VIR), permitiendo evaluar la estructura y funcionalidad de la comunidad vegetal identificada dentro del sitio del proyecto.

Objetivos

- Identificar los tipos de vegetación presente en el lotee que conforma el predio del proyecto.
- Determinar la distribución y extensión de cada tipo de vegetación identificada.
- Describir las características y estado de conservación de las comunidades vegetales encontradas dentro del predio, a través de los parámetros de riqueza, diversidad, composición y estructura.
- Identificar a las especies de flora que se encuentren dentro de alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- Identificar sitios adecuados para el establecimiento de parcelas permanentes de muestreo para monitorear a mediano plazo el estado de la vegetación.

3.4.2 Metodología del muestreo y análisis de la información

Para efectuar la caracterización de la vegetación y el inventario de los recursos florísticos del predio, se realizó un extenso recorrido por el área. El reconocimiento de la zona fue facilitado por la existencia de brechas de deslinde de propiedades y dentro de los límites del predio de levantamiento topográfico realizado. Asimismo, la vegetación fue caracterizada de acuerdo a criterios fisonómicos, por lo que se realizaron observaciones de los diámetros promedio de las especies a la altura de 1.30 m del suelo, altura promedio de la vegetación y presencia-ausencia de especies caducifolias y perennifolias.

La toma de datos de campo se realizó de acuerdo con las características de la asociación vegetal presente, es decir, para la vegetación de selva mediana se levantó la información de todo el predio. Durante el trabajo de campo, se obtuvieron fotografías de la zona, se realizaron recorridos en brechas que ya existían en el predio para verificar los límites de la propiedad, reconocer el tipo y las condiciones de la vegetación presente, a partir de sus diferencias fisonómicas y para identificar evidencias de usos y perturbaciones previas en la vegetación.

El listado de las especies observadas dentro del predio se preparó de acuerdo con la nomenclatura propuesta por Carnevalli et al., (2010), avalado por CONABIO y se ordenó alfabéticamente por familias y especies. Se incluyen las categorías de forma de vida correspondientes a cada especie y las categorías de protección de acuerdo con la NOM–059–SEMARNAT–2010. Así como el listado reportado para la Península de Yucatán (Sosa, et al. 1985). Se incluyen las categorías de forma de vida correspondientes a cada especie y las categorías de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Descripción del método de muestreo:

- Registro de todos los árboles con DN ≥ de 5.5 cm. En esta unidad de muestreo se tomaron datos del nombre común, DAP, altura total y condición del árbol; con el objetivo de definir el número de árboles y área basal por hectárea.
- Los árboles jóvenes y arbustos con DN dentro de un rango desde 3 cm hasta 5.4 cm. En esta subunidad de muestreo se registró el nombre común, la altura total y el DAP.
- 5 m2 para registrar los individuos juveniles y plántulas correspondientes a la regeneración natural (herbáceas), así como de aquellos individuos que se desarrolló en su estadio herbáceo.

Con los datos de los individuos vivos que se registraron durante el muestreo, se realizó un análisis en gabinete para describir la estructura y composición de la vegetación, utilizando el Valor de

Importancia Relativa (VIR) y la distribución del área basal como indicadores de las condiciones de la vegetación. Para lo anterior, se utilizan las siguientes fórmulas:

$$\text{Densidad relativa} = \frac{\text{Número de individuos de la especie x}}{\text{Total, de individuos de todas las especies}} \times 100$$

$$\text{Frecuencia relativa} = \frac{\text{Frecuencia de la especie x}}{\text{Total, de las frecuencias de todas las especies}} \times 100$$

$$\text{Dominancia relativa} = \frac{\text{Área basal de la especie x}}{\text{Área basal de todas las especies}} \times 100$$

En el caso de no contar con área basal, sólo se consideran densidad y frecuencia.

Por último, se estimó el valor de importancia relativa de cada especie (VIR = DR + FR + DMR).

Área basal

El área basal es la superficie de la sección transversal del tallo de un árbol a la altura del pecho. El área basal (AB) se calcula mediante el diámetro a la altura del pecho, según la siguiente fórmula:

$A.B. = D^2 * ¼\ \pi\ y$

En donde:

AB = Área basal

D^2 = Diámetro a 1.30 m del suelo (en metros) al cuadrado

¼ π =Un cuarto de Pi (3.1416)/4

El área basal de una categoría diamétrica, de un grupo diamétrico o de todo el predio es igual a la suma de las áreas basales de todos los árboles considerados en cada caso.

3.4.3 Estratificación

La caracterización de la vegetación se realizó mediante un inventario forestal, diferenciando los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo, con el propósito de determinar la composición florística, la estructura de la vegetación y los parámetros ecológicos de la comunidad presente en el predio.

Para los estratos arbóreo y arbustivo se efectuó un censo al 100 % de los individuos presentes dentro de la superficie del predio. Durante el recorrido de campo se identificó cada ejemplar a nivel de especie y se registraron las variables dasométricas correspondientes. Asimismo, cada individuo censado fue marcado mediante una numeración consecutiva para facilitar su identificación y evitar duplicidades durante el levantamiento de la información

La evaluación del estrato herbáceo se realizó mediante un muestreo sistemático, estableciendo cinco unidades de muestreo de 1 m² distribuidas de manera uniforme y representativa dentro del predio. En cada cuadrante se registró la composición florística y el número de individuos presentes, incluyendo tanto las especies herbáceas como la regeneración natural de especies arbóreas y arbustivas que, por sus dimensiones, correspondían a este estrato.

Las unidades de muestreo fueron señalizadas en campo mediante estacas para facilitar su localización y verificación durante el desarrollo del inventario. La información obtenida permitió estimar los parámetros estructurales de la vegetación, incluyendo densidad, frecuencia, dominancia y área basal, así como calcular los índices ecológicos empleados para evaluar la composición, estructura y diversidad de la comunidad vegetal presente en el predio.

La aplicación de un censo en los estratos arbóreo y arbustivo fue factible debido a la superficie del predio y a la densidad de individuos presentes, lo que permitió obtener información completa de dichos componentes. En contraste, para el estrato herbáceo se empleó un muestreo sistemático mediante cuadrantes, debido a la elevada abundancia de individuos y a la distribución continua de este estrato, metodología que permite obtener estimaciones representativas de su composición y abundancia con un esfuerzo de muestreo adecuado.

Figura 3.19 Trabajo de toma de datos en campo.





Tabla 3.6 Conteo de especies y ejemplares dentro del muestreo por estrato.

EJEMPLARES POR ESTRATO				
ESPECIE	**NOMBRE**	**ARBOLES**	**ARBUSTOS**	**HERBACEO**
Spondias mombin	Ciruela de monte	1	0	0
Melicoccus oliviformis	Guaya de monte	2	0	0
Cecropia peltata	Guarumo	3	1	0
Brosimum alicastrum	Ramon	12	0	13
Cascabela gaumeri	Akits	1	0	2
Simarouba amara	Negrito	1	0	0
Citrus × paradisi	Toronja	1	0	0
Piscidia piscipula	Jabin	5	9	14
Manilkara zapota	Zapote	1	0	3
Ehretia tinifolia	Roble	2	0	0
Lysiloma latisiliquum	Tzalam	12	0	9
Bursera simaruba	Chacá	1	1	6
Pouteria sapota	Mamey	1	0	0
Solanum nigrum	Hierba del pollo	0	0	13
Sabal mexicana	Palma Guano	3	0	3
Cascabela gaumeri	Akits	0	0	2
Hamelia patens	Coralillo	0	0	14
Bauhinia macranthera	Pata de Cabra	0	0	7
Capsicum annuum L. var. glabriusculum	Chile max	0	0	1
Carica papaya	Papaya de monte	0	0	3

Extrapolando la información obtenida al total del predio se puede estimar la cantidad de estas especies de la siguiente forma:

Tabla 3.7 Conteo de especies y ejemplares dentro del muestreo por estrato por hectárea.

EJEMPLARES POR ESTRATO X HA				
ESPECIE	**NOMBRE**	**ARBOLES**	**ARBUSTOS**	**HERBACEO**
Spondias mombin	Ciruela de monte	9	0	0
Melicoccus oliviformis	Guaya de monte	18	0	0
Cecropia peltata	Guarumo	27	13	0
Brosimum alicastrum	Ramon	106	0	163
Cascabela gaumeri	Akits	9	0	25
Simarouba amara	Negrito	9	0	0
Citrus × paradisi	Toronja	9	0	0
Piscidia piscipula	Jabin	44	113	175
Manilkara zapota	Zapote	9	0	38
Ehretia tinifolia	Roble	18	0	0
Lysiloma latisiliquum	Tzalam	106	0	113
Bursera simaruba	Chacá	9	13	75
Pouteria sapota	Mamey	9	0	0
Solanum nigrum	Hierba del pollo	0	0	163
Sabal mexicana	Palma Guano	27	0	38
Cascabela gaumeri	Akits	0	0	25
Hamelia patens	Coralillo	0	0	175
Bauhinia macranthera	Pata de Cabra	0	0	88
Capsicum annuum L. var. glabriusculum	Chile max	0	0	13
Carica papaya	Papaya de monte	0	0	38

3.4.4 Área Basal

Los resultados del cálculo de área basal muestran que la estructura del arbolado está definida principalmente por un reducido número de especies que concentran la mayor ocupación del espacio forestal. El estrato arbóreo registró un área basal total de **2.5349 m²** en la superficie de muestreo, equivalente a **22.4326 m²/ha**, mientras que el estrato arbustivo presentó un valor de **0.0492 m²**, correspondiente a **0.4351 m²/ha**, evidenciando una contribución estructural considerablemente menor.

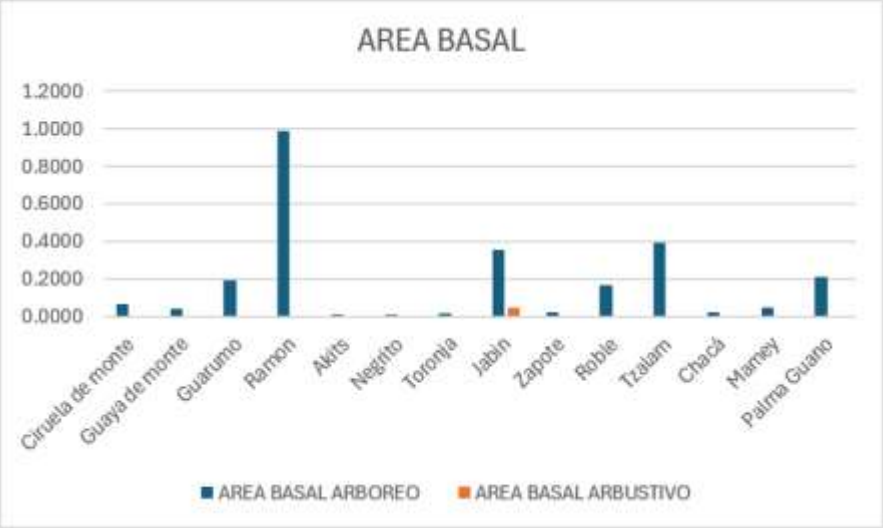
Tabla 3.8 Estimación del área basal.

CALCULO DE ÁREA BASAL					
ESPECIE	**NOMBRE**	**AREA BASAL ARBOREO**	**AREA BASAL ARBUSTIVO**	**ARBOL X HA^2**	**ARBUSTO X HA^2**
Spondias mombin	Ciruela de monte	0.066052	0.000000	0.584532	0.000000
Melicoccus oliviformis	Guaya de monte	0.040841	0.000000	0.361423	0.000000
Cecropia peltata	Guarumo	0.189360	0.000707	1.675752	0.006255
Brosimum alicastrum	Ramon	0.989447	0.000000	8.756167	0.000000
Cascabela gaumeri	Akits	0.011310	0.000000	0.100086	0.000000
Simarouba amara	Negrito	0.009503	0.000000	0.084100	0.000000
Citrus × paradisi	Toronja	0.015394	0.000000	0.136229	0.000000
Piscidia piscipula	Jabin	0.353666	0.045632	3.129784	0.403821
Manilkara zapota	Zapote	0.022698	0.000000	0.200868	0.000000
Ehretia tinifolia	Roble	0.166898	0.000000	1.476969	0.000000
Lysiloma latisiliquum	Tzalam	0.389715	0.000000	3.448810	0.000000
Bursera simaruba	Chacá	0.022698	0.002827	0.200868	0.025022
Pouteria sapota	Mamey	0.045239	0.000000	0.400345	0.000000
Sabal mexicana	Palma Guano	0.212058	0.000000	1.876619	0.000000
TOTALES		**2.5349**	**0.0492**	**22.4326**	**0.4351**

La especie Brosimum alicastrum (ramón) aportó la mayor área basal del estrato arbóreo, con **0.9894 m²** (8.7562 m²/ha), representando aproximadamente el 39 % del área basal total, lo que refleja la presencia de individuos de diámetros relativamente grandes y su papel como una de las especies estructuralmente dominantes del sitio.

En orden de importancia le siguieron Lysiloma latisiliquum (tzalam), con **0.3897 m²** (3.4488 m²/ha); Piscidia piscipula (jabín), con **0.3537 m²** (3.1298 m²/ha); Sabal mexicana (palma guano), con **0.2121 m²** (1.8766 m²/ha); Cecropia peltata (guarumo), con **0.1894 m²** (1.6758 m²/ha); y Ehretia tinifolia (roble), con **0.1669 m²** (1.4770 m²/ha). El resto de las especies presentó aportaciones individuales inferiores a **0.60 m²/ha**, indicando una menor participación en la conformación de la estructura del arbolado.

Figura 3.20 Grafico de la estimación del área basal por especie en los sitios de muestreo.



En el estrato arbustivo, la contribución al área basal fue reducida, destacando *Piscidia piscipula* con **0.0456 m²** (0.4038 m²/ha), valor que representa más del 90 % del área basal de este estrato. Las especies *Bursera simaruba* y *Cecropia peltata* registraron aportaciones marginales, lo que confirma que la ocupación del espacio basal se concentra principalmente en el componente arbóreo.

En conjunto, estos resultados indican que la estructura horizontal de la vegetación se encuentra dominada por individuos arbóreos de mediano y gran diámetro, siendo *Brosimum alicastrum*, *Lysiloma latisiliquum* y *Piscidia piscipula* las especies con mayor influencia en la conformación del rodal. La baja participación del estrato arbustivo en el área basal es consistente con comunidades donde el dosel arbóreo constituye el principal componente estructural, mientras que el sotobosque se desarrolla con individuos de diámetros reducidos y, por ende, con menor contribución al área basal total.

3.4.5 Composición De Especies

Con el propósito de conocer el estado que guarda la cobertura vegetal y las especies que se distribuyen en el área de interés, se realizaron recorridos en el terreno para registrar las especies arbóreas, arbustivas y herbáceas más conspicuas observadas directamente, con el fin de conformar un listado florístico de la vegetación que interactúa en el predio de interés.

Dentro del predio y con ayuda de los muestreos realizados, se encontraron con las especies a continuación.

Tabla 3.9 Especies que componen el estrato vegetal del predio.

EJEMPLARES POR ESTRATO		
ESPECIE	**NOMBRE**	**NOM - 059- SEMARNAT**
Spondias mombin	Ciruela de monte	-
Melicoccus oliviformis	Guaya de monte	-
Cecropia peltata	Guarumo	-
Brosimum alicastrum	Ramon	-
Cascabela gaumeri	Akits	-
Simarouba amara	Negrito	-

EJEMPLARES POR ESTRATO		
ESPECIE	**NOMBRE**	**NOM - 059- SEMARNAT**
Citrus × paradisi	Toronja	-
Piscidia piscipula	Jabin	-
Manilkara zapota	Zapote	-
Ehretia tinifolia	Roble	-
Lysiloma latisiliquum	Tzalam	-
Bursera simaruba	Chacá	-
Pouteria sapota	Mamey	-
Solanum nigrum	Hierba del pollo	-
Sabal mexicana	Palma Guano	-
Cascabela gaumeri	Akits	-
Hamelia patens	Coralillo	-
Bauhinia macranthera	Pata de Cabra	-
Capsicum annuum	Chile max	-
Carica papaya	Papaya de monte	-

El inventario forestal evidenció una alta riqueza de especies, sin embargo, no se encontró ninguna especie dentro de la NOM-059-SEMARNAT.

3.4.6 Densidad Absoluta

Tabla 3.10 Estimación de las especies por hectárea.

EJEMPLARES POR ESTRATO X HA				
ESPECIE	**NOMBRE**	**ARBOLES**	**ARBUSTOS**	**HERBACEO**
Spondias mombin	Ciruela de monte	9	0	0
Melicoccus oliviformis	Guaya de monte	18	0	0
Cecropia peltata	Guarumo	27	13	0
Brosimum alicastrum	Ramon	106	0	163
Cascabela gaumeri	Akits	9	0	25
Simarouba amara	Negrito	9	0	0
Citrus × paradisi	Toronja	9	0	0
Piscidia piscipula	Jabin	44	113	175
Manilkara zapota	Zapote	9	0	38
Ehretia tinifolia	Roble	18	0	0
Lysiloma latisiliquum	Tzalam	106	0	113
Bursera simaruba	Chacá	9	13	75
Pouteria sapota	Mamey	9	0	0
Solanum nigrum	Hierba del pollo	0	0	163
Sabal mexicana	Palma Guano	27	0	38
Hamelia patens	Coralillo	0	0	175
Bauhinia macranthera	Pata de Cabra	0	0	88
Capsicum annuum L. var. glabriusculum	Chile max	0	0	13
Carica papaya	Papaya de monte	0	0	38
TOTAL		**407**	**138**	**1100**

La especie con mayor representación por número de ejemplares por hectárea es el Jabin, que en el estrato arbóreo cuenta con 44 ejemplares, 113 en el arbustivo y 175 en el herbáceo.

El estrato herbáceo es el que contiene mayor número de especies y ejemplares de estos, a diferencia del estrato arbóreo donde solo se registró 14 especies.

3.4.7 Densidad Relativa, Dominancia Relativa, Frecuencia Relativa Y Valor De Importancia Ecológica

El predio evaluado en Bacalar presenta una estructura vegetal vertical correspondiente a un sistema forestal secundario con distintos grados de regeneración y perturbación. En el estrato arbóreo, la dominancia ecológica se concentra principalmente en Brosimum alicastrum y Lysiloma latisiliquum, especies que en conjunto determinan la mayor parte de la estructura y funcionalidad del dosel, acompañadas por elementos codominantes como Piscidia piscipula, Sabal mexicana y Cecropia peltata.

En el estrato arbustivo se observa una dominancia muy marcada de Piscidia piscipula, lo que sugiere procesos activos de regeneración o posibles solapamientos entre categorías de estratificación.

El estrato herbáceo, evaluado mediante cinco parcelas de 1 m², presenta una composición dominada por especies pioneras y de amplia tolerancia ecológica como Hamelia patens y Solanum nigrum, además de la presencia de plántulas de especies arbóreas y arbustivas, lo que indica un reclutamiento constante del componente leñoso. En conjunto, la comunidad vegetal refleja un ecosistema en etapa sucesional intermedia, con influencia antropogénica previa, heterogeneidad estructural y dinámica de regeneración activa.

Tabla 3.11 Estimación de densidad relativa, dominancia relativa, frecuencia relativa y valor de importancia ecológica del estrato arbóreo

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SIMPSON											
ESTRATO ARBOREO											
SUPERFICIE (HA)	ID	ESPECIE	NOMBRE COMUN	N	DENSIDAD	DENSIDAD RELATIVA (%)	FRECUENCIA RELATIVA (%)	COBERTURA (%)	DOMINANCIA ABSOLUTA	DOMINANCIA RELATIVA (%)	IVI (%)
0.113	1	Spondias mombin	Ciruela de monte	1	8.849557522	2.083	7.143	2.083	0.021	2.083	11.310
	2	Melicoccus oliviformis	Guaya de monte	2	17.69911504	4.167	7.143	4.167	0.042	4.167	15.476
	3	Cecropia peltata	Guarumo	3	26.54867257	6.250	7.143	6.250	0.063	6.250	19.643
	4	Brosimum alicastrum	Ramon	12	106.1946903	25.000	7.143	25.000	0.250	25.000	57.143
	5	Cascabela gaumeri	Akits	1	8.849557522	2.083	7.143	2.083	0.021	2.083	11.310
	6	Simarouba amara	Negrito	1	8.849557522	2.083	7.143	2.083	0.021	2.083	11.310
	7	Citrus × paradisi	Toronja	1	8.849557522	2.083	7.143	2.083	0.021	2.083	11.310
	8	Piscidia piscipula	Jabin	5	44.24778761	10.417	7.143	10.417	0.104	10.417	27.976
	9	Manilkara zapota	Zapote	1	8.849557522	2.083	7.143	2.083	0.021	2.083	11.310
	10	Ehretia tinifolia	Roble	2	17.69911504	4.167	7.143	4.167	0.042	4.167	15.476
	11	Lysiloma latisiliquum	Tzalam	12	106.1946903	25.000	7.143	25.000	0.250	25.000	57.143
	12	Sabal mexicana	Palma Guano	5	44.24778761	10.417	7.143	10.417	0.104	10.417	27.976
	13	Bursera simaruba	Chacá	1	8.849557522	2.083	7.143	2.083	0.021	2.083	11.310
	14	Pouteria sapota	Mamey	1	8.849557522	2.083	7.143	2.083	0.021	2.083	11.310
TOTAL				48	425	100	100	100	1	100	300

Tabla 3.12 Estimación de densidad relativa, dominancia relativa, frecuencia relativa y valor de importancia ecológica del estrato arbustivo

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SIMPSON											
ESTRATO ARBUSTIVO											
SUPERFICIE (HA)	ID	ESPECIE	NOMBRE COMUN	N	DENSIDAD	DENSIDAD RELATIVA (%)	FRECUENCIA RELATIVA (%)	COBERTURA (%)	DOMINANCIA ABSOLUTA	DOMINANCIA RELATIVA (%)	IVI (%)
0.113	1	Piscidia piscipula	Jabin	9	79.6460177	81.818	33.333	81.818	0.818	81.818	196.970
	2	Cecropia peltata	Guarumo	1	8.849557522	9.091	33.333	9.091	0.091	9.091	51.515
	3	Bursera simaruba	Chacá	1	8.849557522	9.091	33.333	9.091	0.091	9.091	51.515
TOTAL				11	97	100	100	100	1	100	300

Tabla 3.13 Estimación de densidad relativa, dominancia relativa, frecuencia relativa y valor de importancia ecológica del estrato herbáceo

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SIMPSON											
ESTRATO HERBACEO											
SUPERFICIE (HA)	ID	ESPECIE	NOMBRE COMUN	N	DENSIDAD	DENSIDAD RELATIVA (%)	FRECUENCIA RELATIVA (%)	COBERTURA (%)	DOMINANCIA ABSOLUTA	DOMINANCIA RELATIVA (%)	IVI (%)
0.0005	1	Solanum nigrum	Hierba del pollo	13	26000.00	17.333	12.500	17.333	0.173	17.333	47.167
	2	Sabal mexicana	Palma Guano	3	6000.000	4.000	8.333	4.000	0.040	4.000	16.333
	3	Piscidia piscipula	Jabin	14	28000.00	18.667	16.667	18.667	0.187	18.667	54.000
	4	Cascabela gaumeri	Akits	2	4000.000	2.667	4.167	2.667	0.027	2.667	9.500
	5	Hamelia patens	Coralillo	14	28000.00	18.667	16.667	18.667	0.187	18.667	54.000
	6	Manilkara zapota	Zapote	3	6000.000	4.000	4.167	4.000	0.040	4.000	12.167
	7	Bursera simaruba	Chacá	6	12000.000	8.000	8.333	8.000	0.080	8.000	24.333
	8	Bauhinia macranthera	Pata de Cabra	7	14000.00	9.333	8.333	9.333	0.093	9.333	27.000
	9	Capsicum annuum L. var. glabriusculum	Chile max	1	2000.000	1.333	4.167	1.333	0.013	1.333	6.833
	10	Lysiloma latisiliquum	Tzalam	9	18000.00	12.000	12.500	12.000	0.120	12.000	36.500
	11	Carica papaya	Papaya de monte	3	6000.000	4.000	4.167	4.000	0.040	4.000	12.167
TOTAL				75	150000	100	100	100	1	100	300

De los estratos muestreados, el herbáceo fue el que tuvo una mayor cantidad de especies en el área muestreada en relación con los demás estratos como el Arbustivo con solo tres especies.

3.4.8 Índice De Diversidad

Índice de Shannon-Wiener

En los siguientes cuadros se presentan los valores de diversidad de especies (Índice de Shannon-Wiener) por grupos diamétricos en los tres estratos/grupos encontrados en el predio. La equitatividad (E) puede entenderse como que: tan uniformemente están distribuidos los individuos entre las especies (Newman, 2003).

Esto es, refleja la distribución de individuos entre especies (Clements y Newman, 2002). Se puede medir comparando la diversidad observada en una comunidad contra la diversidad máxima posible de una comunidad hipotética con el mismo número de especies.

La riqueza de especies obtenida en el predio se estimó a partir del Índice de Shannon-Wiener que está expresado por la siguiente formula:

Fórmula para calcular el índice de Shannon Wiener (H'):

$$H' = -\sum pi \ln pi$$

Donde:

H'= contenido de la información de la muestra.

Pi=proporción de la muestra que pertenecen a la especie i.

Para conocer la distribución de los individuos entre las especies registradas por grupo diamétrico se calculó el índice de Equidad de Pielou (Moreno, 2001).

Índice de Equidad de Pielou.

$$E = H/Hmax,$$

Donde:

E=Equidad

H=Diversidad de especies

Hmax= Diversidad de especies máxima= logS

De esta forma, el índice se expresa como H' y contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza de especies), y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia).

Este índice normalmente se refiere con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 1 y 5.

Excepcionalmente puede haber ecosistemas con valores mayores (bosques tropicales, arrecifes de coral) o menores (algunas zonas desérticas). Entre mayor es el índice, mayor es la diversidad.

Tabla 3.14 Estimación de índices de diversidad y equidad del estrato arbóreo

ESTRATO ARBOREO								
SUPERFICIE (HA)	ID	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMUN	INDIVIDUOS TOTALES	p(i) = n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
0.113	1	Anacardiaceae	Spondias mombin	Ciruela de monte	1	0.0208	-3.8712	-0.0807
	2	Sapindaceae	Melicoccus oliviformis	Guaya de monte	2	0.0417	-3.1781	-0.1324
	3	Urticaceae	Cecropia peltata	Guarumo	3	0.0625	-2.7726	-0.1733
	4	Moraceae	Brosimum alicastrum	Ramon	12	0.2500	-1.3863	-0.3466
	5	Apocynaceae	Cascabela gaumeri	Akits	1	0.0208	-3.8712	-0.0807
	6	Simaroubaceae	Simarouba amara	Negrito	1	0.0208	-3.8712	-0.0807
	7	Rutaceae	Citrus × paradisi	Toronja	1	0.0208	-3.8712	-0.0807
	8	Fabaceae	Piscidia piscipula	Jabin	5	0.1042	-2.2618	-0.2356
	9	Sapotaceae	Manilkara zapota	Zapote	1	0.0208	-3.8712	-0.0807
	10	Boraginaceae	Ehretia tinifolia	Roble	2	0.0417	-3.1781	-0.1324
	11	Fabaceae	Lysiloma latisiliquum	Tzalam	12	0.2500	-1.3863	-0.3466
	12	Arecaceae	Sabal mexicana	Palma Guano	5	0.1042	-2.2618	-0.2356
	13	Burseracea	Bursera simaruba	Chacá	1	0.0208	-3.8712	-0.0807
	14	Sapotaceae	Pouteria sapota	Mamey	1	0.0208	-3.8712	-0.0807
TOTAL					48	1	-	-2.1670
I. Shannon H								2.1670
Máxima diversidad del ecosistema H' max =								2.6391
Equitatividad (J) H/H' max =								0.8211

Tabla 3.15 Estimación de índices de diversidad y equidad del estrato arbustivo

ESTRATO ARBUSTIVO								
SUPERFICIE (HA)	ID	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMUN	INDIVIDUOS TOTALES	p(i) = n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
0.113	1	Fabaceae	Piscidia piscipula	Jabin	9	0.81818182	-0.2006707	-0.16418511
	2	Urticaceae	Cecropia peltata	Guarumo	1	0.09090909	-2.39789527	-0.21799048
	3	Burseracea	Bursera simaruba	Chacá	1	0.09090909	-2.39789527	-0.21799048

TOTAL	11	1		-0.60016607
I. Shannon H				0.60016607
Máxima diversidad del ecosistema H' max =				1.09861229
Equitatividad (J) H/H' max =				0.5462947

Tabla 3.16 Estimación de índices de diversidad y equidad del estrato herbáceo

ESTRATO HERBACEO								
SUPERFICIE (HA)	ID	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMUN	INDIVIDUOS TOTALES	p(i) = n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
0.0005	1	Solanaceae	Solanum nigrum	Hierba del pollo	13	0.1733333	-1.75253876	-0.30377338
	2	Arecaceae	Sabal mexicana	Palma Guano	3	0.04	-3.21887582	-0.12875503
	3	Fabaceae	Piscidia piscipula	Jabin	14	0.1866666	-1.67843078	-0.31330708
	4	Apocynaceae	Cascabela gaumeri	Akits	2	0.0266666	-3.62434093	-0.09664909
	5	Rubiaceae	Hamelia patens	Coralillo	14	0.1866666	-1.67843078	-0.31330708
	6	Sapotaceae	Manilkara zapota	Zapote	3	0.04	-3.21887582	-0.12875503
	7	Burseracea	Bursera simaruba	Chacá	6	0.08	-2.52572864	-0.20205829
	8	Fabaceae	Bauhinia macranthera	Pata de Cabra	7	0.0933333	-2.37157796	-0.22134728
	9	Solanaceae	Capsicum annuum L. var. glabriusculum	Chile max	1	0.0133333	-4.31748811	-0.05756651
	10	Fabaceae	Lysiloma latisiliquum	Tzalam	9	0.12	-2.12026354	-0.25443162
	11	Caricaceae	Carica papaya	Papaya de monte	3	0.04	-3.21887582	-0.12875503
TOTAL					75	1	-	-0.44075317
I. Shannon H								0.44075317
Máxima diversidad del ecosistema H' max =								2.39789527
Equitatividad (J) H/H' max =								0.18380835

De acuerdo con los resultados obtenidos a partir de los muestreos de vegetación realizados en campo y del análisis de diversidad mediante el índice de Shannon-Wiener, la comunidad vegetal presente en el área de estudio muestra una composición florística relativamente homogénea entre los diferentes estratos. Sin embargo, se observan variaciones en los niveles de diversidad específica registrados.

Los índices de diversidad calculados para los diferentes estratos de la vegetación evidencian una marcada diferenciación en la complejidad y organización de la comunidad vegetal del predio. El estrato arbóreo presentó el valor más alto del índice de Shannon (H' = 2.17), así como una elevada equitatividad (J = 0.82), lo que indica una comunidad con una composición relativamente diversa y una distribución equilibrada de los individuos entre las especies presentes. En contraste, el estrato arbustivo registró una diversidad baja (H' = 0.60) y una equitatividad intermedia (J = 0.55), reflejando una comunidad donde unas cuantas especies concentran la mayor parte de los individuos. Esta tendencia se acentúa en el estrato herbáceo, el cual presentó el menor valor de diversidad (H' = 0.44) y una equitatividad muy baja (J = 0.18), evidenciando una fuerte dominancia de pocas especies y una distribución desigual de la abundancia, condición característica de estratos sometidos a procesos de regeneración temprana o a condiciones de mayor perturbación.

Estos resultados indican que la complejidad estructural y la diversidad específica aumentan conforme se asciende en la estratificación vertical de la vegetación, siendo el componente arbóreo el que aporta la mayor estabilidad y heterogeneidad al ecosistema. Este comportamiento es consistente con comunidades vegetales secundarias en proceso de recuperación, donde el dosel conserva una composición relativamente diversa, mientras que los estratos inferiores presentan una mayor influencia de especies oportunistas y de regeneración.

Lo anterior concuerda con los valores obtenidos del Índice de Valor de Importancia (IVI), en los cuales el estrato arbóreo se encuentra estructurado principalmente por Brosimum alicastrum y Lysiloma latisiliquum, especies que constituyen los principales elementos del dosel y aportan la mayor importancia ecológica del sitio. Por su parte, el estrato arbustivo está claramente dominado por Piscidia piscipula, mientras que el estrato herbáceo presenta una mayor representatividad de Hamelia patens y Solanum nigrum, además de la presencia de individuos juveniles de especies leñosas. En conjunto, estos resultados reflejan una comunidad vegetal con una estructura vertical

diferenciada, en la que el estrato arbóreo mantiene la mayor diversidad y estabilidad ecológica, mientras que los estratos inferiores evidencian procesos activos de regeneración y una mayor dominancia de especies pioneras, patrón característico de una vegetación secundaria en desarrollo.

3.4.9 Fauna

Para la caracterización de la fauna silvestre presente en la Región Ecológica se realizaron recorridos sistemáticos en campo, empleando equipo especializado para la observación, registro y georreferenciación de las especies detectadas durante las jornadas de muestreo. El levantamiento de información se desarrolló mediante el método de transectos lineales, técnica ampliamente utilizada en estudios de biodiversidad por su eficacia para documentar la composición faunística y la distribución espacial de las especies en áreas con cobertura vegetal heterogénea.

Se establecieron dos transectos longitudinales distribuidos estratégicamente a lo largo del predio, con el propósito de abarcar de manera representativa los diferentes microhábitats y condiciones ambientales presentes en el área de estudio. Durante el recorrido de cada transecto, el observador avanzó a velocidad constante, efectuando paradas en puntos previamente definidos para incrementar la probabilidad de detección de organismos y minimizar sesgos derivados del desplazamiento.

El registro de fauna se realizó mediante observaciones directas de individuos y a través de evidencias indirectas, tales como vocalizaciones, huellas, excretas, madrigueras, plumas, restos biológicos y otros indicios de actividad. En cada punto de observación se documentó la especie registrada, el número de individuos, el tipo de evidencia, el comportamiento observado cuando fue posible identificarlo, así como el hábitat asociado y las coordenadas geográficas correspondientes. La información obtenida permitió integrar un inventario representativo de la fauna presente en el predio y evaluar su distribución en función de las condiciones ecológicas existentes, proporcionando elementos técnicos para la caracterización ambiental del área de estudio..

Figura 3.21 Puntos de cámaras trampa



Tabla 3.17 Especies encontradas dentro del predio BACALAR LAGOON CLUB

GRUPO	ORDEN	FMAILIA	GENERO	ESPECIE	NOMBRE
AVES	APODIFORMES	Trochilidae	Amazilia	Amazilia rutila	Amazilia canela
AVES	CICONIIFORMES	Cathartidae	Cathartes	Cathartes aura	Zopilote
AVES	PASSERIFORMES	Corvidae	Cyanocorax	Cyanocorax yucatanicus	Chara Yucateca
AVES	CUCULIFORME	Cuculidae	Crotophaga	Crotophaga sulcirostris	Garrapatero
AVES	PASSERIFORMES	Mimidae	Dumetella	Dumetella carolinensis	Mulato gris
AVES	PASSERIFORMES	Emberizidae	Icterus	Icterus auratus	Bolsero yucateco
AVES	PASSERIFORMES	Emberizidae	Icterus	Icterus spurius	Chipe protonotario
AVES	PICIFORMES	Picidae	Melanerpes	Melanerpes aurifrons	Carpintero frente leonada
AVES	PASSERIFORMES	Mimidae	Melanoptila	Melanoptila glabrirostris	Mulato
AVES	PASSERIFORMES	Mimidae	Mimus	Mimus gilvus	Zenzontle tropical
AVES	PASSERIFORMES	Tityridae	Myiarchus	Myiarchus yucatanensis	Papamoscas
AVES	PASSERIFORMES	Tyrannidae	Myozetetes	Myozetetes similis	Luis gregario
AVES	PASSERIFORMES	Tityridae	Pachyramphus	Pachyramphus aglaiae	Degollado
AVES	PASSERIFORMES	Tyrannidae	Pitangus	Pitangus sulphuratus	Bienteveo
AVES	PASSERIFORMES	Icteridae	Dives	Dives dives	Tordo Cantor
AVES	PASSERIFORMES	Tyrannidae	Tyrannus	Tyrannus melancholicus	Tirano tropical común
AVES	COLUMBIFORMES	Columbidae	Zenaida	Zenaida asiatica	Huilota
HERPETOFAUNA	ANURA	Bufonidae	Incilius	Incilius valliceps	Sapo costero
HERPETOFAUNA	SQUAMATA	Iguanidae	Ctenosaura	Ctenosaura similis	Garrobo, iguana blanca, iguana negra
HERPETOFAUNA	SQUAMATA	Phrynosomatidae	Sceloporus	Sceloporus chrysostictus	Lagartija puntos amarillos
MAMÍFEROS	RODENTIA	Sciuridae	Sciurus	Sciurus yucatanensis	Ardilla Yucateca
MAMÍFEROS	RODENTIA	Cricetidae	Otonyctomys	Ototylomys phyllotis	Rata Arborícola Yucateca

En este muestreo de fauna se encontró que el grupo más presente en el predio es el de las Aves, que corresponde a la capacidad de este grupo de trasladarse grandes distancias en corto tiempo, en los árboles dentro del predio si bien se encontraron varias especies de aves, no se pudo divisar ningún nido de estas, por lo que solo estarían de paso o bien aprovechando los frutos de los árboles.

3.4.10 Paisaje

La región ecológica se ubica dentro del área de la Laguna de Bacalar, que se caracteriza por estar compuesta por una planicie de suelos kársticos, de alta permeabilidad y suelos someros representados por suelos clasificados por la FAO como Rendzina, corroborado con prácticas de campo, se encontró suelos someros donde se desarrolla vegetación de Selva Mediana Subperennifolia, donde además, al ser una zona con amplia historia, se pueden encontrar ejemplares exóticos que eran de interés para las habitantes locales como altas concentraciones de especies forrajeras o especies frutales.

La calidad visual se puede considerar alta por la composición tan conservada de la zona, apoyado de las regulaciones que rigen a la Laguna de Bacalar, se conservan en buen estado las especies y condiciones naturales de la región ecológica. Dadas las condiciones de vegetación, la visibilidad es reducida, se puede considerar densa en ambos lados del camino, siendo en el sector de selva conservada nula la visibilidad, compuesta por aproximadamente 100 metros contados a partir de la vereda.

3.5 ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

3.5.1 Contexto regional

El territorio que actualmente integra el municipio de Bacalar posee una importante riqueza histórica, cultural y ambiental, cuya ocupación humana se remonta a la época prehispánica. Esta región formó parte del área de influencia de la civilización maya, cuyos asentamientos se establecieron aprovechando las condiciones naturales favorables que ofrecía el entorno. La disponibilidad permanente de agua dulce, derivada de la presencia de lagunas, cenotes y un

extenso sistema hidrológico subterráneo característico de la Península de Yucatán, así como la existencia de suelos aptos para las actividades agrícolas y una posición estratégica dentro de las rutas comerciales del sur de la península, favorecieron el establecimiento de importantes comunidades mayas. Estas desarrollaron actividades productivas basadas principalmente en la agricultura, el intercambio comercial y el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, consolidando una estrecha relación entre la población y el medio ambiente.

Durante el periodo colonial, Bacalar adquirió una notable relevancia geopolítica debido a su ubicación estratégica en las proximidades del mar Caribe y su conexión con diversas rutas marítimas empleadas para el comercio regional. Esta condición convirtió a la población en un punto vulnerable ante las constantes incursiones de piratas, corsarios y comerciantes extranjeros que operaban en la región durante los siglos XVII y XVIII. Como respuesta a esta situación, la Corona Española impulsó la construcción del Fuerte de San Felipe de Bacalar, obra militar concluida en el siglo XVIII cuyo propósito principal fue fortalecer la defensa del territorio y proteger a la población local de los ataques provenientes del Caribe. Actualmente, esta fortificación constituye uno de los principales referentes históricos y culturales del municipio, además de representar un importante atractivo turístico.

Posteriormente, durante el siglo XIX, la región participó de manera significativa en diversos acontecimientos históricos, particularmente en la Guerra de Castas, conflicto que transformó profundamente la organización territorial, la dinámica poblacional y las actividades económicas del sur de Quintana Roo. Este periodo ocasionó importantes movimientos migratorios, el abandono temporal de asentamientos humanos y modificaciones en los patrones de ocupación del territorio, cuyos efectos continuaron influyendo en el desarrollo regional durante varias décadas.

En el ámbito político-administrativo, el municipio de Bacalar fue creado oficialmente el 2 de febrero de 2011, mediante decreto emitido por el Congreso del Estado de Quintana Roo, a partir de la segregación territorial del municipio de Othón P. Blanco. La conformación de este nuevo municipio respondió a la necesidad de fortalecer la administración pública regional, descentralizar la prestación de servicios gubernamentales y promover un desarrollo económico y social más equilibrado para las localidades ubicadas en la zona centro-sur del estado. Desde su creación, Bacalar ha consolidado su papel como un importante centro de servicios administrativos, comerciales y turísticos, convirtiéndose en un nodo estratégico para las comunidades rurales circundantes.

Durante las últimas décadas, el crecimiento económico del municipio ha estado estrechamente vinculado al desarrollo de la actividad turística, impulsada principalmente por el reconocimiento nacional e internacional de la Laguna de Bacalar, conocida como la Laguna de los Siete Colores. Este cuerpo de agua constituye uno de los principales atractivos naturales del estado de Quintana Roo debido a la extraordinaria transparencia y tonalidades de sus aguas, originadas por las características geológicas, hidrológicas y geomorfológicas de la región. Asimismo, la presencia de estromatolitos, humedales, selvas y otros ecosistemas de alto valor ecológico ha favorecido la consolidación de un modelo turístico orientado hacia la recreación, el ecoturismo y las actividades de bajo impacto ambiental.

Como consecuencia del incremento sostenido en la afluencia de visitantes nacionales e internacionales, el municipio ha experimentado un importante crecimiento en la inversión destinada al desarrollo de infraestructura turística, incluyendo hoteles, centros de hospedaje, restaurantes, establecimientos comerciales, servicios recreativos y obras complementarias relacionadas con el sector terciario. Este proceso ha contribuido a la generación de empleo, al fortalecimiento de la actividad económica local y al incremento de la participación del sector servicios dentro de la estructura productiva municipal. Paralelamente, el crecimiento turístico ha impulsado la expansión urbana de la cabecera municipal y de diversas localidades cercanas,

incrementando la demanda de vivienda, infraestructura vial, redes de abastecimiento de agua potable, sistemas de drenaje, energía eléctrica, manejo de residuos sólidos y demás servicios públicos indispensables para atender el crecimiento poblacional.

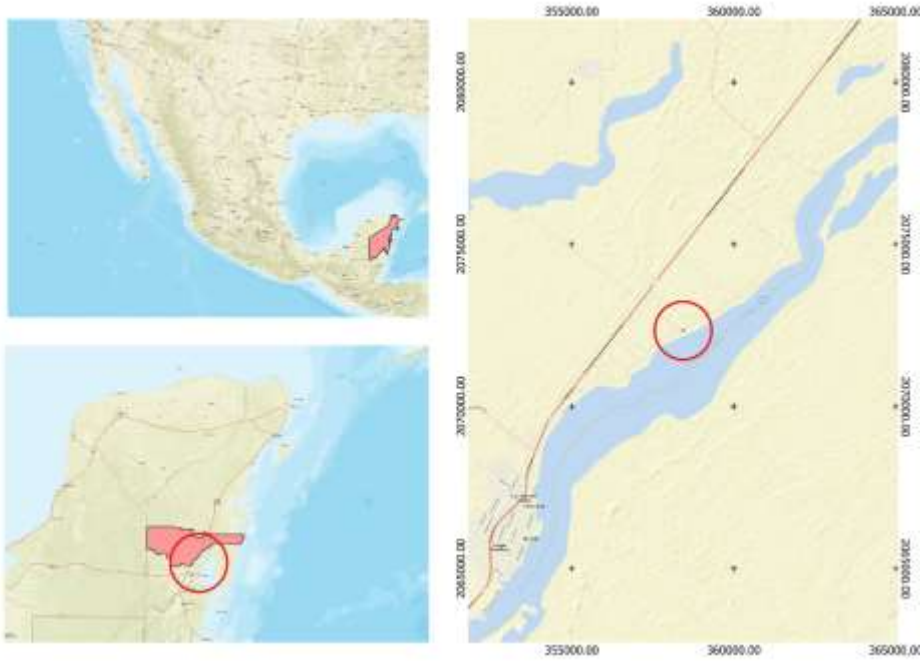
Actualmente, la economía del municipio presenta una estructura diversificada, aunque el sector terciario constituye la principal fuente de ingresos y empleo, sustentado principalmente en las actividades relacionadas con el turismo, el comercio, los servicios de hospedaje, alimentos y bebidas, transporte, actividades recreativas y prestación de servicios profesionales. No obstante, las actividades del sector primario continúan desempeñando un papel relevante en numerosas comunidades rurales, donde la agricultura, la ganadería, la apicultura, el aprovechamiento forestal sustentable y, en menor proporción, la pesca en cuerpos de agua continentales, representan importantes fuentes de ingresos para la población local. De igual manera, el sector de la construcción ha registrado un crecimiento sostenido como consecuencia de la expansión urbana, el desarrollo inmobiliario y la ejecución de proyectos de infraestructura pública y privada asociados al crecimiento económico del municipio.

En la actualidad, Bacalar representa uno de los principales polos emergentes de desarrollo del sur de Quintana Roo, al combinar un valioso patrimonio histórico y cultural con una amplia diversidad de recursos naturales que sustentan el crecimiento de su actividad turística. Sin embargo, este proceso de desarrollo también plantea importantes desafíos relacionados con el ordenamiento territorial, la conservación de los ecosistemas, la protección de los recursos hídricos, el manejo adecuado de los residuos sólidos, la preservación de la calidad ambiental de la Laguna de Bacalar y el fortalecimiento de la infraestructura urbana y de los servicios públicos. En este contexto, resulta indispensable promover un modelo de desarrollo sustentable que permita compatibilizar el crecimiento económico con la conservación de los recursos naturales que constituyen la principal base del desarrollo presente y futuro del municipio.

3.5.2 Localización y demografía

El proyecto se localiza al sur del estado de Quintana Roo, al sur del municipio de Bacalar, dentro de la zona que ocupa la Laguna de Bacalar. El Municipio de Bacalar es uno de los once municipios del estado mexicano de Quintana Roo. Se localiza en la zona sur del estado.

Figura 3.22 Macro localización del proyecto



De acuerdo con los resultados del Censo de Población y Vivienda 2020 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), el municipio de Bacalar registró una población de 41,754 habitantes, consolidándose como uno de los municipios con mayor dinamismo demográfico en el estado de Quintana Roo.

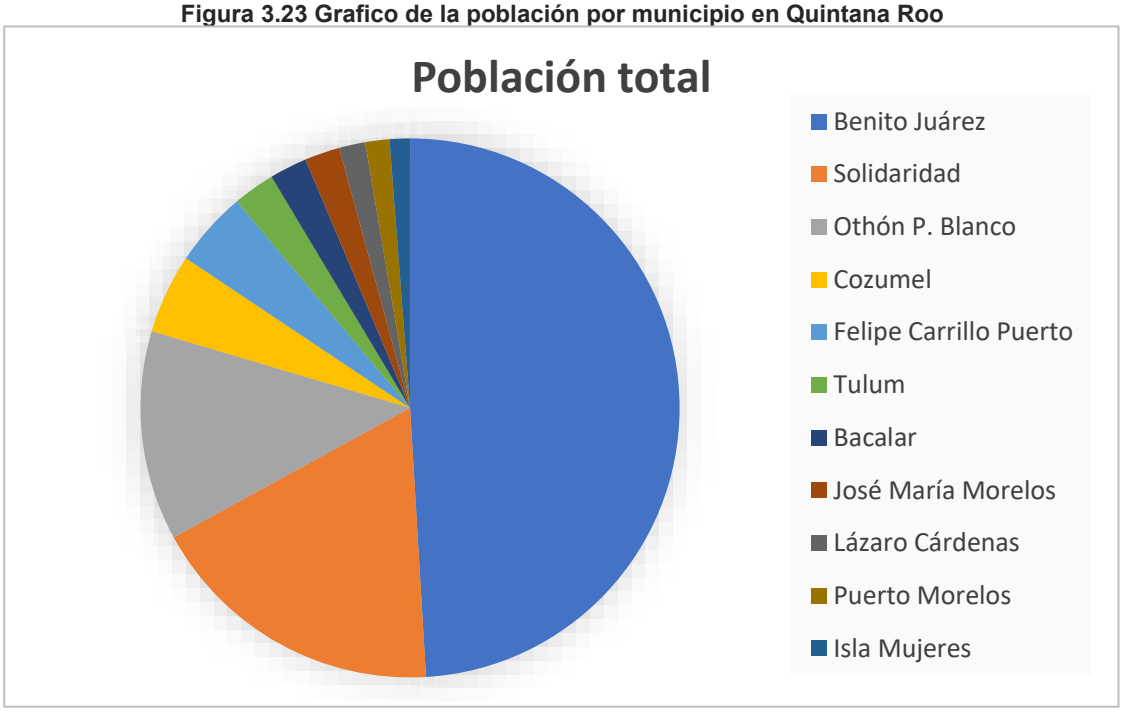
Este crecimiento resulta particularmente relevante al compararlo con los registros históricos, ya que en el año 2011 (el año de su consolidación como municipio) la población municipal era de 33,408 habitantes, evidenciando un gran crecimiento dado por la vocación turística sostenible de la zona.

Tabla 3.18 Población total por municipio de acuerdo con el censo poblacional del INEGI 2020.

Municipio	Población total (habitantes)
Benito Juárez	911,503
Solidaridad	333,800
Othón P. Blanco	233,648
Cozumel	88,626
Felipe Carrillo Puerto	83,990
Tulum	46,721
Bacalar	**41,754**
José María Morelos	39,165
Lázaro Cárdenas	29,171
Puerto Morelos	26,921
Isla Mujeres	22,686
Total, estatal	1,857,985

En comparación con otros municipios de Quintana Roo, Bacalar presenta una tasa de crecimiento relativamente lenta en comparación con otros municipios, esto puedes ser dado por su reciente creación en 2011. Aunque municipios como Benito Juárez (Cancún) y Playa del Carmen (Playa del Carmen) concentran poblaciones significativamente mayores, con aproximadamente 911,503 y 333,800 habitantes respectivamente, el ritmo de crecimiento de Bacalar ha sido proporcionalmente superior debido a su reciente consolidación como destino turístico internacional. Por otra parte, municipios como Cozumel, Felipe Carrillo Puerto y José María Morelos registran crecimientos más moderados, asociados a economías menos dependientes del turismo masivo y a procesos de urbanización menos intensivos. El incremento poblacional observado en Bacalar responde principalmente a fenómenos migratorios provenientes de otras entidades del país y de municipios vecinos, atraídos por las oportunidades laborales generadas por la actividad turística y la construcción. Como consecuencia, el municipio ha experimentado una rápida expansión de la mancha urbana, un aumento en la demanda de infraestructura y servicios públicos, así como una mayor presión sobre los recursos naturales y los ecosistemas circundantes.

Figura 3.23 Grafico de la población por municipio en Quintana Roo



Como se observa en el grafico realizado con datos del INEGI (2020), la mayor población pertenece al municipio de Benito Juarez, seguido de Solidaridad (actualmente Playa del Carmen) y Othón P. Blanco que es la cabecera municipal de Quintana Roo.

3.5.3 Vivienda

La dinámica demográfica observada en el municipio de Bacalar durante el periodo 2010–2020 se refleja de manera directa en el crecimiento del parque habitacional. Con base en los Censos de Población y Vivienda del INEGI, el incremento sostenido de la población derivó en una mayor demanda de viviendas particulares habitadas, asociada principalmente a la expansión de las actividades turísticas, comerciales y de servicios que caracterizan a la región.

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2020 del INEGI, el municipio de Bacalar presenta un crecimiento urbano acelerado reflejado en el aumento de unidades de vivienda habitacional y en la expansión de la infraestructura básica.

El municipio de Bacalar contaba en 2020 con 11,772 viviendas particulares habitadas. El promedio de 3.55 ocupantes por vivienda indica un nivel de ocupación moderado, ligeramente inferior al promedio nacional. La mayoría de las viviendas disponen de energía eléctrica, excusado o sanitario y acceso a agua entubada; sin embargo, la cobertura de drenaje y otros servicios urbanos es más limitada en localidades rurales que se encuentran distanciadas de la zona turística.

Tabla 3.19 Comparación en números de vivienda en la década del 2010 a 2020

Indicador	2010*	2020	Variación 2010–2020
Población total	33,408	41,754	+8,346 hab. (+25.0 %)
Viviendas particulares habitadas	8,917	11,772	+2,855 viviendas (+32.0 %)
Promedio de ocupantes por vivienda	3.75	3.55	-0.20 habitantes/vivienda (-5.3 %)
Localidades	139	201	+62 localidades (+44.6 %)
Densidad de población (hab/km²)	5.5	6.9	+1.4 hab/km² (+25.5 %)

Nota: *Aunque el municipio de Bacalar fue creado el 2 de febrero de 2011, los valores de 2010 corresponden a la información del Censo de Población y Vivienda 2010 de INEGI para las localidades que integraron el nuevo municipio al momento de su creación*

3.5.4 Salud y seguridad social

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2020 del INEGI, el municipio de Bacalar registró una población total de 41,754 habitantes, de los cuales una proporción importante contaba con afiliación a algún servicio de salud, aunque aún persistía un segmento considerable de población sin cobertura médica formal.

Tabla 3.20 Concentrado de población y vivienda del municipio de Bacalar con datos del Censo del INEGI 2020.

Indicador	Valor (2020)
Población total	41,754 habitantes
Población afiliada a servicios de salud	31,069 habitantes
Población no afiliada a servicios de salud	10,685 habitantes
Porcentaje de población afiliada	74.40%
Porcentaje de población no afiliada	25.60%

De acuerdo con los resultados del Censo de Población y Vivienda 2020 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), el municipio de Bacalar registró una población de 41,754 habitantes, de los cuales 31,069 personas (74.4 %) contaban con afiliación a algún servicio de salud, mientras que 10,685 habitantes (25.6 %) carecían de este tipo de cobertura. Estos indicadores reflejan una cobertura de servicios de salud superior a la población no afiliada; sin embargo, también evidencian que aproximadamente una cuarta parte de los habitantes aún enfrenta limitaciones para acceder a los sistemas formales de atención médica.

En el contexto social del municipio, esta situación responde en parte a la dispersión de la población en numerosas localidades rurales, muchas de ellas con baja densidad poblacional y ubicadas a considerable distancia de la cabecera municipal, lo que representa un desafío para la provisión de infraestructura y servicios públicos. Si bien el crecimiento económico impulsado por el turismo, el comercio y las actividades de servicios ha favorecido una mejora gradual en las condiciones de

bienestar y en la cobertura institucional, persisten diferencias entre la cabecera municipal y las comunidades rurales en cuanto al acceso oportuno a servicios de salud, equipamiento e infraestructura básica.

En este sentido, los indicadores de afiliación constituyen un referente del nivel de cobertura institucional existente en el municipio y permiten identificar áreas de oportunidad para fortalecer la atención médica y reducir las brechas de acceso entre la población urbana y rural, contribuyendo así al mejoramiento de la calidad de vida y al desarrollo social del territorio.

3.5.5 Educación

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2020 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), el municipio de Bacalar presenta una situación educativa caracterizada por niveles de escolaridad intermedios en el contexto estatal, con un grado promedio de escolaridad de aproximadamente 10.2 años en la población de 15 años y más, lo que equivale a un nivel cercano al segundo año de educación media superior. Este valor se ubica ligeramente por encima del promedio nacional reportado por el INEGI para el mismo periodo, lo que refleja un avance relativo en el acceso y permanencia en el sistema educativo dentro del municipio. En cuanto a la alfabetización, el Censo 2020 indica que Bacalar registra una tasa de analfabetismo de alrededor de 11.1 % en la población de 15 años y más, lo que lo posiciona como uno de los municipios con mayor rezago relativo dentro del estado de Quintana Roo. Esta condición evidencia la existencia de brechas educativas aún presentes, particularmente asociadas a la dispersión de localidades rurales, la distancia a centros educativos y las condiciones socioeconómicas de ciertos sectores de la población; la estructura educativa del municipio muestra una alta proporción de población que ha alcanzado únicamente niveles de educación básica, aunque con una tendencia creciente hacia la conclusión de educación media superior. La asistencia escolar en edades obligatorias (6 a 14 años) se mantiene en niveles elevados conforme a los estándares nacionales reportados por INEGI, lo que refleja una cobertura educativa relativamente amplia en los niveles básicos, mientras que la asistencia en niveles superiores disminuye conforme aumenta la edad, situación consistente con la transición hacia la incorporación temprana al mercado laboral.

3.5.6 Urbanización y vías de comunicación

Durante las últimas dos décadas, el municipio de Bacalar ha experimentado un proceso sostenido de crecimiento urbano y desarrollo territorial, impulsado principalmente por la consolidación de la actividad turística en torno a la Laguna de Bacalar. Este fenómeno ha favorecido la expansión de la mancha urbana, particularmente en la cabecera municipal y en los principales corredores de comunicación, donde la creciente demanda de suelo para usos habitacionales, turísticos y comerciales ha propiciado la transformación gradual de terrenos con cobertura de vegetación natural y antiguos predios de vocación agropecuaria o ejidal hacia usos predominantemente urbanos. El incremento de la inversión pública y privada ha promovido el establecimiento de nuevos desarrollos inmobiliarios, complejos habitacionales, condominios, establecimientos de hospedaje, infraestructura turística y proyectos de uso mixto, contribuyendo a la diversificación de las actividades económicas del municipio. Paralelamente, este crecimiento ha sido acompañado por la ampliación de la infraestructura urbana y de los servicios básicos, destacando la construcción y modernización de redes de agua potable, drenaje sanitario, electrificación, vialidades, infraestructura educativa, servicios de salud y equipamiento urbano necesario para atender el incremento de la población permanente y flotante. Asimismo, la dinámica económica ha favorecido la llegada de población proveniente de distintas entidades del país, generando una mayor demanda de vivienda, servicios públicos y reservas territoriales para el desarrollo urbano. Ante este escenario, el municipio cuenta con diversos instrumentos de planeación territorial y ambiental que orientan el crecimiento urbano bajo criterios de sustentabilidad, entre los que

destacan el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región Laguna de Bacalar (POET-RLB), el Programa de Ordenamiento Ecológico Local (POEL) y el Programa de Desarrollo Urbano. Estos instrumentos establecen políticas, criterios y lineamientos para la regulación del uso del suelo, la conservación de los ecosistemas y el aprovechamiento ordenado del territorio, buscando equilibrar el desarrollo económico con la protección de los recursos naturales que caracterizan al municipio.

Figura 3.24 Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región Laguna de Bacalar (POET RLB)

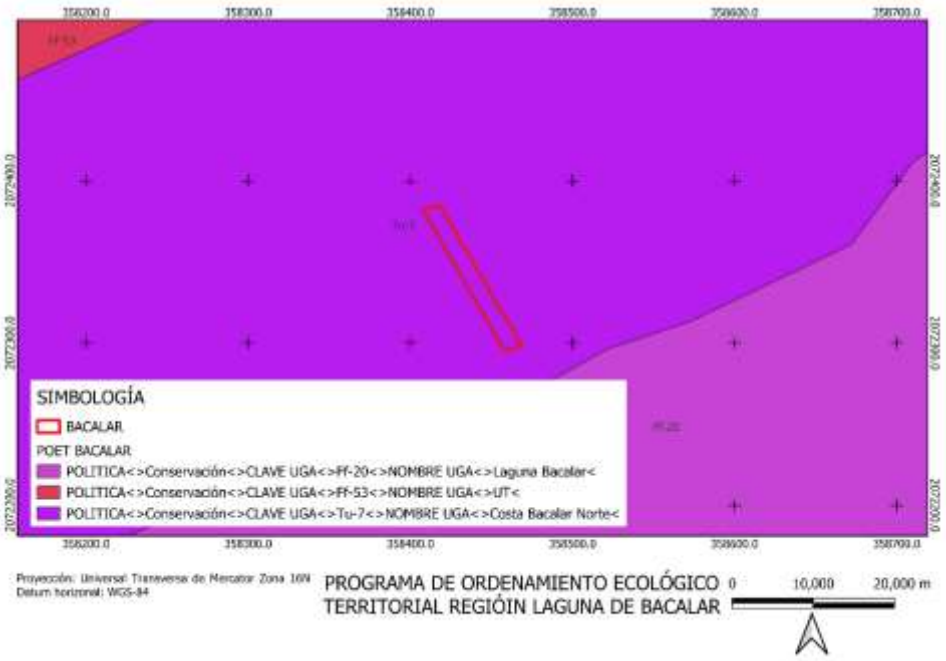


Figura 3.25 Programa de Ordenamiento Ecológico Local (POEL)

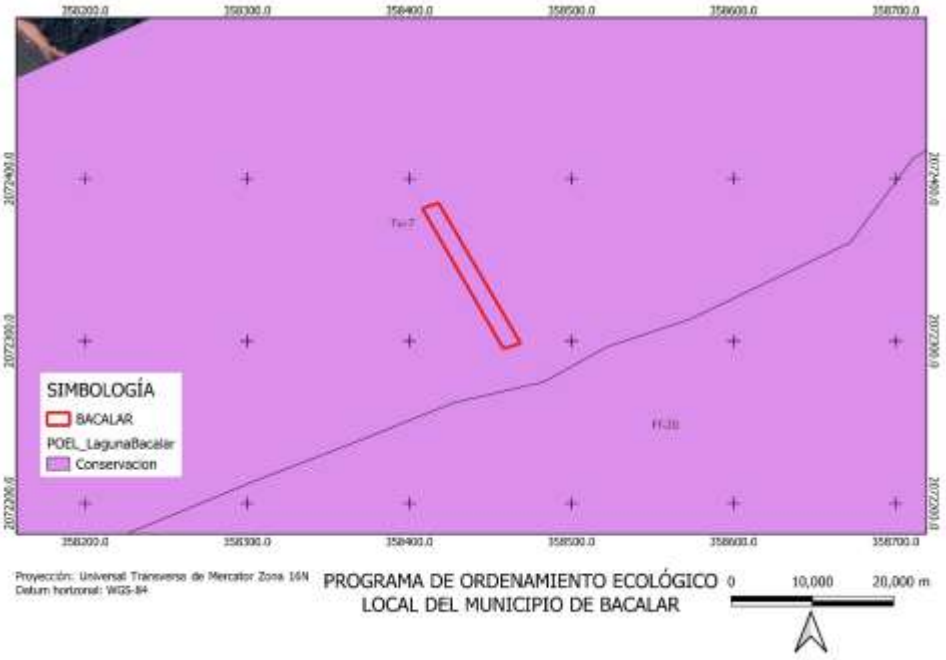


Figura 3.26 Programa De Desarrollo Urbano.



La importancia de estos instrumentos resulta particularmente evidente en Bacalar, debido a que gran parte de su territorio se encuentra asociado a ecosistemas de alta relevancia ecológica, tales como selvas tropicales, humedales, manglares, cenotes y el acuífero kárstico de la Península de Yucatán. Asimismo, la cercanía con áreas naturales protegidas de importancia nacional e internacional.

Bajo esta perspectiva, el enfoque adoptado por la planeación territorial en Bacalar busca transitar hacia un modelo de desarrollo sustentable, donde la expansión urbana y turística se encuentre condicionada por la capacidad de carga ambiental del territorio, la disponibilidad de recursos naturales y la conservación de los servicios ecosistémicos. De esta manera, los programas de ordenamiento territorial se convierten en herramientas estratégicas para orientar el crecimiento futuro de la ciudad, reducir los impactos ambientales asociados al desarrollo y garantizar que la actividad económica continúe siendo compatible con la protección del patrimonio natural que constituye la base de su atractivo turístico y de su desarrollo regional.

Las principales vialidades del municipio de Bacalar constituyen la estructura básica de movilidad y articulación territorial entre la cabecera municipal, la zona costera, las comunidades rurales y los corredores regionales. Estas vías cumplen funciones estratégicas para el transporte turístico, comercial y de servicios.

Tabla 3.21 Principales vialidades en el municipio de Bacalar

Vialidad	Conexión
Carretera Federal 307 (Chetumal–Cancún)	Es el eje troncal regional más importante del estado. Conecta Tulum con Playa del Carmen, Cancún, Felipe Carrillo Puerto y Chetumal. A lo largo de esta vía se concentra gran parte del desarrollo urbano, comercial y turístico.
Carretera Federal 293 (Vía Corta Mérida–Chetumal)	En la porción norte del municipio se localiza el entronque con la Carretera Federal 293, conocida como Vía Corta Mérida–Chetumal.

Red de caminos rurales	Red de caminos pavimentados, caminos revestidos, terracerías y brechas que permiten comunicar la cabecera municipal con las localidades rurales y zonas de producción agropecuaria y forestal.
Tren Maya	Desde 2024, Bacalar cuenta con una estación del Tren Maya, incorporándose a la red ferroviaria del sureste mexicano.
Aeropuerto Internacional de Chetumal	la principal terminal aérea es el Aeropuerto Internacional de Chetumal, localizado aproximadamente a 35–40 km de la cabecera municipal

3.5.7 Aspectos económicos

La participación de Bacalar en el PIB de Quintana Roo (alrededor de 1.5 %) no se explica por una sola actividad, sino por una estructura económica dual. Por un lado, el sector terciario concentra la mayor generación de valor agregado, impulsado por el turismo asociado a la Laguna de Bacalar y por el crecimiento del comercio, los servicios de hospedaje y la preparación de alimentos. Por otro, el sector primario conserva una función estratégica en las comunidades rurales mediante la agricultura, la ganadería, la apicultura y el aprovechamiento forestal. Esta combinación ha permitido que el municipio mantenga un crecimiento económico sostenido desde su creación en 2011, consolidándose como un destino turístico emergente sin perder su vocación agropecuaria y forestal, lo que le confiere una estructura productiva diversificada en comparación con otros municipios predominantemente turísticos del estado.

Tabla 3.22 Actividades económicas que aportan al PIB del Estado.

Actividad económica	Importancia para Bacalar	Contribución al PIB estatal
Turismo	Principal motor económico del municipio.	Alta, mediante hospedaje, alimentos, recreación y servicios turísticos.
Comercio	Alta concentración de establecimientos comerciales.	Importante dentro del sector terciario.
Servicios de alojamiento y preparación de alimentos	Actividad en constante crecimiento desde la consolidación de Bacalar como destino turístico.	Contribuye al PIB estatal a través de la actividad turística.
Construcción	Crecimiento asociado al desarrollo urbano y turístico.	Incrementa la inversión privada y pública.
Agricultura	Actividad tradicional en las comunidades rurales.	Aporta a la producción agrícola estatal, especialmente de maíz, soya, piña y otros cultivos.
Ganadería y apicultura	Relevantes en la economía rural.	Contribución regional a la producción pecuaria.
Aprovechamiento forestal	Actividad desarrollada en ejidos forestales.	Participación en la producción maderable del estado.

Fuente de información: Subsecretaría de Análisis Económico y Finanzas Públicas

3.5.7.1 Población económicamente activa en el municipio

La estructura de la población según su condición de actividad económica refleja un municipio con una participación laboral significativa y una baja proporción de desocupación. De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2020 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), el 57.3 % de la población de Bacalar corresponde a la Población Económicamente Activa (PEA), mientras que el 42.4 % integra la Población No Económicamente Activa (PNEA); únicamente el 0.3 % de los habitantes presentó una condición de actividad no especificada. Del total de la PEA,

el 98.7 % se encontraba ocupada y solo el 1.3 % desocupada, lo que evidencia una elevada incorporación de la población al mercado laboral. Esta situación es congruente con la dinámica económica del municipio, donde las actividades vinculadas al turismo, el comercio, los servicios, la construcción y, en las comunidades rurales, la agricultura, la ganadería y el aprovechamiento forestal constituyen las principales fuentes de empleo. Estos indicadores muestran un mercado laboral con alta capacidad de absorción de mano de obra, impulsado por el crecimiento económico experimentado por Bacalar durante la última década y por la consolidación de su vocación turística, sin dejar de lado la relevancia que mantienen las actividades productivas del sector primario en el desarrollo económico local.

Tabla 3.23 Comparativa de PEA de la década 2010 y 2020.

Indicador	Porcentaje
Población Económicamente Activa (PEA)	**57.30%**
Población No Económicamente Activa (PNEA)	**42.40%**
Condición de actividad no especificada	**0.30%**
Población ocupada (respecto a la PEA)	**98.70%**
Población desocupada (respecto a la PEA)	**1.30%**

"Los indicadores de condición de actividad corresponden a la población de 12 años y más y fueron obtenidos del Censo de Población y Vivienda 2020 del INEGI. La clasificación de la población en económicamente activa, no económicamente activa, ocupada y desocupada se realizó conforme a los criterios metodológicos establecidos por el Instituto, por lo que los porcentajes reflejan la situación observada durante el periodo de levantamiento censal y no constituyen indicadores de empleo formal o de ingreso".

Tabla 3.24 Comparativa de PEA de la década 2010 y 2020.

Condición	Porcentaje de la PNEA
Personas dedicadas a los quehaceres del hogar	**39.60%**
Estudiantes	**34.20%**
Pensionadas(os) o jubiladas(os)	**6.70%**
Personas con alguna limitación o discapacidad que les impide trabajar	**5.20%**
Otras actividades no económicas	**14.30%**

Fuente: *Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Censo de Población y Vivienda 2020; Libro Sociodemográfico del Municipio de Bacalar, Quintana Roo.*

La composición de la Población No Económicamente Activa (PNEA) del municipio de Bacalar evidencia que este grupo se integra principalmente por personas dedicadas a actividades domésticas y por población en etapa de formación académica. De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2020 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), el 39.6 % de la PNEA corresponde a personas dedicadas a los quehaceres del hogar, constituyendo el grupo más representativo dentro de esta condición de actividad. En segundo término, los estudiantes representan el 34.2 %, lo que refleja una proporción importante de población que permanece en el sistema educativo y que, en el mediano plazo, podría incorporarse al mercado laboral. Asimismo, el 6.7 % corresponde a personas pensionadas o jubiladas, mientras que el 5.2 % está integrado por personas con alguna limitación o discapacidad que les impide desempeñar una actividad económica. El 14.3 % restante agrupa a personas que se encuentran fuera del mercado

laboral por otras causas. En conjunto, esta estructura es consistente con la composición demográfica y social del municipio, donde coexisten una población económicamente activa vinculada principalmente a las actividades de servicios, turismo y comercio, con una proporción importante de habitantes dedicados al trabajo doméstico no remunerado y a la formación educativa, factores que influyen en la dinámica socioeconómica y en la disponibilidad futura de capital humano para el desarrollo del municipio.

3.5.7.2 Principales actividades productivas en el municipio

La distribución del personal ocupado por sector económico permite identificar la estructura productiva predominante del municipio de Bacalar y la importancia relativa de cada actividad en la generación de empleo. En este sentido, el sector terciario concentra la mayor proporción del personal ocupado, lo que refleja la consolidación de una economía orientada principalmente hacia las actividades de comercio, servicios, hospedaje, preparación de alimentos, transporte y atención al turismo, impulsadas por el desarrollo de la Laguna de Bacalar como destino turístico.

En contraste, el sector primario mantiene una participación relevante, particularmente en las localidades rurales del municipio, donde la agricultura, la ganadería, la apicultura y el aprovechamiento forestal continúan representando una fuente importante de ocupación e ingresos para la población.

Por su parte, el sector secundario registra una participación menor, integrada principalmente por actividades de construcción y pequeñas manufacturas, cuyo crecimiento ha estado asociado al incremento de la infraestructura urbana y turística. Es así que esta estructura laboral evidencia un municipio con una economía diversificada, aunque claramente dominada por el sector servicios, condición que ha contribuido al fortalecimiento de la actividad económica local y al incremento de las oportunidades de empleo durante los últimos años.

Tabla 3.25 Concentrado de las actividades económicas en el municipio de Bacalar

Sector	Personal ocupado	Participación
Primario	2,300	18%
Secundario	1,100	9%
Terciario	9,400	73%
	12800	100%

Fuente oficial
INEGI – Censos Económicos 2019 y Censo de Población y Vivienda 2020

4 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL Y CONCLUSIONES

El proyecto se ubica en colindancia con la Laguna de Bacalar, en el Boulevard Aaron Merino Fernández, en el municipio de Bacalar, aquí se pretende el desarrollo de un proyecto ecoturístico que busca aprovechar de forma sustentable las cualidades del medio, esto derivando en el estudio de la zona; realizándose la delimitación de una Región Ecológica con una superficie de 26,089.468 m2 en relación con la superficie del proyecto que es de 378.78 m2, este representa el 1.45% del área y donde se encuentran interacciones ecológicas similares a las del pretendido proyecto.

La composición vegetal dominante de la RE está dada por especies propias de la Vegetación de Selva Mediana Subperennifolia donde se ven fragmentaciones por el transecto del camino rustico

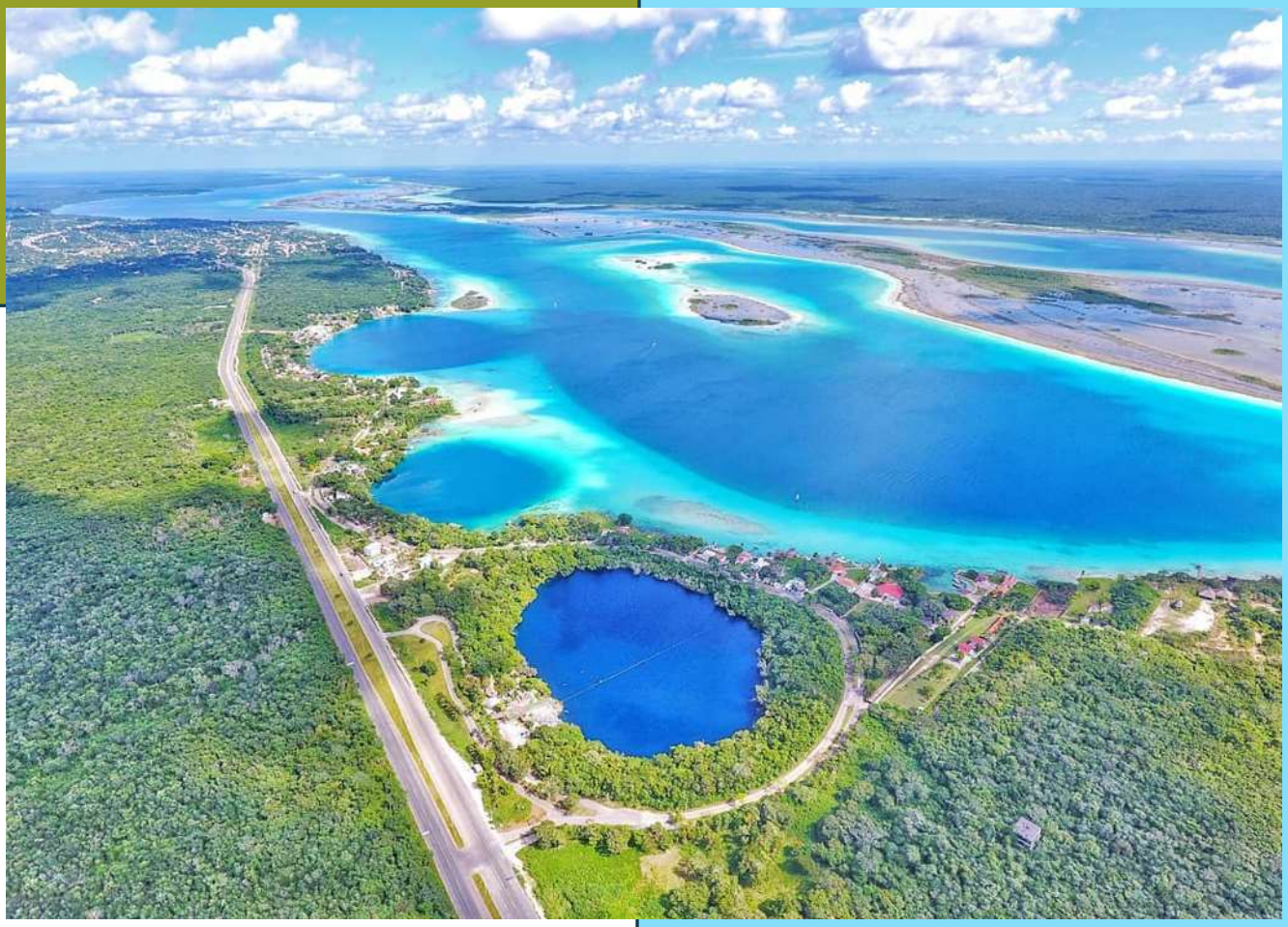
que comunica toda la porción de norte de la Laguna de Bacalar, así como lo diversos desarrollos aledaños al proyecto. La ubicación directa del proyecto está situada dentro de la Vegetación de Selva Mediana Subperennifolia. Esta codificación de los elementos vegetales en la RE refleja las condiciones físicas de la localización geográfica del proyecto, con características propias de la Región hidrológica Península de Yucatán con los recursos hídricos subterráneos y suelos de alta permeabilidad, la superficie que se pretende aprovechar no interrumpe de forma significativa este proceso natural siendo que únicamente se va a alterar **378.78** m2, equivalente al **1.452**% de la superficie de la Región Ecológica, lo que no compromete la recarga del manto freático.

La cercanía con ambientes costeros es determinante para las interacciones presentes en la Región Ecológica, el flujo del agua, nutrientes y diversos organismos que en ella transitan. Con la caracterización en campo y herramientas de SIG, se encontró que, aunque predominan las condiciones naturales, existen elementos antrópicos que han generado modificaciones locales dentro de la RE. Entre éstos destacan la presencia de un camino rústico e infraestructuras humanas, las cuales han ocasionado procesos puntuales de remoción de vegetación, compactación del suelo y fragmentación de hábitats. Sin embargo, dichas alteraciones se presentan de manera dispersa y no han modificado de forma significativa la funcionalidad ecológica general del sistema, el cual conserva amplias superficies con vegetación nativa y procesos ecológicos activos.

Dadas las condiciones actuales de la Región Ecológica delimitada para el proyecto, puede considerarse que este presenta una calidad ambiental media alta, debido a que conserva gran parte de sus cualidades y procesos ecológicos esenciales, con una cobertura de vegetación nativa que conserva sus procesos ecológicos asociados a ecosistemas costeros; si bien existen perturbaciones dentro de la Región Ecológica que han ido orientadas al desarrollo y ocupación de la región, estos no representan una interrupción de los procesos naturales, permitiendo en conjunto, determinar la mínima influencia indirecta sobre el medio natural que rodea al proyecto.

“BACALAR LAGOON CLUB”

MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD P



PROMOVENTE: UBR: JC S.A DE C.V

TABLA DE CONTENIDO DEL CAPÍTULO 4

CAPÍTULO 4. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DE LA REGIÓN ECOLÓGICA. 3
4.1. INTRODUCCIÓN 3
4.2. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE SU USO 3
4.3. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS 5
4.3.1. Cartografía temática y sistemas de información geográfica 6
4.3.2. Acciones del proyecto susceptibles de generar impactos 9
4.3.3. Factores del medio susceptibles de recibir impactos 15
4.3.4. Listas de chequeo 18
4.3.5. Matrices de interacción 25
4.3.6. Determinación de la significancia 33
4.4. DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES IDENTIFICADOS 35
4.4.1. Análisis de matrices de identificación y evaluación de impacto ambientales potenciales 35
4.4.2. Impactos en el medio natural 38
4.4.2.1. Agua 39
4.4.2.2. Aire 41
4.4.2.3. Suelo 43
4.4.2.4. Flora 51
4.4.2.5. Fauna 59
4.4.2.6. Paisaje 63
4.4.2.7. Empleo 67
4.4.2.8. Movimiento de fauna 69
4.4.2.9. Hidrología 71
4.4.2.10. Manejo de residuos 77
4.4.2.11. Socioeconómico 80
4.4.2.12. VSA/MSQ 81
4.4.3. Impactos acumulativos 83
4.4.4. Impactos residuales 84
4.4.5. Monitorear la supervivencia de los individuos reforestados y aplicar medidas correctivas cuando sea necesario. Impactos residuales 85
4.4.6. Impactos despreciables 86
4.5. CONCLUSIÓN 87

4.6. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES, DEL SISTEMA AMBIENTAL 87
4.6.1. Introducción 87
4.6.2. Programa de vigilancia Ambiental (PVA) 88
4.6.2.1. Estructura del PVA 89
4.6.2.2. Acciones a realizar a través del PVA y su relación con los impactos identificados 93
4.6.3. Programas del PVA 103
4.6.3.1. Programa de Gestión Ambiental 103
Subprograma de Supervisión y Auditorías Ambientales 103
4.6.3.2. Programa de Manejo Integral de Vegetación (PMIV) 104
Subprograma de Manejo de Áreas de Conservación (SMAC) 105
Subprograma de Rescate de Vegetación (SRV) 107
Subprograma de Reforestación y Restauración Ecológica (SRyRE) 109
4.6.3.3. Programa de Manejo Integral de la Fauna (PMIF) 111
Subprograma de Control de Fauna Nociva (SCFN) 112
4.6.3.4. Programa de Manejo Integral de Residuos (SMIR) 113
Subprograma de Manejo Integral de Residuos Líquidos (SMIRL) 113
Subprograma de Manejo Integral de Residuos Sólidos (SMIRS) 115
Subprograma de Manejo Integral de Residuos Peligrosos (SMIRP) 117
4.6.3.5. Programa de Monitoreo Ambiental (PMA) 120
Subprograma de Monitoreo de Vegetación (SMV) 120
Subprograma de Monitoreo de la Fauna (SMF) 121
4.6.3.6. Programa de Difusión Ambiental (PDA) 122
Subprograma de Información y Educación Ambiental (SIEA) 123
Subprograma de Imagen Ambiental y Señalamientos (SIAS) 124
4.6.3.7. Programa de Prevención y Atención a Contingencias Ambientales (PACA) 125
Subprograma de Salud y Seguridad (SSS) 125
Subprograma de Prevención y Manejo de Contingencias (SPMC) 125

CAPÍTULO 4. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DE LA REGIÓN ECOLÓGICA.

4.1. INTRODUCCIÓN

En cumplimiento con lo establecido en el artículo 12 fracción V del Reglamento en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (REIA) de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), en el presente capítulo se identifican, describen y evalúan los impactos ambientales que se pueden presentar a partir de la implementación del "BACALAR LAGOON CLUB" (en adelante El Proyecto).

Aun cuando existen numerosas técnicas para la identificación y evaluación de las interacciones proyecto-entorno, cualquier evaluación de impacto ambiental debe describir la acción generadora del impacto, predecir la naturaleza y magnitud de sus efectos ambientales en función de la caracterización de los elementos que integran el ambiente natural y social del área de estudio, interpretar los resultados y con base en ellos establecer las medidas para prevenir los efectos ambientales negativos que pudieran generarse a nivel regional.

Por lo anterior se desarrolló una metodología para estimar los impactos provocados por la ejecución del Proyecto y reducir la subjetividad en la detección y valoración de los mismos. De esta forma el análisis permitió determinar las afectaciones y modificaciones que se presentarán sobre los componentes ambientales de la RE, así como su relevancia en términos de la definición de impacto ambiental significativo conforme a la fracción IX del Artículo 3 del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (REIA)[1].

Los resultados obtenidos se basan en el análisis de la información técnica y ambiental generada a través del presente MIA-P en sus capítulos 1,2,3 y 4 y que se desglosa a continuación:

1. Descripción del proyecto y de sus fases de implementación (Capítulo 1).
2. Determinación y descripción de la Región Ecológica. (Capítulo 3).
3. Caracterización del área del proyecto (Capítulo 3).
4. Identificación de usos y aprovechamientos destinados para las zonas de influencia del proyecto (Capítulos 1 y 4).
5. Sistema de Información Geográfica.
6. Información generada mediante trabajos de campo y verificación (Capítulo 4).
7. Cuencas hidrográficas (INEGI).
8. Carta edafológica 1:50 000 de INEGI

4.2. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE SU USO

Se aplicaron técnicas probadas y comunes para la identificación y evaluación de los impactos ambientales que podrá ocasionar el Proyecto en su zona de influencia. Estas técnicas son:

i) análisis por medio de los Sistemas de Información Geográfica (SIG),

[1] *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.*

ii) listas de chequeo,
iii) matrices de interacción y
iv) juicio de expertos (Tabla 4. 1).

El uso combinado de técnicas hace posible un análisis equilibrado entre la percepción subjetiva y el análisis cuantitativo de la evaluación. Asimismo, permite profundizar en el conocimiento del sitio donde se realizará el proyecto e identificar las áreas de influencia directa e indirecta de este, necesarias para el análisis de los impactos ambientales.

Por medio del análisis de los SIG fue posible evaluar de forma cuantitativa los impactos ambientales y generar información suficiente para la identificación de los impactos de mayor extensión que pudieran representar riesgos importantes; mientras que a través de las listas de chequeo y las matrices de interacción se identificaron los impactos más significativos, así como sus fuentes generadoras. El juicio de expertos permitió dimensionar los impactos identificados por las otras metodologías para evitar la subestimación o sobrestimación de estos.

Tabla 4. 1. Técnicas utilizadas para la identificación y evaluación de los impactos ambientales que potencialmente serán generados por el Proyecto.

Técnica	Alcances
Análisis de cartografía temática y uso de sistema de información geográfica.	La cartografía, las fotografías aéreas y las imágenes de satélite son herramientas metodológicas muy útiles para la evaluación de impactos ambientales (EIA). Permiten analizar diferentes parámetros o atributos ambientales (geología, hidrología, tipos de vegetación, asentamientos humanos y actividades económicas, entre otros) de áreas geográficas a diferentes niveles o escalas de información (Zárate et al., 1996). La sobreposición de esta información, más la correspondiente al proyecto propuesto, produce una caracterización compuesta de un ambiente en el que se pueden evaluar cuantitativa y espacialmente impactos directos, así como la simulación de escenarios y riesgos ambientales (Zárate et al, 1996; Gómez-Orea, 2003; Zárate, 2005).
Listas de chequeo	Estas técnicas se basan en la elaboración de un listado específico de componentes ambientales, agentes de impacto o etapas del proyecto (Canter, 1977; MOPU, 1982; Westman, 1985; Jain et al., 1993; Smith, 1993). Son métodos que se emplean para la identificación de impactos y preliminarmente para la evaluación de estos, bajo la consideración de ciertos criterios o escalas (p. ej. de magnitud e importancia). La principal desventaja de estas técnicas es que no permiten definir o establecer las relaciones causa-efecto entre el proyecto y el medio ambiente, tampoco la identificación y evaluación de efectos sinérgicos (Zárate et al., 1996; Gómez-Orea, 2003; Zárate, 2005).
Matrices de interacción	Las matrices son métodos cualitativos que permiten evaluar las relaciones directas causa-efecto y el grado de interacción que puede existir entre las acciones de un proyecto y los componentes ambientales involucrados en el mismo. Las matrices de interacción son herramientas valiosas para la EIA, ya que permiten no sólo identificar y evaluar los impactos producidos por un proyecto, sino valorar cualitativamente varias alternativas de un mismo proyecto y determinar las necesidades de la información para la evaluación y la organización de la misma. Sin embargo, el uso de estas técnicas presenta algunas desventajas que es importante considerar: a) las matrices con muchas interacciones son difíciles de manejar, b) no consideran impactos secundarios o de orden mayor e impactos sinérgicos y acumulativos, c) para la valoración de cada impacto identificado es asignado un mismo peso en términos de los atributos ambientales definidos (p. ej. magnitud e importancia) y d) los valores asignados a los atributos ambientales generalmente son definidos en escalas o valores relativos, por lo que es recomendable sustentarlos con el uso de índices o indicadores ecológicos, económicos, o normas técnicas (Zárate et al., 1996; Gómez-Orea, 2003; Zárate, 2005).

Técnica	Alcances
Juicio de expertos	Identificación y dimensionamiento de impactos ambientales directos, indirectos, acumulativos y sinérgicos con base en la experiencia y juicio de especialistas y evaluadores.

Con los resultados obtenidos de este análisis se generó la información necesaria para proponer modificaciones de las fuentes generadoras de impactos ambientales negativos, o en su defecto plantear las medidas necesarias para mitigarlos, las cuales se abordan con detalle en el Capítulo 4 de esta MIA-P. De esta manera, se sentaron las bases para garantizar la mínima afectación al RE al que pertenece el Proyecto, así como el mantenimiento de la estructura y función de los ecosistemas y recursos naturales involucrados en sus áreas de influencia.

4.3. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

La identificación de impactos es parte esencial del proceso de Evaluación de Impacto Ambiental, necesario para que la Autoridad competente establezca las condiciones a las que deben sujetarse las obras o actividades que puedan causar un daño al ambiente (LGEEPA Art. 28).

Para identificar los impactos ambientales de proyectos de forma realista, funcional y poco subjetiva, éstos deben analizarse bajo la óptica del manejo de ecosistemas. Esto es, considerar a dichos ecosistemas como sistemas complejos y dinámicos que pueden cambiar como consecuencia de acciones y procesos que incidan sobre componentes de diversos niveles de complejidad; así como incluir la interconectividad e interdependencia de los componentes naturales y enfatizar la importancia de la estructura y función de los ecosistemas que proveen bienes y servicios ambientales (Curtin y Prellezo 2010).

Basados en lo anterior se identificaron tres diferentes niveles de complejidad ecológica sobre los cuales pudieran generarse impactos derivados de las acciones del proyecto. Estos niveles son:

a. Elementos naturales: elementos químicos, físicos y biológicos que se presentan en un tiempo y espacio determinado sin la inducción del hombre (LGEEPA Art. 3º fracción XV).
b. Procesos naturales: serie ordenada de eventos naturales cuya dinámica y magnitud determinan la funcionalidad de un ecosistema y pueden influenciar las condiciones ambientales locales, regionales o globales (Naeem *et al.* 1999).
c. Ecosistemas: unidad funcional básica de interacción de los organismos vivos entre sí y de estos con el ambiente, en un espacio y tiempo determinados (LGEEPA Art. 3º fracción XIII).

La interdependencia entre cada uno de estos niveles permite discriminar los impactos de acuerdo con su intensidad y evita contar dos o más veces un mismo impacto, ya que cuando se afecta un nivel mayor forzosamente hay impactos en los niveles inferiores, que ya no es necesario contabilizar, logrando así una mayor certidumbre y objetividad en el proceso.

La clasificación mencionada también facilita la calificación de los impactos ambientales de acuerdo con su intensidad, ya que impactos más intensos son los que afectan a nivel de función de los ecosistemas, los impactos intermedios son los que solo afectan hasta el nivel de procesos naturales; y los impactos de menor intensidad son los que solo afectan elementos de la RE (Figura 4. 1.).

Figura 4. 1. Diagrama conceptual del fundamento ideológico para el proceso de análisis de impactos ambientales para el Proyecto. Se muestra la interdependencia de los 3 niveles de complejidad de los ecosistemas. Los elementos sostienen a los procesos, los cuales determinan las funciones y características particulares de cada tipo de ecosistema.



A continuación, se describen con detalle cada una de las metodologías empleadas para la identificación y evaluación de impactos ambientales.

4.3.1. Cartografía temática y sistemas de información geográfica

El análisis realizado para la identificación de impactos en el área de influencia del proyecto y las áreas adyacentes se apoyó en los planos cartográficos disponibles y en la fotografía de satélite obtenida del programa Google Earth.

Se contó también con herramientas cartográficas generadas de manera particular para el proyecto, datos puestos a disposición por el INEGI y planos de usos del suelo y vegetación. Con dicha información se obtuvo lo siguiente:

- Definición espacial del área de influencia ambiental directa e indirecta del proyecto (Capítulo 3)
- Definición espacial del área de estudio de la presente MIA-P (Capítulo 3)

Como se presenta en el Capítulo 3 de la presente MIA-P, de la RE del proyecto se delimita por (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**):

La Región Ecológica, es un espacio geográfico caracterizado por su extensión, uniformidad y funcionamiento, cuyos límites deben ser establecidos por la continuidad del o de los ecosistemas del que forman parte, utilizando para ello componentes ambientales (geoformas, agua, aire, suelo, flora, fauna, población, infraestructura, paisaje) y sus factores (calidad, cantidad, extensión, etc.) donde interactúa el proyecto en espacio y tiempo, así como también estar orientado por factores legales (uso de suelo, unidades de gestión ambiental, ANP, sitios RAMSAR, etc.).

La importancia de la Región Ecológica radica en que es el elemento más relevante en el desarrollo de la evaluación de un proyecto, en lo referente a la parte ambiental, es decir, define las reglas de decisión sobre el funcionamiento base de un ecosistema, seleccionando las características

homogéneas y su alcance o extensión del ecosistema dentro de la Región Ecológica; conllevando a una percepción en materia de calidad ambiental.

La caracterización de la Región Ecológica (RE) debe aportar un diagnóstico del estado de conservación o de alteración de los componentes y procesos ecológicos de la zona elegida, es decir, de la integridad funcional de los ecosistemas, ya que en última instancia un proyecto es viable ambientalmente si es compatible con la vocación del suelo y permite la continuidad de los procesos y la permanencia de los componentes ambientales (artículo 44 del REIA). Para definir la Región Ecológica (RE) del proyecto, se consideró lo establecido por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) en su publicación "Reflexiones y Acciones para el desarrollo turístico sostenible, derivadas de la evaluación de impacto ambiental en el Caribe mexicano: Región Ecológica Punta Bete-Punta Maroma"; (www.semarnat.gob.mx).

Aquí se señala que la conformación de estos contempla zonas de influencia, donde se describe la "Zona Directa" que es donde sucederá el impacto y la "Zona Indirecta" que resulta de efectos indirectos a áreas circundantes. Para delimitar la RE del proyecto BACALAR LAGOON CLUB se realizó la prospección física del lugar, auxiliado de recorridos en el camino rustico, así como de fotointerpretación para caracterizar los elementos bióticos del medio, a la vez de como estos se delimitan por los aspectos físicos de la zona y cómo estos en conjunto interactúan en la RE.

La **Región Ecológica (RE)** corresponde al área del entorno inmediato del proyecto que, por sus características ambientales, físicas y antrópicas, puede influir sobre las obras y actividades propuestas o, de manera recíproca, verse influenciada por éstas de forma directa. Su delimitación se realizó considerando los principales elementos del paisaje, las unidades de gestión ambiental aplicables y las condiciones actuales del sitio, con la finalidad de establecer un área representativa para el análisis de los componentes ambientales y la evaluación de los posibles impactos derivados del desarrollo del proyecto.

Es importante señalar que el proyecto **no se localiza dentro de un Área Natural Protegida (ANP) de carácter federal, estatal o municipal**; sin embargo, se encuentra regulado por el **Programa de Ordenamiento Ecológico Local (POEL) de la Laguna de Bacalar**, ubicándose dentro de la **Unidad de Gestión Ambiental (UGA) Tu-7 Costa Bacalar Norte**, la cual establece los lineamientos y criterios ambientales aplicables para el desarrollo de actividades en la zona.

De forma específica, la delimitación de la Región Ecológica se definió con base en los siguientes elementos:

Derivado del Programa de Ordenamiento Ecológico Local de la Laguna de Bacalar:

- Unidad de Gestión Ambiental **Tu-7 Costa Bacalar Norte**.

Derivado de elementos físicos del entorno:

- Laguna de Bacalar.
- Boulevard Costero.

Derivado de elementos antrópicos:

- Infraestructura y construcciones existentes en el entorno inmediato.
- Áreas con influencia antrópica y ocupación del suelo.

Considerando los criterios anteriormente descritos, la **Región Ecológica** comprende una superficie total de **26,089.468 m²** (2.6089 ha), la cual constituye el área de referencia para el análisis de los componentes bióticos, abióticos y del paisaje, así como para la identificación de las interacciones ecológicas y ambientales relacionadas con el proyecto.

En la siguiente tabla se presentan los tipos de cobertura vegetal identificados dentro de la Región Ecológica. Para su caracterización se tomó como referencia la **Carta de Uso del Suelo y Vegetación, Serie VII del INEGI**; no obstante, dicha información fue actualizada mediante recorridos de campo y fotointerpretación apoyada con Sistemas de Información Geográfica (SIG), permitiendo obtener una representación más precisa de las condiciones actuales del sitio y de la distribución real de las comunidades vegetales presentes en el área de estudio.

Tabla 4. 2. Superficies de elementos dentro de la Región Ecológica

Clave	Condición de la vegetación y uso del suelo	Superficie		Porcentaje (%)
		m²	Hectáreas	
VSA/SMQ	Vegetación Secundaria Arbórea De Selva Mediana Subperennifolia	25,068.539	2.506	96.087
I.A	Influencia Antrópica	1020.929	0.102	3.913
Suma Total		26,089.468	2.608	100.00

Figura 4. 2. Delimitación de los límites y colindancias de la Región Ecológica del proyecto



4.3.2. Acciones del proyecto susceptibles de generar impactos

Para efectos de la EIA se entiende por acción a la parte activa que interviene en la relación causa-efecto que define un impacto ambiental (Gómez-Orea 2002). Las acciones se identifican a partir de cada una de las diferentes obras y actividades que se realizarán durante el desarrollo del **Proyecto**. Por lo que, para el Proyecto antes de determinar las acciones se identificaron las obras y actividades involucradas, las cuales se muestran en la Tabla 4. 3.

Tabla 4. 3. Resumen de obra y actividades del Proyecto sometidas al procedimiento de EIA.

Planta	Obra	Descripción
Sótano	Baño	Con una superficie de construcción de 17.68m^2, este módulo está proyectado para optimizar los servicios del área comercial y pública del nivel. Su distribución es binaria (sección independiente para hombres y mujeres), equipada con dos tazas sanitarias y dos lavamanos de bajo consumo hidrosanitario como medida de ecotecnia.
	Barra y recepción	Espacio de 38.06m^2 destinado a la preparación y servicio de bebidas. Funciona estratégicamente como zona de transición y acceso principal hacia el núcleo social del nivel sótano.
	Salón / comedor	Constituye el espacio operativo y comercial más amplio de este nivel, con una superficie de 104.49m^2. Está diseñado con un enfoque multifuncional para la recepción de comensales, conectando el espacio cerrado con las áreas exteriores de esparcimiento.
	Cocina / Bodega	Módulo integrado que abarca una superficie de 19.65m^2 para la cocina operativa, complementado por una bodega/almacén de 13.62m^2 destinada al resguardo de insumos alimenticios y materiales de mantenimiento, cumpliendo con las normativas de seguridad e higiene.
	Asoleaderos	Zona exterior de transición que ocupa 29.81m^2, concebida como un área de descanso a cielo abierto que aprovecha la orientación paisajística hacia la piscina y la zona de conservación lagunar.
	Piscina	Obra hidráulica con una superficie de espejo de agua de 46.17m^2 y una profundidad de diseño de 1.65m, proyectando un volumen total de almacenamiento de 66.00m^3. En el subsuelo de esta estructura se confinará el cuarto de máquinas, el cual albergará los sistemas de bombeo, filtración y el sistema de retro lavado en circuito cerrado para evitar descargas incidentales al suelo kárstico.
Planta baja	Acceso, vestíbulo y jardín techado	El núcleo de ingreso comprende un acceso peatonal de 36.83m^2 y un vestíbulo receptor de 38.06m^2. Ambos componentes se localizan en la proyección inferior de las recámaras de la planta alta, integrándose con un jardín techado de 58.02m^2. Estructuralmente, son espacios semiabiertos soportados por columnas de carga calculadas para absorber los esfuerzos mecánicos y transferencias de peso del nivel superior. El vestíbulo funcionará como la recepción principal del desarrollo.
	Almacén, cuarto de servicios y baño	Se agrupan las obras de apoyo operativo que incluyen un almacén general de 9.45m^2, un cuarto de servicios de 3.56m^2 y medio baño de 13.63m^2. El cuarto de servicios concentrará el centro de control eléctrico, bombas hidroneumáticas, calentadores de agua eficientes y el área de almacenamiento temporal de Residuos Sólidos Urbanos (RSU), previo a su disposición final.
Planta alta	Recámaras	El área habitacional privada se compone de dos unidades: la recámara principal con 42.72m^2 y una recámara secundaria de 41.09m^2. Cada una de las crujías está proyectada con baño completo integrado y dimensiones optimizadas para mobiliario residencial y vestidores.
	Almacén, cuarto de servicios y baño	Replicando la distribución modular de eficiencia estructural, se dispone de un almacén de 9.45m^2, un cuarto de servicios operativos de 3.56m^2 y un baño exterior común de 13.62m^2 para servicio de las áreas comunes del nivel.

Planta	Obra	Descripción
	Sala principal y área de usos múltiples	Representa la mayor huella constructiva de la planta alta con 193.80m^2. Este espacio integra el vestíbulo de distribución hacia las recámaras, pasillos de circulación y una gran estancia de usos múltiples destinada a albergar el mobiliario de convivencia familiar (estancia, comedor y sistemas multimedia).
	Escaleras	El flujo y la conectividad vertical entre los tres niveles (Sótano, Planta Baja y Planta Alta) se realiza a través de un núcleo de escaleras centralizado. Estructuralmente, este componente ocupa una superficie fija por planta de 15.39m^2, diseñado bajo estrictas normas de seguridad y evacuación arquitectónica.

Las acciones identificadas se clasificaron dentro de tres categorías: extracción, cuando la acción implica el explotar algún recurso; ocupación, cuando la acción implica el uso del espacio; y emisión de efluentes, cuando la acción implica emitir líquidos, sólidos o gases al ambiente (Gómez Orea y Gómez Villarino, 2013).

Asimismo, se identificó la etapa del proyecto en la cual se llevarán a cabo cada una de las acciones derivadas de cada obra o actividad; los *momentos o etapas* de desarrollo considerados para el proyecto fueron los siguientes:

a) *Preparación del sitio, que consiste en las labores necesarias para el acondicionamiento del terreno que permitan su uso de acuerdo con el objetivo planteado. Generalmente no representa la construcción o instalación de infraestructura, aunque si requiere de la intervención de la zona de influencia directa.*
b) *Construcción, que consiste en todas las actividades necesarias para el desarrollo de las obras físicas sobre el terreno y que se caracteriza por una fuerte actividad sobre el predio y la zona.*
c) *Operación y mantenimiento, que consiste en las actividades necesarias para hacer funcionar y mantener en buen estado las obras del proyecto, así como en las labores de seguimiento y monitoreo.*
d) *Abandono, que comienza a partir de que cesan cualquier tipo de actividades relacionadas con el proyecto en* el predio y consiste en las acciones necesarias para evitar cualquier impacto ambiental relacionado con las instalaciones fuera de uso.

De este modo, en la Tabla 4. 4 se presenta una relación entre las acciones derivadas de cada obra y/o actividad, así como el momento en el que se efectuará.

Tabla 4. 4. Obras y actividades consideradas para la evaluación de impactos ambientales del proyecto.

ETAPA	No.	Obra y/o actividad	Casa habitación	Alberca	Barra y terraza	PTAR y humedal artificial	Jardines y áreas verdes	Acceso	Obras provisionales	Áreas temporales
Preparación del sitio	1	Trazo, marcado y delimitación	x	x	x	x	x	x		
	2	Instalación de vivero				x			x	x
	3	Rescate de flora	x	x	x	x	x	x		
	4	Rescate y reubicación de fauna	x	x	x	x	x	x		
	5	Desmonte y despalme	x	x	x	x	x	x		
	6	Limpieza del terreno	x	x	x	x	x	x		
	7	Habilitación de obras provisionales	x	x	x		x	x		x
Construcción	8	Nivelación de terreno	x			x				
	9	Excavación y cimentación	x	x		x				
	10	Estructura	x			x				
	11	Albañilería	x	x	x	x				
	12	Instalación de sistemas y equipos				x				
	13	Instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas	x	x	x	x				
	14	Construcción de alberca		x						
	15	Construcción de barra y terraza			x					
	16	Construcción del acceso						x		
	17	Acabados	x	x	x					
	18	Jardinería y revegetación					x			
	19	Manejo temporal de residuos	x	x	x		x	x	x	x

	20	Desmantelamiento de instalaciones temporales y limpieza final	x	x	x		x	x		x
Operación y mantenimiento	21	Uso de la casa habitación	x					x		
	22	Operación y mantenimiento de alberca		x						
	23	Mantenimiento de infraestructura	x	x	x	x	x	x		
	24	Mantenimiento de áreas verdes					x			
	25	Manejo de residuos sólidos	x	x	x		x	x		
Abandono	26	Demolición de infraestructura	x	x	x	x	x	x		
	27	Retiro de residuos	x	x	x	x	x	x		x
	28	Restauración de suelo	x	x	x		x	x		
	29	Reforestación	x	x	x	x	x	x	x	x

Una vez definidas las obras y actividades que conforman el proyecto, se analizaron las acciones generadoras de impactos, entendidas como las posibles causas simples, precisas, localizadas y bien determinadas de impacto ambiental.

Como resultado de lo anterior se identificaron **29 acciones** derivadas del desarrollo de **8 obras y actividades del Proyecto** y que podrían causar impactos al ambiente en una o varias fases de este (Tabla 4. 5. 4.).

Tabla 4. 5. Acciones identificadas como resultado del desarrollo del proyecto, que podrían causar impactos al ambiente de acuerdo con la(s) fase(s) en la(s) que se realizarán.

ETAPA	No.	Obra y/o actividad
Preparación del sitio	1	Trazo, marcado y delimitación
	2	Instalación de vivero
	3	Rescate de flora
	4	Rescate y reubicación de fauna
	5	Desmonte y despalme
	6	Limpieza del terreno
	7	Habilitación de obras provisionales
Construcción	8	Nivelación de terreno
	9	Excavación y cimentación
	10	Estructura
	11	Albañilería
	12	Instalación de sistemas y equipos
	13	Instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas
	14	Construcción de alberca
	15	Construcción de barra y terraza
	16	Construcción del acceso
	17	Acabados
	18	Jardinería y revegetación
	19	Manejo temporal de residuos
	20	Desmantelamiento de instalaciones temporales y limpieza final
Operación y mantenimiento	21	Uso de la residencia turística
	22	Operación y mantenimiento de alberca
	23	Mantenimiento de infraestructura
	24	Mantenimiento de áreas verdes
	25	Manejo de residuos sólidos
Abandono	26	Demolición de infraestructura
	27	Retiro de residuos
	28	Restauración de suelo
	29	Reforestación

4.3.3. Factores del medio susceptibles de recibir impactos

Se denomina factor ecológico a todos los elementos del ambiente susceptibles de actuar directamente sobre los seres vivos, por lo menos durante una etapa de su desarrollo. Se clasifican en abióticos, que incluyen el conjunto de características fisicoquímicas del medio; y bióticos, que son el conjunto de interacciones que tienen lugar entre los individuos de la misma especie o de especies diferentes (Dajoz 2001). Para efectos del análisis de impactos ambientales, también se consideraron como factores los elementos socioeconómicos ya que son parte primordial de los procesos de degradación y conservación de los recursos.

Se define como entorno 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), así como las consideraciones de índole social.

Por último, un impacto ambiental es una modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza (LGEEPA Art. 3º fracción XIX).

Con base en lo anterior, para la evaluación de los impactos ambientales fue necesario identificar, de acuerdo con el diagnóstico del RE (Capítulo 3), cada uno de los factores del entorno que pudieran resultar afectados de manera significativa por las obras o actividades del proyecto. Dichos factores se clasificaron en alguno de los tres niveles de complejidad ecológica descritos en el apartado 5.2 (elementos, procesos y ecosistemas).

Posteriormente se aplicaron las técnicas de análisis de impactos ambientales para identificar las interacciones entre los factores susceptibles y las acciones generadoras de impactos. De esta forma fue posible interpretar el comportamiento de la RE para definir medidas de mitigación y compensación (detalladas en el presente capitulo) que fueran congruentes con los impactos ambientales detectados y con las condiciones de la RE.

Con base en la estrategia antes mencionada, en total se identificaron **12** factores susceptibles de recibir impactos en la RE, de los cuales **7** son elementos, **4** procesos y **1** ecosistema (Figura 4. 3.).

En la Tabla 4. 4 se enlistan los factores del entorno, divididos en elementos, procesos y ecosistemas, seleccionados por su relevancia para la identificación y análisis de impactos. También se muestran las propiedades de cada factor que deberán medirse durante todas las fases del proyecto ya que funcionan como indicadores del estado de la RE para el Sistema de Gestión y Manejo Ambiental (SGMS ver Capítulo 4), de acuerdo con lo recomendado por los diferentes especialistas que participaron en los estudios para el proyecto.

Es importante señalar que los factores identificados únicamente consideran los aspectos ambientales que son facultad de esta Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental (DGIRA), y no se analizan los aspectos socioeconómicos ya que esos son valorados por la Secretaría de Energía mediante la Evaluación de Impacto Social.

Figura 4. 3. Factores del medio susceptibles de recibir impactos identificados en el área de influencia del Proyecto.

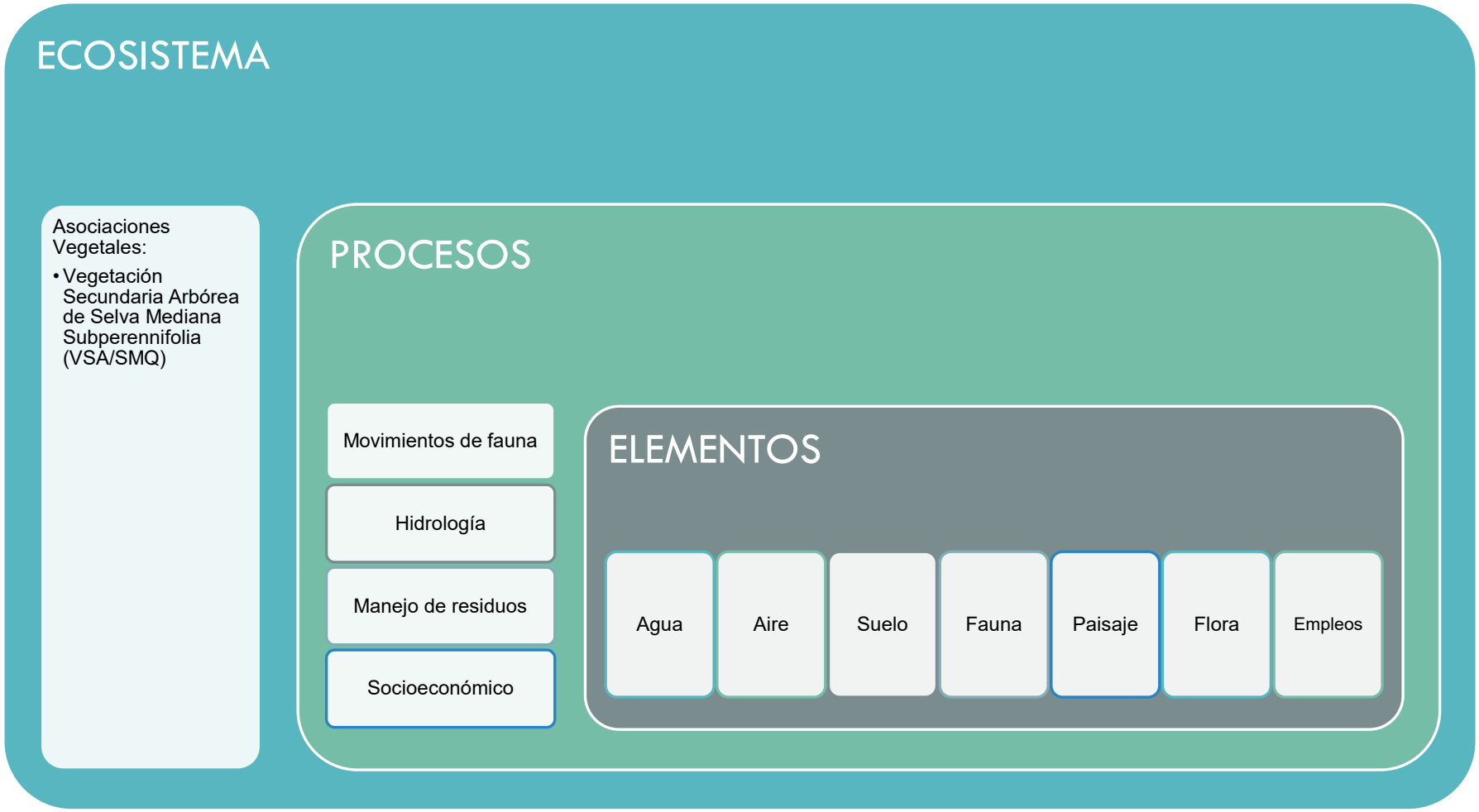


Tabla 4. 6. Factores del medio en la RE susceptibles de recibir impactos por el desarrollo del proyecto y sus propiedades a medir para monitorear su estado.

Medio	Factor	Propiedades por medir susceptibles a recibir impactos	Nivel		
			Elemento	Proceso	Ecosistema
Abiótico	Aire	Calidad	x		
		Confort sonoro	x		
	Agua	Calidad (propiedades fisicoquímicas y microbiológicas)	x		
		Riesgo de contaminación al acuífero	x		
	Suelo	Permeabilidad	x		
		Erosión	x		
		Compactación	x		
	Paisaje	Fragmentación	x		
	Hidrología	Infiltración		x	
		Recarga del acuífero		x	
	Empleos	Generación de empleos temporales	x		
	Residuos	Volumen		x	
		Manejo y disposición		x	
	Socioeconómico	Generación de energía limpia y renovable		x	
Biótico	Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subperennifolia (VSA/SMQ)	Estructura y cobertura forestal			x
	Fauna	Desplazamiento temporal de fauna	x		
		Conservación de individuos	x		
		Generación de hábitat	x		
	Flora	Pérdida de cobertura vegetal	x		
		Aumento de densidad y cobertura	x		
		Conservación de individuos	x		
	Movimientos de fauna	Patrones de distribución		x	
		Conectividad ecológica		x	

4.3.4. Listas de chequeo

El proyecto consistirá en la construcción, operación, mantenimiento y, en su caso, abandono de una residencia habitacional turística de dos niveles más sótano, diseñada para integrarse al entorno natural mediante un aprovechamiento racional del predio y la aplicación de medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental que permitan minimizar las afectaciones sobre los recursos naturales presentes en el sitio.

El proyecto se localizará dentro de la Unidad de Gestión Ambiental TU-7 Costa Bacalar Norte, con Política de Conservación, establecida en el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial (POET) de la Laguna de Bacalar. Su desarrollo contempla una ocupación parcial del predio, conservando áreas con vegetación natural y superficies permeables, con el propósito de favorecer la infiltración del agua de lluvia, mantener la funcionalidad ecológica del sitio y reducir la modificación de las condiciones ambientales existentes.

La vivienda estará conformada por espacios habitacionales y recreativos distribuidos en dos niveles, considerando áreas destinadas a sala, comedor, cocina, dos habitaciones, baños, sala de

juegos, bodega y demás espacios de servicio, complementándose con infraestructura exterior para el uso y disfrute del inmueble.

El proyecto contempla la construcción de los siguientes componentes:

- Residencia turística de dos niveles más sótano.
- Alberca.
- Barra exterior.
- Terraza.
- Acceso al predio.
- Áreas verdes y jardinería con especies nativas.
- Obras provisionales para la etapa de construcción.

La vivienda contará con espacios funcionales destinados al uso habitacional permanente, integrando áreas interiores y exteriores que permitan un adecuado aprovechamiento del predio, procurando conservar la mayor cantidad posible de vegetación existente fuera del área de desplante. Asimismo, durante la ejecución del proyecto se implementarán programas de rescate de flora, rescate y reubicación de fauna, manejo integral de residuos, control de emisiones de polvo y ruido, así como acciones de revegetación y restauración de las áreas temporalmente intervenidas.

La operación del proyecto estará orientada exclusivamente al uso habitacional, por lo que las actividades desarrolladas serán de baja intensidad y compatibles con el entorno donde se localiza. El mantenimiento de la vivienda comprenderá la conservación periódica de la infraestructura, la alberca, las áreas verdes y las instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas, asegurando el adecuado funcionamiento del inmueble y el cumplimiento de las medidas ambientales establecidas para el proyecto.

Adicionalmente, se habilitarán áreas temporales y obras de apoyo necesarias para el almacenamiento de materiales, herramientas e insumos requeridos durante la etapa constructiva, así como un acceso rústico permeable de baja intervención, el cual conservará las condiciones naturales del terreno y evitará la incorporación de superficies impermeables.

Con base en lo anterior, y en la información vertida en los Capítulo 1 de esta MIA-P se elaboraron las listas de chequeo necesarias para identificar los impactos ambientales, por lo cual, estas listas tomaron en cuenta los factores del medio natural que pudieran resultar impactados por el desarrollo del Proyecto, positiva o negativamente, así como las actividades contempladas en cada una de sus etapas de desarrollo.

Los puntos de partida para la elaboración de dichas listas fueron la información técnica manifestada por el promovente en el Capítulo 1 y el juicio de los expertos participantes en la estructuración de la presente MIA-P. Las listas de chequeo resultantes incluyen las actividades principales del proyecto en las etapas contempladas (Tabla 4. 7 a Tabla 4. 10) y los impactos ambientales (positivos y negativos) que potencialmente podrán producir en los diversos factores del medio identificados como susceptibles.

Tabla 4. 7. Listas de chequeo de impactos ambientales potenciales previstos para la etapa de preparación.

Acción	Factor	Propiedad	Impacto	Signo	
Trazo y marcado	Flora	Cobertura vegetal	Delimitación y protección de vegetación	p	
	Empleos	Demanda de mano de obra	Generación de empleos directos	p	
Instalación de vivero	Flora	Diverisidad de insumos	Conservación temporal de ejemplares rescatados	p	
	Empleos	Demanda de mano de obra	Generación de empleos directos	p	
		Demanda de insumos	Generación de empleos indirectos	p	
Rescate de flora	Flora	Densidad poblacional	Conservación de individuos	p	
	Paisaje	Calidad visual	Conservación parcial del paisaje natural	p	
	Empleos	Demanda de mano de obra	Generación de empleos directos	p	
Rescate y reubicación de fauna	Fauna	Densidad poblacional	Conservación de individuos	p	
		Desplazamiento	Reubicación de ejemplares hacia sitios seguros	p	
		Mortalidad	Disminución del riesgo de mortalidad por actividades de obra	p	
	Empleos	Demanda de mano de obra	Generación de empleos directos	p	
Desmonte y Despalme	Aire	Calidad	Contaminación por ruido		n
			Contaminación por gases y polvos		n
	Flora	Densidad poblacional	Pérdida de individuos		n
		Cobertura vegetal	Disminución de cobertura vegetal		n
	Fauna	Densidad poblacional	Desplazamiento temporal de fauna		n
	Paisaje	Calidad visual	Fragmentación		n
	Suelo	Profundidad	Pérdida de suelo		n
		Calidad	Compactación		n
	Movimiento de fauna	Desplazamiento	Modificación a la estructura forestal		n
	Empleos	Demanda de mano de obra	Generación de empleos directos	p	
	VSA/MSQ	Estructura	Modificación a la estructura forestal		n
Limpieza	Suelo	Calidad	Contaminación por residuos sólidos, líquidos o peligrosos		n
	Movimiento de fauna	Desplazamiento	Alteracion en el tránsito de fauna		n
	Paisaje	Calidad visual	Mejoramiento visual del sitio	p	
	Empleos	Demanda de mano de obra	Generación de empleos directos	p	
Habilitación de obras provisionales	Aire	Calidad	Contaminación por ruido		n
			Contaminación por gases y polvos		n
	Agua	Calidad	Contaminación por residuos sólidos, líquidos o peligrosos		n
			Generación de aguas residuales		n
	Suelo	Calidad	Contaminación por residuos sólidos, líquidos o peligrosos		n
	Empleos	Demanda de mano de obra	Generación de empleos directos	p	
		Demanda de insumos	Generación de empleos indirectos	p	
				17	17

Tabla 4. 8. Listas de chequeo de impactos ambientales potenciales previstos para la etapa de construcción.

Acción	Factor	Propiedad	Impacto	Signo	
Nivelación del terreno	Aire	Calidad	Contaminación por ruido		n
			Contaminación por gases y polvos		n
	Agua	Calidad	Contaminación por residuos sólidos, líquidos o peligrosos		n
	Suelo	Calidad	Compactación		n
	Hidrología	Infiltración	Modificación puntual de infiltración		n
	Empleos	Demanda de mano de obra	Generación de empleos directos	p	
Excavación y cimentación	Aire	Calidad	Contaminación por ruido		n
			Contaminación por gases y polvos		n
	Suelo	Calidad	Contaminación por residuos sólidos, líquidos o peligrosos		n
	Agua	Calidad	Contaminación por residuos sólidos, líquidos o peligrosos		n
			Generación de aguas residuales		n
	Hidrología	Infiltración	Modificación puntual de infiltración		n
	Paisaje	Calidad visual	Impacto visual		n
	Empleos	Demanda de mano de obra	Generación de empleos directos	p	
		Demanda de insumos	Generación de empleos indirectos	p	
Estructuración	Aire	Calidad	Contaminación por ruido		n
			Contaminación por gases y polvos		n
	Suelo	Calidad	Contaminación por residuos sólidos, líquidos o peligrosos		n
	Agua	Calidad	Contaminación por residuos sólidos, líquidos o peligrosos		n
			Generación de aguas residuales		n
	Residuos	Manejo de residuos	Generación de residuos de construcción		n
	Paisaje	Calidad visual	Fragmentación		n
	Empleos	Demanda de mano de obra	Generación de empleos directos	p	
		Demanda de insumos	Generación de empleos indirectos	p	
Instalación de sistemas y equipos	Aire	Calidad	Contaminación por ruido		n
			Contaminación por gases y polvos		n
	Agua	Calidad	Generación de aguas residuales		n
	Suelo	Calidad	Contaminación por residuos sólidos, líquidos o peligrosos		n
	Hidrología	Infiltración	Disminución de la cantidad de infiltración		n
	Empleos	Demanda de mano de obra	Generación de empleos directos	p	
		Demanda de insumos	Generación de empleos indirectos	p	
Instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas	Suelo	Calidad	Contaminación por residuos sólidos, líquidos o peligrosos		n
	Agua	Calidad	Contaminación por residuos sólidos, líquidos o peligrosos		n
			Generación de aguas residuales		n
	Hidrología	Infiltración	Disminución de la cantidad de infiltración		n

	Empleos	Demanda de mano de obra	Generación de empleos directos	p	
		Demanda de insumos	Generación de empleos indirectos	p	
Construcción de alberca	Aire	Calidad	Contaminación por ruido		n
			Contaminación por gases y polvos		n
	Agua	Calidad	Generación de aguas residuales		n
	Suelo	Calidad	Contaminación por residuos sólidos, líquidos o peligrosos		n
	Hidrología	Infiltración	Disminución de la cantidad de infiltración		n
	Empleos	Demanda de mano de obra	Generación de empleos directos	p	
		Demanda de insumos	Generación de empleos indirectos	p	
Construcción de barra y terraza	Aire	Calidad	Contaminación por ruido		n
		Calidad	Contaminación por gases y polvos		n
	Agua	Calidad	Generación de aguas residuales		n
	Empleos	Demanda de mano de obra	Generación de empleos directos	p	
			Generación de empleos indirectos	p	
Construcción del acceso	Aire	Calidad	Contaminación por ruido		n
			Contaminación por gases y polvos		n
	Suelo	Calidad	Compactación		n
	Hidrología	Infiltración	Disminución de la cantidad de infiltración		n
	Empleos	Demanda de mano de obra	Generación de empleos directos	p	
			Generación de empleos indirectos	p	
Colocación de acabados	Aire	Calidad	Contaminación por ruido		n
			Contaminación por gases y polvos		n
	Agua	Calidad	Generación de aguas residuales		n
	Suelo	Calidad	Contaminación por residuos sólidos, líquidos o peligrosos		n
	Empleos	Demanda de mano de obra	Generación de empleos directos	p	
			Generación de empleos indirectos	p	
Manejo y disposición temporal de residuos	Suelo	Calidad	Contaminación por residuos sólidos, líquidos o peligrosos		n
	Agua	Calidad	Contaminación por residuos sólidos, líquidos o peligrosos		n
	Paisaje	Calidad visual	Mejoramiento visual del sitio	p	
	Empleos	Demanda de mano de obra	Generación de empleos directos	p	
Desmantelamiento de instalaciones temporales y limpieza final	Suelo	Calidad	Contaminación por residuos sólidos, líquidos o peligrosos		n
	Agua	Calidad	Generación de aguas residuales		n
	Paisaje	Calidad visual	Mejoramiento visual del sitio	p	
	Empleos	Demanda de mano de obra	Generación de empleos directos	p	
Reforestación	Flora	Densidad y cobertura	Aumento de densidad y cobertura	p	
	Fauna	Diversidad	Generación de hábitat	p	
	VSA/MSQ	Estructura vegetal	Recuperación de estructura vegetal	p	
	Empleos	Demanda de mano de obra	Generación de empleos directos	p	
TOTAL				25	48

Tabla 4. 9. Listas de chequeo de impactos ambientales potenciales previstos para la etapa de operación y mantenimiento.

Acción	Factor	Propiedad	Impacto	Signo	
Operación y funcionamiento de la residencia turística	Aire	Calidad	Contaminación por ruido		n
	Agua	Calidad	Generación de aguas residuales		n
		Calidad	Contaminación por residuos sólidos, líquidos o peligrosos		n
	Residuos	Volumen de residuos	Generacion de residuos sólidos urbanos		n
	Empleos	Demanda de mano de obra	Generación de empleos directos	p	
		Demanda de insumos	Generación de empleos indirectos	p	
	Socioeconomía	Demanda de bienes y servicios	Aprovechamiento de infraestructura y servicios	p	
Operación y mantenimiento de alberca	Agua	Calidad	Generación de aguas residuales		n
			Contaminación por residuos sólidos, líquidos o peligrosos		n
	Suelo	Calidad	Contaminación por residuos sólidos, líquidos o peligrosos		n
	Empleos	Demanda de mano de obra	Generación de empleos directos	p	
		Demanda de insumos	Generación de empleos indirectos	p	
Reparación y mantenimiento de la infraestructura	Aire	Calidad	Contaminación por gases y polvos		n
	Suelo	Calidad	Contaminación por residuos sólidos, líquidos o peligrosos		n
	Agua	Calidad	Contaminación por residuos sólidos, líquidos o peligrosos		n
	Empleos	Demanda de mano de obra	Generación de empleos directos	p	
		Demanda de insumos	Generación de empleos indirectos	p	
Mantenimiento áreas de conservación	Agua	Calidad	Contaminación por residuos sólidos, líquidos o peligrosos		n
	Flora	Densidad y cobertura	Aumento de densidad y cobertura	p	
	Paisaje	Calidad visual	Mejoramiento visual del sitio	p	
	Suelo	Estabilidad	Disminución procesos erosivos	p	
	Empleos	Demanda de mano de obra	Generación de empleos directos	p	
Manejo de residuos (sólidos y liquidos)	Residuos	Manejo de residuos	Disposición adecuada de residuos sólidos urbanos	p	
	Suelo	Calidad	Prevención de la contaminacion del suelo	p	
	Agua	Calidad	Prevención de la contaminacion del agua	p	
	Paisaje	Calidad visual	Mejoramiento visual del sitio	p	
TOTAL				15	11

Tabla 4. 10. Listas de chequeo de impactos ambientales potenciales previstos para la etapa de abandono.

Acción	Factor	Propiedad	Impacto	Signo	
Demolición de estructuras y cimientos	Aire	Calidad	Contaminación por ruido		n
			Contaminación por gases y polvos		n
	Residuos	Volumen de residuos	Incremento de residuos de construcción		n
	Paisaje	Calidad visual	Mejoramiento visual del sitio	p	
	Empleos	Demanda de mano de obra	Generación de empleos directos	p	
Retiro de residuos sólidos no reciclables	Aire	Calidad	Contaminación por gases y polvos		n
	Agua	Calidad	Contaminación por residuos sólidos, líquidos o peligrosos		n
	Suelo	Calidad	Contaminación por residuos sólidos, líquidos o peligrosos		n
	Empleos	Demanda de mano de obra	Generación de empleos directos	p	
Retiro de residuos sólidos reciclables	Aire	Calidad	Contaminación por gases y polvos		n
	Empleos	Demanda de mano de obra	Generación de empleos directos	p	
		Demanda de servicios	Generación de empleos indirectos	p	
Retiro de residuos peligrosos	Aire	Calidad	Contaminación por gases y polvos		n
	Suelo	Calidad	Contaminación por residuos sólidos, líquidos o peligrosos		n
	Empleos	Demanda de mano de obra	Generación de empleos directos	p	
		Demanda de servicios	Generación de empleos indirectos	p	
Restauración del suelo	Aire	Calidad	Contaminación por ruido		n
			Contaminación por gases y polvos		n
	Suelo	Calidad	Recuperación de suelo	p	
	Empleos	Demanda de mano de obra	Generación de empleos directos	p	
		Demanda de insumos	Generación de empleos indirectos	p	
Reforestación	Flora	Diversidad	Aumento de densidad y cobertura	p	
	Fauna	Diversidad	Generación de hábitat	p	
	Movimiento de fauna	Desplazaniento	Recuperación de movilidad y refugio de fauna	p	
	VSA/MSQ	Estructura vegetal	Recuperación de estructura vegetal	P	
	Empleos	Demanda de mano de obra	Generación de empleos directos	p	
		Demanda de insumos	Generación de empleos indirectos	p	
TOTAL				16	11

4.3.5. Matrices de interacción

Las matrices de interacción son una herramienta útil para la identificación de impactos ambientales potenciales que complementan la información brindada por las listas de chequeo y por el SIG. La información generada conjuntamente por estos tres elementos permite identificar y evaluar cualitativa y cuantitativamente los principales impactos ambientales que serán generados con la implementación del proyecto. También permite definir las medidas de mitigación, compensación y prevención correspondientes, mismas que se establecen en el Capítulo 6 del presente estudio. Se elaboró una primera Matriz denominada de Identificación de Impactos Ambientales Potenciales en la cual se confrontaron las obras y actividades del Proyecto con los impactos ambientales identificados en las listas de chequeo, ordenados de acuerdo con el factor del medio sobre el que inciden. Con dicha Matriz se identificaron los impactos positivos y negativos que potencialmente generará el proyecto, y se valoraron tanto los componentes ambientales que pudieran ser más afectados, como las actividades que generarán la mayor recurrencia o intensidad de impactos.

Esta Matriz constituye un método cuantitativo para la identificación de impactos ambientales y corresponde a una modificación propia de la matriz de Leopold (1971). Es importante destacar que el valor de magnitud establecido en esta matriz corresponde al producto de la suma de interacciones identificadas entre un impacto ambiental negativo potencial identificado y una obra u actividad.

Matriz 4. 1. Identificación de Impactos Ambientales Potenciales para el Proyecto.

Etapa	Factor	Aire		Agua			Suelo							Flora							Fauna						Paisaje				Empleos		Movimientos de fauna		Hidrología	Manejo de residuos			Socioeconomía	VSA/MSQ		IMPACTOS POR ACTIVIDAD		
	Impacto	Contaminación por ruido	Contaminación por gases y polvos	Contaminación	Generación de aguas residuales	Prevencion de la constaminacion del agua	Pérdida de suelo	Compactación	Contaminación	Recuperación de suelo	Disminucion de procesos erosivos	Prevencion de la contaminacion del suelo		Pérdida de individuos	Disminución de cobertura vegetal	Aumento de densidad y cobertura	Conservación de individuos	Delimitación y protección de vegetación	Conservación temporal de ejemplares rescatados		Desplazamiento temporal de fauna	Conservación de individuos	Generación de hábitat	Reubicación de ejemplares hacia sitios seguros	Disminución del riesgo de mortalidad por actividades de obra		Fragmentación	Impacto visual	Mejoramiento visual del sitio	Conservación parcial del paisaje natural	Generación de empleos directos	Generación de empleos indirectos	Alteración en el transito de fauna	Recuperación de movilidad y reugio de fauna	Disminución de la cantidad de infiltración	Generación de residuos solidos urbanos	Generación de residuos de construcción	Disposición adecuada de residuos sólidos urbanos	Aprovechamiento de infraestructura y servicios	Modificación a la estructura forestal	Recuperación de estructura vegetal	Negativos	Positivos	TOTALES
Preparación	Trazo y marcado																	p												p											0	2	2
	Instalación de vivero																		p											p	p										0	3	3
	Rescate de flora																p													p											0	3	3
	Rescate y reubicación de fauna																					p		p	p					p											0	4	4
	Desmonte y Despalme	n	n				n	n						n	n						n					n				p		n								n	-10	1	-9
	Limpieza								n																				p	p		n										-2	2	0
	Habilitación de obras provisionales	n	n	n	n				n																					p	p										-5	2	-3
Construcción	Nivelación del terreno	n	n		n			n																						p				n							-5	1	-4
	Excavación y cimentación	n	n	n	n				n																		n			p	p			n							-7	2	-5
	Estructuración	n	n	n	n				n																		n			p	p					n					-7	2	-5
	Instalación de sistemas y equipos	n	n		n				n																					p	p			n							-5	2	-3
	Instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas			n	n				n																					p	p			n							-4	2	-2
	Construcción de alberca	n	n		n				n																					p	p			n							-5	2	-3
	Construcción de barra y terraza	n	n		n																									p	p										-3	2	-1
	Construcción del acceso	n	n		n			n																						p	p										-4	2	-2
	Colocación de acabados	n	n		n				n																					p	p										-4	2	-2
	Manejo y disposición temporal de residuos			n					n																			p		p											-2	2	0
	Desmantelamiento de instalaciones temporales y limpieza final				n				n																			p		p											-2	2	0
	Reforestación															p							p							p											0	4	4
Operación y mantenimiento	Operación y funcionamiento de la residencia turística	n		n	n																									p	p				n				p		-4	3	-1
	Operación y mantenimiento de alberca			n	n				n																					p	p										-3	2	-1
	Reparación y mantenimiento de la infraestructura		n	n					n																					p	p										-3	2	-1
	Mantenimiento áreas de conservación			n							p					p													p											-1	4	3
	Manejo de residuos (sólidos y liquidos)					p						p																	p								p				0	4	4
Abandono	Demolición de estructuras y cimientos	n	n																										p	p					n					-3	2	-1
	Retiro de residuos sólidos no reciclables		n	n					n																					p											-3	1	-2
	Retiro de residuos sólidos reciclables		n																											p	p										-1	2	1
	Retiro de residuos peligrosos		n						n																					p	p										-2	2	0
	Restauración del suelo	n	n							p																				p	p										-2	3	1
	Reforestación															p							p							p	p		p								0	6	6
	TOTAL IMPACTOS NEGATIV	13	16	10	13	0	1	3	14	0	0	0		1	1	0	0	0	0		1	0	0	0	0		2	1	0	0	0	0	2	0	5	1	2	0	0	1	0	87		54.4
	TOTAL IMPACTOS POSITIVO	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1		0	0	3	1	1	1		0	1	2	1	1		0	0	6	1	29	17	0	1	0	0	0	1	1	0	2	73		45.6
	Ponderación de impactos	-13	-16	-10	-13	1	-1	-3	-14	1	1	1		-1	-1	3	1	1	1		-1	1	2	1	1		-2	-1	6	1	29	17	-2	1	-5	-1	-2	1	1	-1	2	TOTAL		
	Valor bruto	29		24			21							8							6						10				46		3		5	4			1	3		160		
	Valor Neto	-29		-22			-15							4							4						4				46		-1		-5	-2			1	1		-14		
	Frecuencia	13	16	10	13	1	1	3	14	1	1	1		1	1	3	1	1	1		1	1	2	1	1		2	1	6	1	29	17	2	1	5	1	2	1	1	1	2	160		
	% total de interacciones	2.6		2.2			1.9							0.7							0.5						0.9				4.1		0.3		0.45	0.4			0.1	0.3		14.4		
	% total de interacciones efec	18.1		15.0			13.1							5.0							3.8						6.3				28.8		1.9		3.125	2.5			0.6	1.9		100.0		

Se generó una segunda Matriz, denominada de Evaluación de Impactos Ambientales (Matriz 4. 2), para evaluar los impactos identificados en términos de 9 atributos tomados de Gómez-Orea (2003) y que son: consecuencia, acumulación, sinergia, momento o tiempo, reversibilidad, periodicidad, permanencia, recuperabilidad y frecuencia. A cada atributo le fue asignado un valor entre 1 y 3, según la severidad de este (Tabla 4.11). El valor asignado a cada atributo se basó en el dictamen de los expertos, los resultados de la Matriz de Identificación de Impactos Ambientales Potenciales (Matriz 4.1) y las listas de chequeo que le dieron origen (Tabla 4.7 a Tabla 4.10).

Tabla 4. 11. Descripción de la escala de los atributos para evaluar impactos ambientales.

Atributos	Escala		
	1	2	3
Consecuencia (C)	**Indirecto**: el impacto ocurre de manera indirecta.	No aplica	**Directo:** el impacto ocurre de manera directa.
Acumulación (A)	**Simple**: cuando el efecto en el ambiente no resulta de la suma de los efectos de acciones particulares ocasionados por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.	No aplica	**Acumulativo:** cuando el efecto en la ambiente resulta de la suma de los efectos de acciones particulares ocasionados por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.
Sinergia (S)	**No Sinérgico:** cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones no supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.	No aplica	**Sinérgico:** cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.
Momento o Tiempo (T)	**Corto**: cuando la actividad dura menos de 1 mes.	**Mediano:** la acción dura más de 1 mes y menos de 1 año.	**Largo:** la actividad dura más de 1 año.
Reversibilidad del impacto (Rv)	**A corto plazo**: la tensión puede ser revertida por las actuales condiciones del sistema en un período de tiempo relativamente corto, menos de un año.	**A mediano plazo:** el impacto puede ser revertido por las condiciones naturales del sistema, pero el efecto permanece de 1 a 3 años.	**A largo plazo**: el impacto podrá ser revertido naturalmente en un periodo mayor a tres años, o no sea reversible.
Periodicidad (Pi)	**Aparición irregular**: cuando el efecto ocurre de manera ocasional.	No aplica	**Periódico:** cuando el efecto se produce de manera reiterativa.
Permanencia (Pm)	**Temporal**: el efecto se produce durante un periodo definido de tiempo.	No aplica	**Permanente:** el efecto se mantiene al paso del tiempo.
Recuperabilidad (Rc)	**Recuperable**: que el componente afectado puede volver a contar con sus características.	No aplica	**Irrecuperable:** que el componente afectado no puede volver a contar con sus características (efecto residual).
Frecuencia (F)	**Poco frecuente:** el impacto se presenta en menos de un tercio de las actividades del proyecto.	**Medianamente frecuente:** el impacto se presenta entre un tercio y dos tercios de las actividades del proyecto.	**Muy frecuente:** el impacto se presenta en más de dos tercios de las actividades del proyecto.

Fuente: elaboración propia modificada de Gómez-Orea (2003).

A partir de los resultados obtenidos de dicho análisis se pudo calcular el Índice de Incidencia para cada impacto, mediante la aplicación del modelo propuesto por Gómez-Orea (2002)[2] y cuyos pasos se describen a continuación:

1. Se atribuyó un código numérico a cada carácter del atributo, acotado entre un valor máximo para la más desfavorable y uno mínimo para la más favorable (Tabla 4. 12).

2. El índice de incidencia de cada impacto se evaluó a partir del siguiente algoritmo simple, que consiste en la sumatoria de los valores asignados a los atributos de cada impacto y sus rangos de valor o escala (Expresión V.1):

$$I = C + A + S + T + Rv + Pi + Pm + Rc + F \qquad \text{Expresión V.1}^{3}$$

3. Se estandarizó cada valor de cada impacto entre 0 y 1 mediante la Expresión V.2.

$$\text{Incidencia} = I - Imin \,/\, Imax - Imin \qquad \text{Expresión V.2}$$

Siendo:

I = el valor de incidencia obtenido por un impacto.
Imax= el valor de la expresión en el caso de que los atributos se manifestaran con el mayor valor, que para el caso de esta evaluación será 27, por ser 9 atributos con un valor máximo cada uno de 3.
Imin = el valor de la expresión en caso de que los atributos se manifiesten con el menor valor, que para el caso de esta evaluación será 9, por ser 9 atributos con un valor mínimo cada uno de 1.

La Matriz 4.2 permitió valorar los impactos ambientales generados en términos de su incidencia, y de este modo conocer los componentes ambientales más afectados por el proyecto e identificar y evaluar los impactos residuales.

[2] Domingo Gómez Orea (2002), página 330
[3] Modificado de Gómez-Orea, Domingo. Evaluación de Impacto Ambiental. Mundi Prensa 2002. Pág. 330

Matriz 4. 2. Evaluación de Impactos Ambientales Potenciales.

Control	Tipo de factor	Factor	Impacto	Signo del efecto	Consecuencia (C)	Acumulación (A)	Sinergia (S)	Momento o tiempo (T)	Reversibilidad (Rv)	Periodicidad (Pi)	Permanencia (Pm)	Recuperabilidad (Rc)	Frecuencia (F)	Incidencia	Índice de incidencia	Significancia
1	E	Agua	Contaminación	n	3	3	3	3	1	1	1	1	2	18	0.43	NS
2	E	Agua	Generación de aguas residuales	n	3	1	1	3	1	1	1	1	2	14	0.24	D
3	E	Agua	Prevención de la contaminación del agua	p	3	1	1	3	1	3	3	1	2	18	0.43	NS
4	E	Aire	Contaminación por ruido	n	3	3	1	3	1	1	1	1	3	17	0.38	NS
5	E	Aire	Contaminación por gases y polvos	n	3	3	3	3	1	1	1	1	3	19	0.48	NS
6	E	Suelo	Perdida de suelo	n	3	3	3	3	3	1	3	3	2	24	0.71	S
7	E	Suelo	Compactación del suelo	n	3	3	3	3	2	1	3	1	2	21	0.57	NS
8	E	Suelo	Contaminación	n	3	3	3	2	1	1	1	1	2	17	0.38	NS
9	E	Suelo	Recuperación de suelo	p	3	1	3	3	2	1	3	1	1	18	0.43	NS
10	E	Suelo	Disminución de procesos erosivos	p	3	1	1	3	2	3	3	1	1	18	0.43	NS
11	E	Suelo	Prevención de la contaminación del suelo	p	1	1	1	3	1	3	3	1	3	17	0.38	NS
12	E	Flora	Perdida de individuos	n	3	1	3	3	3	1	3	1	1	19	0.48	NS
13	E	Flora	Disminución de cobertura vegetal	n	3	3	3	3	2	1	3	1	2	21	0.57	NS
14	E	Flora	Aumento de densidad y cobertura	p	3	1	1	3	2	3	3	1	1	18	0.43	NS
15	E	Flora	Conservación de individuos	p	3	1	1	3	3	3	3	1	1	19	0.48	NS
16	E	Flora	Delimitación y protección de vegetación	p	3	1	1	3	3	3	3	1	1	19	0.48	NS
17	E	Flora	Conservación temporal de ejemplares rescatados	p	3	1	1	2	1	1	1	1	1	12	0.14	D
18	E	Fauna	Desplazamiento temporal de fauna	n	3	3	3	3	1	3	1	1	2	20	0.52	NS

19	E	Fauna	Conservación de individuos	p	3	1	1	3	3	3	3	1	1	19	0.48	NS
20	E	Fauna	Generación de hábitat	p	3	1	1	3	2	3	3	1	1	18	0.43	NS
21	E	Fauna	Reubicación de ejemplares hacia sitios seguros	p	3	1	1	1	1	1	3	1	1	13	0.19	D
22	E	Fauna	Disminución del riesgo de mortalidad por actividades de obra	p	3	1	1	3	1	3	3	1	2	18	0.43	NS
23	E	Paisaje	Fragmentación	n	3	1	3	3	2	3	3	1	2	21	0.57	NS
24	E	Paisaje	Impacto visual	n	3	3	1	3	2	3	3	1	3	22	0.62	NS
25	E	Paisaje	Mejoramiento visual del sitio	p	3	1	1	3	2	3	3	1	2	19	0.48	NS
26	E	Paisaje	Conservación parcial del paisaje natural	p	3	1	1	3	1	3	3	1	3	19	0.48	NS
27	E	Empleos	Generación de empleos directos	p	3	3	3	3	1	3	1	1	3	21	0.57	NS
28	E	Empleos	Generación de empleos indirectos	p	3	3	3	3	1	3	1	1	3	21	0.57	NS
29	P	Movimiento de fauna	Alteración en el tránsito de fauna	n	3	3	3	3	1	3	1	1	2	20	0.52	NS
30	P	Movimiento de fauna	Recuperabilidad de movilidad y refugio de fauna	p	3	1	1	3	1	3	3	1	2	18	0.43	NS
31	P	Hidrología	Disminución de la cantidad de infiltración	n	3	3	3	3	2	3	3	1	3	24	0.71	S
32	P	Manejo de residuos	Generación de residuos sólidos urbanos	n	3	3	3	3	1	3	1	1	3	21	0.57	NS
33	P	Manejo de residuos	Generación de residuos de construcción	n	3	3	3	2	1	1	1	1	2	17	0.38	NS
34	P	Manejo de residuos	Disposición adecuada de residuos sólidos urbanos	p	3	1	1	3	1	3	3	1	3	19	0.48	NS
35	P	Socioeconómico	Aprovechamiento de infraestructura y servicios	p	3	1	1	3	1	3	3	1	3	19	0.48	NS
36	Eco	VSA/MSQ	Modificación a la estructura forestal	n	3	3	3	3	3	1	3	3	2	24	0.71	S
37	Eco	VSA/MSQ	Recuperación de estructura vegetal	p	3	1	1	3	3	3	3	1	2	20	0.52	NS

Debido a que al estandarizar los valores obtenidos para el Índice de Incidencia el máximo valor posible es 1, los impactos se agruparon en 3 rangos de 0.33 como se muestran en la Tabla 4. 12.

La descripción de cada rango y su interpretación se ajustan a las especificidades de la RE en cuanto a la integridad de sus componentes, así como a la definición de impacto ambiental relevante citada en el Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental. En la Matriz 4. 3 (Significancia de los impactos ambientales potenciales según su signo y su valor de I.I.) se presentan los impactos identificados ordenados según su signo, su valor del Índice de Incidencia y su correspondiente significancia.

Tabla 4. 12. Rango de significancia de los impactos ambientales evaluados de acuerdo con su Índice de Incidencia.

Rango	Interpretación	Índice de Incidencia
Significativo	Se pueden generar alteraciones que sin medidas afecten el funcionamiento o estructura de los ecosistemas dentro de la RE.	0.68 o mayor
No significativo	Se compromete la integridad de elementos o procesos sin poner en riesgo la estructura y función de los ecosistemas de los que forman parte.	0.34 a 0.67
Despreciables	Alteraciones de muy bajo impacto a elementos o procesos que no comprometen la integridad de estos.	0.33 o menor

Fuente: elaboración propia

La conjunción de los diferentes análisis descritos hasta ahora permitió cuantificar los diferentes impactos de posible generación durante el desarrollo del proyecto, así como definir y ratificar las estrategias de mitigación y compensación de estos. Por otro lado, fue posible identificar las actividades de alta prioridad por la importancia de los impactos que pudieran generar. Los resultados de los procesos mencionados se muestran a continuación.

Matriz 4. 3. Significancia de los impactos ambientales potenciales según su signo y su valor de I.I.

Control	Tipo de factor	Factor	Impacto	Incidencia	Índice de incidencia	Significancia
1	E	Agua	Contaminación	18	0.43	NS
2	E	Agua	Generación de aguas residuales	14	0.24	D
3	E	Agua	Prevención de la contaminación del agua	18	0.43	NS
4	E	Aire	Contaminación por ruido	17	0.38	NS
5	E	Aire	Contaminación por gases y polvos	19	0.48	NS
6	E	Suelo	Perdida de suelo	24	0.71	S
7	E	Suelo	Compactación del suelo	21	0.57	NS
8	E	Suelo	Contaminación	17	0.38	NS
9	E	Suelo	Recuperación de suelo	18	0.43	NS
10	E	Suelo	Disminución de procesos erosivos	18	0.43	NS
11	E	Suelo	Prevención de la contaminación del suelo	17	0.38	NS
12	E	Flora	Perdida de individuos	19	0.48	NS
13	E	Flora	Disminución de cobertura vegetal	21	0.57	NS
14	E	Flora	Aumento de densidad y cobertura	18	0.43	NS
15	E	Flora	Conservación de individuos	19	0.48	NS
16	E	Flora	Delimitación y protección de vegetación	19	0.48	NS
17	E	Flora	Conservación temporal de ejemplares rescatados	12	0.14	D
18	E	Fauna	Desplazamiento temporal de fauna	20	0.52	NS
19	E	Fauna	Conservación de individuos	19	0.48	NS
20	E	Fauna	Generación de hábitat	18	0.43	NS
21	E	Fauna	Reubicación de ejemplares hacia sitios seguros	13	0.19	D
22	E	Fauna	Disminución del riesgo de mortalidad por actividades de obra	18	0.43	NS
23	E	Paisaje	Fragmentación	21	0.57	NS
24	E	Paisaje	Impacto visual	22	0.62	NS
25	E	Paisaje	Mejoramiento visual del sitio	19	0.48	NS
26	E	Paisaje	Conservación parcial del paisaje natural	19	0.48	NS
27	E	Empleos	Generación de empleos directos	21	0.57	NS
28	E	Empleos	Generación de empleos indirectos	21	0.57	NS
29	P	Movimiento de fauna	Alteración en el tránsito de fauna	20	0.52	NS
30	P	Movimiento de fauna	Recuperabilidad de movilidad y refugio de fauna	18	0.43	NS
31	P	Hidrología	Disminución de la cantidad de infiltración	24	0.71	S
32	P	Manejo de residuos	Generación de residuos sólidos urbanos	21	0.57	NS
33	P	Manejo de residuos	Generación de residuos de construcción	17	0.38	NS
34	P	Manejo de residuos	Disposición adecuada de residuos sólidos urbanos	19	0.48	NS
35	P	Socioeconómico	Aprovechamiento de infraestructura y servicios	19	0.48	NS
36	Eco	VSA/MSQ	Modificación a la estructura forestal	24	0.71	S
37	Eco	VSA/MSQ	Recuperación de estructura vegetal	20	0.52	NS

4.3.6. Determinación de la significancia

La determinación de la significancia o relevancia de un impacto es la tarea que muestra de forma más convincente el carácter multidisciplinario de la evaluación de impacto ambiental. Para poder estimar y medir la alteración de los diferentes componentes ambientales se requiere de un conocimiento profundo y especializado de los mismos, así como de la legislación que les afecta y de los criterios de evaluación utilizados por la comunidad científica. Por ello en esta etapa se requiere de manera más intensiva del juicio de expertos (Gómez Orea 2002).

Criterio jurídico

La significancia de los impactos evaluados se determinó de acuerdo con la definición de "impacto significativo" establecida en el Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental, que en su fracción IX del Artículo 3 dice a la letra:

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;

Esta definición y su consecuente razonamiento indican que no todos los impactos deben atenderse de la misma manera, sino que es necesario centrar la atención en los impactos clave, es decir, aquellos que potencialmente pueden generar desequilibrios ecológicos o ecosistémicos o que puedan sobrepasar límites establecidos en normas jurídicas específicas, sin menosprecio de las acciones que se puedan desarrollar para mitigar los impactos despreciables. Por ello es necesario describir y analizar los criterios que, con base en la definición arriba descrita, se consideraron en este caso.

El atributo de significativo o relevante lo alcanza un impacto cuando el componente o subcomponente ambiental que recibirá el efecto de este adquiere la importancia especial reconocida en las leyes, en los planes y programas, en las NOM's, y demás instrumentos jurídicos aplicables para la protección al ambiente, respecto a la posibilidad de generar desequilibrios ecológicos o rebasar límites establecidos. En este último caso, es conveniente citar como efecto el reconocimiento del estatus de protección que alcanzan las especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 con las siguientes categorías de riesgo:

- Probablemente extinta en el medio silvestre.
- En peligro de extinción.
- Amenazada.
- Sujeta a protección especial.

El nivel de significancia del impacto que pudiera incidir sobre alguna de estas especies radica en el estatus de protección que le asigne la Norma; así resulta obvio que el impacto sobre una especie con estatus de "en peligro de extinción" puede alcanzar un mayor significado ambiental que si la especie estuviera catalogada en estatus de protección especial. De esta forma, las medidas de mitigación ante tal impacto deberán ser diseñadas conforme a esta lógica, de tal forma que todos los impactos se encuentren atendidos en la justa medida de su significancia.

Igualmente, dentro de este criterio se consideran los límites y parámetros establecidos en los instrumentos legales, normativos y de política ambiental que de acuerdo con los Artículos 28 y 35 de la LGEEPA deben considerarse en la evaluación de impacto ambiental. Las acciones que se lleven a cabo en las diferentes etapas del proyecto deberán apuntalar el cumplimiento de las disposiciones jurídicas.

Criterio ecosistémico (integridad funcional)

La *integridad funcional* de los ecosistemas está dada por la interacción entre sus componentes bióticos y abióticos de tal forma que se mantengan las múltiples funciones del ecosistema por tiempo indefinido (Crabbé *et al*. 1999). Callicot *et al*. (1997) la definen también como el conjunto de poblaciones de especies nativas en su abundancia y variedad históricas, que interactúan en comunidades bióticas naturalmente establecidas.

El nivel significativo de un impacto según este criterio se reconoce cuando es capaz de afectar el funcionamiento de uno o más procesos del ecosistema, de forma tal que su efecto puede generar una alteración entre componentes ambientales y con ello un desequilibrio ecológico (p.ej. reducción del gasto ecológico de un río, eliminando las condiciones de permanencia de un bosque de galería).

Criterio de calidad ambiental (percepción del valor ambiental)

La *valoración ambiental* está basada en un enfoque antropocéntrico y utilitario. Aunque no incluye todos los posibles valores, es más amplia de lo que parece y recoge o trata de recoger todos los que contribuyen a la satisfacción o bienestar de la humanidad. El medio ambiente o los bienes ambientales proporcionan distintos servicios a la humanidad que determinan su valor y son los siguientes (Linares y López, 2008):

- Fuente de recursos productivos: se puede medir por su contribución a la generación de beneficios en las actividades de producción.
- Sumidero de residuos: contribuyen a la función de producción y se pueden medir a partir de los precios de mercado de los bienes en cuya producción participan.
- Fuente de utilidad (no asociada a la producción): se deriva del disfrute de los bienes ambientales y puede tener carácter consuntivo (ej. pesca) o no (ej. senderismo), o simplemente a través del conocimiento de la protección de estos bienes (valor de existencia).
- Servicios de soporte a la vida en la Tierra. Regulación del clima, mantenimiento de la capa de ozono, ciclos hidrológicos y de nutrientes.

Una interpretación errónea del valor ambiental es estimar el mismo a partir del costo de reemplazo; es decir, determinarlo en función de lo que costaría sustituir los servicios del bien ambiental por otros similares, ya que esto no considera un gran número de beneficios que son irremplazables (Linares y López, 2008).

El carácter de significativo lo alcanza el impacto a partir del conocimiento generalizado existente sobre la importancia del recurso, ambiente o ecosistema para cubrir necesidades humanas o brindar servicios ambientales. Este criterio se basa en dictámenes técnicos o científicos, tales como los estudios realizados para la presente MIA-P.

Criterio de capacidad de carga

La capacidad de carga es una herramienta de planificación usada principalmente en áreas naturales protegidas, que sustenta y requiere decisiones de manejo. La capacidad de carga es relativa y dinámica, porque depende de variables que constituyen apreciaciones y que según las circunstancias pueden cambiar.

Cualquier denominación de capacidad de carga debe basarse en los objetivos del área protegida, los cuales definen la categoría de manejo y limitan los usos que pueden darse dentro de ella. Puesto que la capacidad de carga de un sitio depende de las características particulares del mismo, debe ser determinada para cada lugar por separado (Cifuentes 1992).

La determinación de la capacidad de carga no debe ser tomada como un fin en sí misma ni como la solución a los problemas de visitación de un área protegida, ya que las decisiones en las que se basa, siendo humanas, estarán sujetas a consideraciones (o presiones) de orden social, económico y político que podrían desvirtuar la utilidad de la capacidad de carga como una herramienta de manejo (Cifuentes 1992).

En el caso que nos ocupa el área donde se localiza el Proyecto es regulada por el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región de Laguna de Bacalar. Es por ello por lo que la significancia de la capacidad de carga se obtuvo conforme a este ordenamiento y según este criterio se midió debido a la posible afectación a la capacidad de asimilación, recuperación o renovación de recursos naturales en la RE, de acuerdo con lo establecido en diversas Normas Oficiales Mexicanas.

4.4. DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES IDENTIFICADOS

A continuación, se describen los impactos ambientales identificados como resultado del proceso de análisis anteriormente explicado, a partir de los diversos componentes ambientales del área de influencia directa e indirecta del proyecto, definidos en el Capítulo 4 de esta MIA-P, así como de los resultados de las listas de chequeo del proyecto (Tabla 4. 7 a Tabla 4. 10) y de las matrices de Identificación de Impactos Ambientales Potenciales (Matriz 4. 1), y de la opinión de expertos.

4.4.1. Análisis de matrices de identificación y evaluación de impacto ambientales potenciales

En las listas de chequeo se presenta el análisis objetivo de los factores del entorno susceptibles de ser impactados y los tipos de impactos que podrán ser generados por cada actividad del proyecto. Esta lista es de gran certidumbre ya que en su realización se consideró el juicio de los expertos participantes en la EIA de proyectos similares desarrollados en otros puntos del país, o en la mismo RE, así como los análisis de múltiples estudios realizados en la zona.

Considerando que las listas de chequeo y matrices de interacción tienen como limitante principal la identificación y evaluación de impactos acumulativos y sinérgicos, estos tipos de impactos fueron identificados por el juicio de expertos e incorporados a dichas listas y matrices como factores de impacto ambiental a valorar. A continuación, se presenta el análisis de resultados para las obras y actividades derivadas del desarrollo del proyecto.

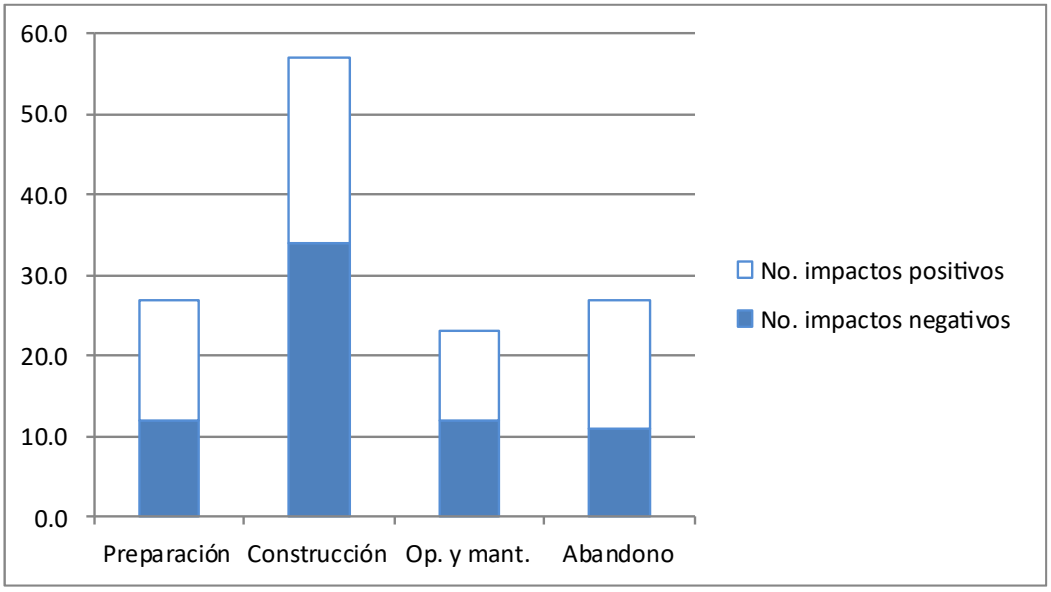
Con base en el número de obras y/o actividades que se evaluaron, y en el número de **37 impactos probables** a los diferentes factores del medio identificados, se obtuvo un número máximo de **1110**

interacciones posibles. Sin embargo, el desarrollo del proyecto solo generará **160** interacciones, que representan el **14.4144%** del total de interacciones posibles.

Del total de interacciones identificadas 87 se consideran negativas (equivalente al 54.4%) y 73 se consideran positivas (equivalente al 45.6%) de las 160 interacciones generadas. La etapa que generará mayor número de interacciones en impactos negativos será la de construcción, con 48 interacciones que equivalen al 65.8% de los impactos negativos que potencialmente podría generar el Proyecto por su implementación en esta etapa.

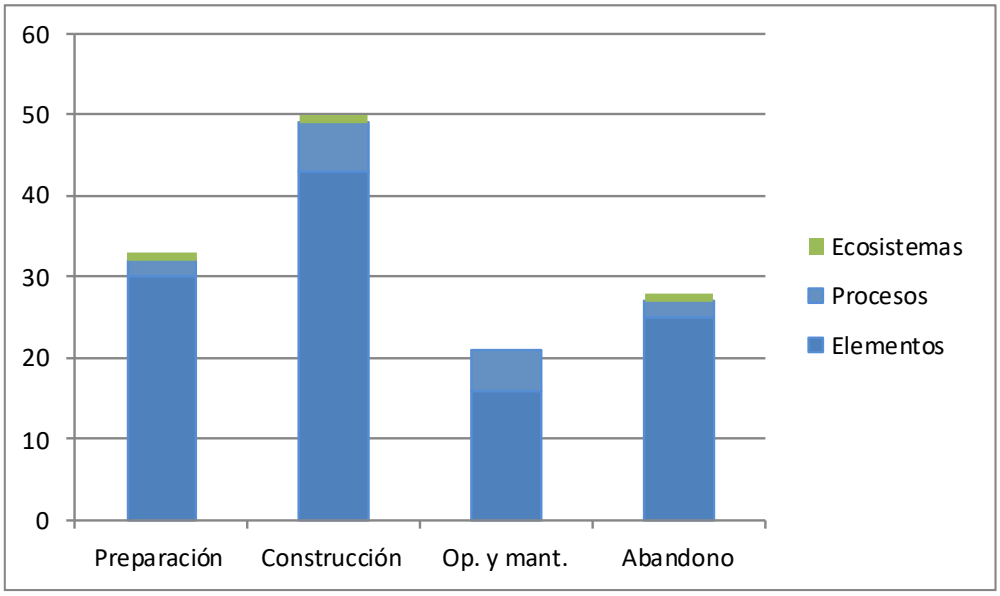
La etapa de preparación generará 17 impactos negativos equivalentes al 63% del potencial de impactos negativos en esta etapa; la etapa de operación que generará el 50% del total de los impactos negativos que podría generar el Proyecto, siendo la etapa con la temporalidad más extensa, mientras que, durante la etapa de abandono se identifica la posible generación de 11 impactos negativos de esta etapa (40.7%) (Figura 4. 4.).

Figura 4. 4. Número de impactos negativos y positivos que se espera sean generados en cada etapa de desarrollo del proyecto.



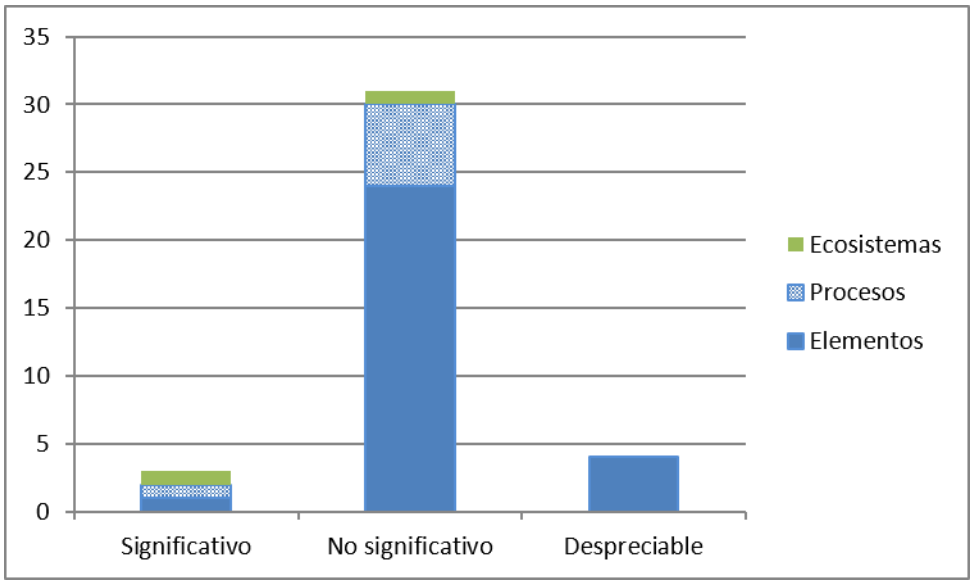
Se identificaron tres impactos ambientales negativos significativos que corresponden a la perdida de suelo, disminución de la cantidad de infiltración y modificación a la estructura foresta. Estos impactos se presentarán durante las cuatro etapas del Proyecto; durante la preparación del sitio, se deberán a 8 de sus actividades; en la etapa de construcción 9 de sus actividades afectarán de manera negativa; para la operación se cuantifican en 6 de sus actividades, mientras que en la etapa de abandono 5 de sus actividades afectarán de manera negativa (Figura 4. 5.).

Figura 4. 5. Significancia de los impactos ambientales negativos identificados para el Proyecto.



En cuanto a los impactos positivos, la etapa de operación y mantenimiento será la que genere el mayor número con 18 impactos positivos no significativos. Los impactos positivos que genera el Proyecto son principalmente no significativos y se presentan durante las 4 etapas de desarrollo del proyecto. El impacto ambiental de mayor relevancia corresponde a la conservación y/o mejora de la cobertura vegetal y del hábitat (Figura 4. 6.).

Figura 4. 6. Significancia de los impactos ambientales positivos identificados para el Proyecto.



A continuación, se presenta la evaluación de los impactos identificados, primero en términos de su magnitud y posteriormente de su incidencia.

4.4.2. Impactos en el medio natural

En seguida se presentan los resultados del análisis de significancia para cada uno de los impactos ambientales identificados, con relación a los factores del ambiente sobre los que inciden como resultado del desarrollo del Proyecto. El análisis se presenta a manera de fichas que resumen las principales características del impacto, las causas que lo generarán, las medidas para reducir sus efectos negativos en el ambiente y la calidad ambiental del factor afectado.

Para facilitar el análisis e interpretación de los resultados, algunos factores se agruparon si su relación era lo suficientemente estrecha, y se excluyeron los impactos clasificados como despreciables en la ya que se consideró que ninguno de ellos podría alterar la integridad ecológica de la RE ni provocar sinergias negativas para el ambiente. Los impactos despreciables se analizan en el punto

4.4.2.1. Agua

Impacto	**Contaminación del agua**	**Signo**	**N**	**Factor afectado**	**Agua**
Índice de incidencia	**0.43**	**Significancia**		**No significativo**	
Actividades generadoras del impacto por etapa y obra					
Preparación	**Construcción**	**Operación y mantenimiento**	**Abandono**		
- Habilitación de obras provisionales - Limpieza	- Excavación y cimentación. - Instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas. - Construcción de alberca. - Manejo temporal de residuos	- Uso de la casa habitación. - Operación y mantenimiento de alberca. - Manejo de residuos sólidos. - Mantenimiento de infraestructura.	- Demolición de infraestructura. - Retiro de residuos. - Restauración del suelo.		
Descripción del impacto	La contaminación del agua puede presentarse por derrames accidentales de combustibles, aceites, pinturas u otras sustancias, así como por el manejo inadecuado de residuos sólidos o aguas residuales durante las diferentes etapas del proyecto. Debido a la alta permeabilidad del sistema kárstico donde se ubica el predio, existe la posibilidad de que estos contaminantes alcancen el acuífero; sin embargo, mediante la implementación de medidas preventivas y el manejo adecuado de los materiales y residuos, el riesgo de afectación será mínimo				
Calidad ambiental del factor afectado	**Alta.** El predio se localiza en una zona de elevada importancia hidrológica, caracterizada por un acuífero kárstico altamente permeable y estrechamente relacionado con la conservación de la Laguna de Bacalar, por lo que la protección de la calidad del agua constituye un aspecto prioritario.				
Medidas para reducir el impacto	- Almacenar combustibles, aceites y productos químicos en recipientes cerrados y sobre superficies impermeables. - Prohibir el vertimiento de residuos líquidos o sólidos directamente al suelo. - Dar mantenimiento preventivo a maquinaria y equipos para evitar fugas. - Atender inmediatamente cualquier derrame mediante material absorbente y su correcta disposición. - Mantener una adecuada separación y disposición de los residuos generados durante todas las etapas del proyecto. - Supervisar periódicamente el cumplimiento de las medidas ambientales establecidas.				

<table>
<tr><td>Impacto</td><td colspan="2">Prevención de la contaminación del agua</td><td>Signo</td><td>P</td><td>Factor afectado</td><td>Agua</td></tr>
<tr><td colspan="2">Índice de incidencia</td><td colspan="2">0.43</td><td colspan="2">Significancia</td><td>No significativo</td></tr>
<tr><td colspan="7">Actividades generadoras del impacto por etapa y obra</td></tr>
<tr><td colspan="2">Preparación</td><td colspan="2">Construcción</td><td colspan="2">Operación y mantenimiento</td><td>Abandono</td></tr>
<tr><td colspan="2">- Delimitación del área de trabajo.
- Implementación de medidas ambientales.</td><td colspan="2">- Manejo adecuado de residuos.
- Supervisión ambiental.
- Control de materiales potencialmente contaminantes.</td><td colspan="2">- Mantenimiento del sistema sanitario.
- Manejo adecuado de residuos sólidos.
- Mantenimiento de infraestructura.</td><td>- Retiro total de residuos.
- Restauración del sitio.</td></tr>
<tr><td>Descripción del impacto</td><td colspan="6">La aplicación de medidas preventivas durante todas las etapas del proyecto contribuirá a disminuir el riesgo de contaminación del agua superficial y subterránea. La correcta gestión de residuos, el mantenimiento de las instalaciones y el control de posibles fuentes de contaminación favorecerán la conservación de la calidad del recurso hídrico.</td></tr>
<tr><td>Calidad ambiental del factor afectado</td><td colspan="6">Alta. La protección del acuífero constituye un elemento prioritario debido a la sensibilidad ambiental de la región y a la función ecológica que desempeña en el sistema hidrológico de la Laguna de Bacalar.</td></tr>
<tr><td>Medidas para reducir el impacto</td><td colspan="6">- Implementar un programa permanente de manejo integral de residuos.
- Mantener en óptimas condiciones el sistema sanitario durante toda la vida útil del proyecto.
- Capacitar al personal sobre buenas prácticas ambientales durante la construcción.
- Prohibir cualquier descarga de sustancias contaminantes al suelo o cuerpos de agua.
- Realizar supervisiones ambientales periódicas para verificar el cumplimiento de las medidas establecidas.</td></tr>
</table>

4.4.2.2. Aire

Impacto	Contaminación por ruido	**Signo**	**N**	**Factor afectado**	**Aire**
Índice de incidencia	**0.38**	**Significancia**		**No significativo**	
Actividades generadoras del impacto por etapa y obra					
Preparación	**Construcción**	**Operación y mantenimiento**	**Abandono**		
- Trazo, marcado y delimitación. - Desmonte y despalme. - Limpieza del terreno.	- Nivelación del terreno. - Excavación y cimentación. - Instalación de sistemas de equipos. - Estructura. - Construcción de alberca. - Construcción de barra y terraza. - Construcción del acceso. - Desmantelamiento de instalaciones temporales.	- Mantenimiento de infraestructura. - Operación y mantenimiento de alberca. - Mantenimiento de áreas verdes.	- Demolición de infraestructura. - Retiro de residuos. - Restauración del suelo.		
Descripción del impacto	La generación de ruido será consecuencia del funcionamiento de maquinaria, herramientas, equipos de construcción y tránsito de vehículos durante las etapas de preparación del sitio, construcción y abandono. Debido a que las actividades serán temporales, diurnas y de baja escala, el incremento en los niveles sonoros será localizado y de corta duración, sin representar una afectación permanente sobre el entorno.				
Calidad ambiental del factor afectado	**Alta.** El predio se ubica en un entorno con bajo nivel de perturbación acústica, donde predominan las condiciones naturales, por lo que es importante evitar incrementos innecesarios en los niveles de ruido durante la ejecución del proyecto.				
Medidas para reducir el impacto	- Mantener la maquinaria y equipos en condiciones óptimas de operación para disminuir las emisiones sonoras. - Limitar las actividades constructivas al horario diurno. - Evitar el funcionamiento simultáneo e innecesario de maquinaria pesada. - Apagar motores cuando los equipos no se encuentren en operación. - Dar mantenimiento periódico a herramientas y equipos de construcción. - Supervisar el cumplimiento de los horarios establecidos para las actividades de obra.				

Impacto	Contaminación por gases y polvos	**Signo**	**N**	**Factor afectado**	**Aire**
Índice de incidencia	**0.48**	**Significancia**		**No significativo**	
Actividades generadoras del impacto por etapa y obra					
Preparación	**Construcción**	**Operación y mantenimiento**		**Abandono**	
- Desmonte y despalme - Limpieza - Habilitación de obras provisionales	- Nivelación del terreno. - Excavación y cimentación. - Instalación de sistemas de equipos. - Estructura. - Construcción de alberca. - Construcción del acceso. - Manejo temporal de residuos	- Mantenimiento de infraestructura. - Mantenimiento de áreas verdes.		- Demolición de infraestructura. - Retiro y carga de residuos. - Restauración del suelo.	
Descripción del impacto	Durante las actividades de preparación del sitio, construcción y abandono se generarán emisiones temporales de polvo por el movimiento de tierra, manejo de materiales y tránsito de vehículos, así como gases de combustión provenientes de la maquinaria y equipos utilizados. Dado el reducido tamaño del proyecto, la duración limitada de las obras y la aplicación de medidas de control, estas emisiones serán de carácter temporal, localizado y reversible				
Calidad ambiental del factor afectado	**Alta.** La calidad del aire en la zona se conserva en buenas condiciones debido a la baja densidad de desarrollo urbano y la presencia de cobertura vegetal, por lo que resulta importante minimizar la emisión de partículas y gases durante la ejecución del proyecto.				
Medidas para reducir el impacto	- Humedecer periódicamente las áreas de trabajo y caminos de acceso durante actividades que generen polvo. - Cubrir o proteger los materiales finos susceptibles de dispersarse por acción del viento. - Mantener afinada la maquinaria y los vehículos utilizados en la obra. - Reducir la velocidad de circulación de vehículos dentro del predio. - Evitar la quema de residuos vegetales, domésticos o de construcción. - Transportar materiales susceptibles de generar partículas con la protección adecuada. - Suspender temporalmente actividades que produzcan grandes cantidades de polvo cuando existan condiciones de viento intenso				

4.4.2.3. Suelo

Impacto	Pérdida de suelo	**Signo**	**N**	**Factor afectado**	**Suelo**
Índice de incidencia	**0.71**	**Significancia**	**Significativo**		
Actividades generadoras del impacto por etapa y obra					
Preparación	**Construcción**	**Operación y mantenimiento**	**Abandono**		
- Desmonte y despalme. - Limpieza del terreno.	- Nivelación del terreno. - Excavación y cimentación. - Construcción de alberca. - Construcción del acceso.	-	- Demolición de infraestructura. - Restauración del suelo.		
Descripción del impacto	La pérdida de suelo se originará por la remoción de la capa superficial y las excavaciones necesarias para la cimentación y demás elementos estructurales. La afectación será permanente únicamente en las áreas ocupadas por la infraestructura, reduciendo la capacidad natural del terreno para sostener vegetación e infiltrar agua.				
Calidad ambiental del factor afectado	**Alta.** El suelo del predio forma parte de un sistema kárstico con elevada permeabilidad y funciones ecológicas relacionadas con la infiltración y recarga del acuífero, por lo que su conservación es ambientalmente relevante.				
Medidas para reducir el impacto	- Limitar las excavaciones únicamente a las áreas autorizadas en el proyecto. - Delimitar previamente las zonas de trabajo para evitar afectaciones innecesarias. - Conservar el suelo vegetal retirado para su posterior aprovechamiento en jardinería y revegetación. - Evitar movimientos de tierra fuera del área de desplante. - Restaurar las áreas temporalmente intervenidas al concluir las obras.				

<table>
<tr><td>Impacto</td><td colspan="2">Compactación del suelo</td><td>Signo</td><td>N</td><td>Factor afectado</td><td>Suelo</td></tr>
<tr><td colspan="2">Índice de incidencia</td><td>0.57</td><td colspan="2">Significancia</td><td colspan="2">No Significativo</td></tr>
<tr><td colspan="7">Actividades generadoras del impacto por etapa y obra</td></tr>
<tr><td colspan="2">Preparación</td><td>Construcción</td><td colspan="2">Operación y mantenimiento</td><td colspan="2">Abandono</td></tr>
<tr><td colspan="2">- Limpieza del terreno.
- Habilitación de obras provisionales.</td><td>- Nivelación del terreno.
- Excavación y cimentación.
- Estructura.</td><td colspan="2">- Mantenimiento de infraestructura.</td><td colspan="2">- Demolición de infraestructura.
- Retiro de residuos.</td></tr>
<tr><td>Descripción del impacto</td><td colspan="6">El tránsito de maquinaria, vehículos y personal ocasionará un incremento en la compactación del suelo en las áreas de trabajo, disminuyendo temporalmente su porosidad y capacidad de infiltración. Este efecto será localizado y se restringirá principalmente a las zonas destinadas a la construcción.

Además, como se presenta en el Capítulo 1, Si bien el proyecto destina formalmente 620.45m^2 (62.09%) del predio como Área de Conservación Natural e Infiltración —donde queda estrictamente prohibida cualquier actividad de desmonte, despalme o remoción de la cubierta vegetal secundaria—, las condiciones biofísicas actuales del terreno presentan discontinuidades naturales en el dosel y un espaciamiento libre entre los fustes arbóreos, además se prevee dar mantenimiento y mejora en el área de conservación con actividades de “sokoleo”[4].

Esta configuración morfológica permite actualmente el tránsito peatonal y configura una vía de acceso preexistente apta para el paso confinado de vehículos utilitarios tipo camionetas pick-up y maquinaria ligera de bajo impacto (tales como minicargadores tipo Bobcat y retroexcavadoras de dimensiones reducidas), sin que esto implique la afectación, poda o derribo de individuos arbóreos nativos, ya que el paso se realizará zigzagueante y dependiendo de esta configuración morfológica y localización de árboles y arbustos.

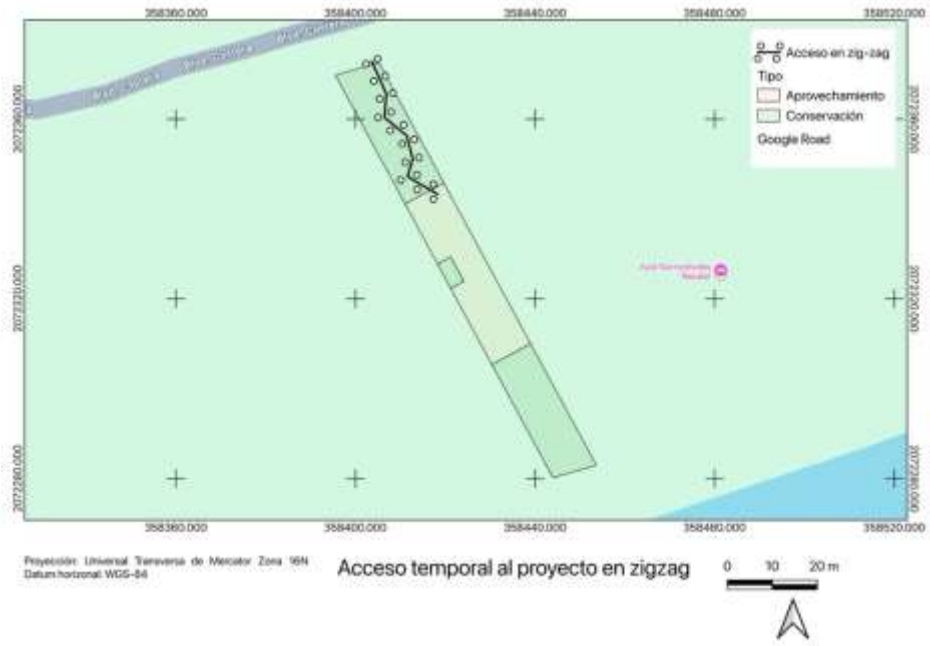
Con base en estas preexistencias y con el fin de optimizar el espacio sin generar impactos sinérgicos tempranos, la logística constructiva se ejecutará bajo el siguiente esquema secuencial y controlado:

1. Fase Inicial de Mitigación y Estacionamiento en Vialidad Principal: Durante las primeras acciones de desmonte selectivo, excavación técnica y nivelación en el área de aprovechamiento, la maquinaria y los vehículos operarán y se estacionarán exclusivamente sobre la acera perimetral de la avenida principal (Boulevard Aarón Merino Fernández). Se evitará el ingreso de equipos pesados al interior del predio para evitar la compactación del suelo kárstico y la vibración perjudicial sobre la estructura subsuperficial.
2. Habilitación Secuencial del Área de Aprovechamiento Temporal: Las instalaciones provisionales de la obra no se desplantarán de forma estática desde el día uno. El proyecto contempla un Área de Aprovechamiento Temporal que se acondicionará de manera posterior e inmediata a la conclusión del desmonte y despalme legalmente autorizados en la huella del proyecto. Es decir, las instalaciones provisionales ocuparán temporalmente la misma superficie que posteriormente albergará la infraestructura definitiva de la residencia, optimizando la tasa de las áreas de aprovechamiento.
3. Acondicionamiento y Componentes del Campamento de Obra: Una vez concluidas las tareas críticas de excavación y la nivelación de plataformas, se procederá a la instalación formal de los servicios provisionales y a la delimitación de una micro-área específica</td></tr>
</table>

[4] En la práctica agronómica y paisajística tradicional, el sokoleo es el deshierbe selectivo, la limpieza y la poda del sotobosque (la vegetación baja). A diferencia de un desmonte o un deshierbe total, esta actividad se realiza bajo una lógica de profundo respeto, conocimiento y aprovechamiento de la biodiversidad.

<table>
<tr><td></td><td>y confinada destinada al resguardo nocturno y mantenimiento de la maquinaria ligera. Este complejo logístico provisional estará integrado de forma compacta por:

• Módulos de Almacenamiento: Bodegas cerradas para el resguardo de herramientas y un depósito de materiales de construcción protegido contra la acción eólica y pluvial.
• Servicios al Personal: Comedor de obra ventilado y dotado de contenedores herméticos para RSU, junto con el módulo de sanitarios portátiles químicos con charolas de retención perimetral.
• Áreas Operativas de Soporte: Un espacio confinado para la habilitación y carpintería, así como un área de mantenimiento menor equipada con kits antiderrames para la atención exclusiva de los equipos ligeros autorizados en el sitio.

Figura 4. 7. Acceso en zigzag al proyecto

</td></tr>
<tr><td>Calidad ambiental del factor afectado</td><td>Alta. El suelo presenta condiciones naturales favorables para la infiltración, por lo que la compactación debe limitarse exclusivamente a las áreas necesarias para el desarrollo del proyecto.</td></tr>
<tr><td>Medidas para reducir el impacto</td><td>- Definir rutas específicas para la circulación de maquinaria y vehículos.
- Evitar el tránsito innecesario fuera de las áreas de trabajo.
- Reducir al mínimo el tiempo de permanencia de maquinaria pesada sobre superficies naturales.</td></tr>
</table>

	- Restaurar las áreas compactadas que no formen parte de la infraestructura permanente. - Supervisar que las actividades se desarrollen únicamente dentro de los límites autorizado

Impacto	**Contaminación del suelo**	**Signo**	**N**	**Factor afectado**	**Suelo**
Índice de incidencia	**0.38**	**Significancia**	**No significativo**		
Actividades generadoras del impacto por etapa y obra					
Preparación	**Construcción**	**Operación y mantenimiento**	**Abandono**		
- Habilitación de obras provisionales.	- Excavación y cimentación. - Instalación de sistemas de equipos. - Instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas. - Manejo temporal de residuos.	- Operación y mantenimiento de alberca. - Manejo de residuos sólidos. - Mantenimiento de infraestructura.	- Demolición de infraestructura. - Retiro de residuos.		
Descripción del impacto	La contaminación del suelo podría presentarse por derrames accidentales de combustibles, aceites, pinturas, solventes o por un manejo inadecuado de residuos durante las diferentes etapas del proyecto. La implementación de buenas prácticas ambientales reducirá significativamente la probabilidad de ocurrencia de este impacto.				
Calidad ambiental del factor afectado	**Alta.** Debido a la naturaleza permeable del suelo, cualquier contaminación puede favorecer el transporte de sustancias hacia el subsuelo, por lo que su protección resulta prioritaria.				
Medidas para reducir el impacto	- Almacenar sustancias potencialmente contaminantes en recipientes adecuados y áreas confinadas. - Colocar bandejas de contención durante el abastecimiento o mantenimiento de equipos. - Recolectar inmediatamente cualquier derrame accidental. - Mantener los residuos separados y almacenados temporalmente en recipientes identificados. - Disponer los residuos conforme a la normatividad vigente mediante prestadores autorizados				

Impacto	**Recuperación del suelo**	**Signo**	**P**	**Factor afectado**	**Suelo**
Índice de incidencia	**0.43**	**Significancia**	**No significativo**		
Actividades generadoras del impacto por etapa y obra					
Preparación	**Construcción**	**Operación y mantenimiento**	**Abandono**		
-	- Jardinería y revegetación. - Desmantelamiento de instalaciones temporales.	- Mantenimiento de áreas verdes.	- Restauración del suelo. - Reforestación.		
Descripción del impacto	Las acciones de restauración y revegetación permitirán recuperar parcialmente las características físicas y funcionales del suelo en las áreas que fueron utilizadas temporalmente durante la construcción, favoreciendo su estabilidad y capacidad de infiltración.				
Calidad ambiental del factor afectado	**Alta.** La recuperación de las condiciones del suelo contribuye al mantenimiento de los procesos ecológicos propios del ecosistema y favorece la conservación del acuífero.				
Medidas para reducir el impacto	- Reincorporar el suelo vegetal previamente conservado en las áreas verdes. - Estabilizar las superficies intervenidas mediante revegetación con especies nativas. - Evitar dejar superficies desnudas al finalizar las obras. - Dar mantenimiento a las áreas restauradas hasta asegurar su establecimiento. - Sustituir oportunamente la vegetación que no logre sobrevivir.				

<table>
<tr><td>Impacto</td><td colspan="2">Disminución de procesos erosivos</td><td>Signo</td><td>P</td><td>Factor afectado</td><td>Suelo</td></tr>
<tr><td colspan="2">Índice de incidencia</td><td colspan="2">0.43</td><td colspan="2">Significancia</td><td>No significativo</td></tr>
<tr><td colspan="7">Actividades generadoras del impacto por etapa y obra</td></tr>
<tr><td colspan="2">Preparación</td><td>Construcción</td><td colspan="2">Operación y mantenimiento</td><td colspan="2">Abandono</td></tr>
<tr><td colspan="2">-</td><td>- Jardinería y revegetación.</td><td colspan="2">- Mantenimiento de áreas verdes.</td><td colspan="2">- Restauración del suelo.
- Reforestación.</td></tr>
<tr><td>Descripción del impacto</td><td colspan="6">El establecimiento de cobertura vegetal y el mantenimiento de las áreas permeables favorecerán la protección del suelo frente a la erosión superficial, contribuyendo a conservar su estabilidad y funcionalidad a largo plazo.

Se reconoce que, si bien el paso temporal, de baja permanencia y confinado de vehículos utilitarios (camionetas pick-up) y maquinaria ligera de bajo impacto (Bobcats y miniexcavadoras) se realizará aprovechando los claros naturales y el espaciamiento preexistente entre fustes del Área de Conservación, esta actividad generará un impacto temporal clasificado como compactación del sustrato.

No obstante, de conformidad con la metodología de evaluación de impactos y los criterios de significancia aplicados en la Matriz de Leopold Modificada de este estudio (ver Capítulo 4), dicho impacto se mitiga formalmente con una Recuperación del suelo y Recuperación de la estructura vegetal debido a las siguientes consideraciones logísticas y ambientales:

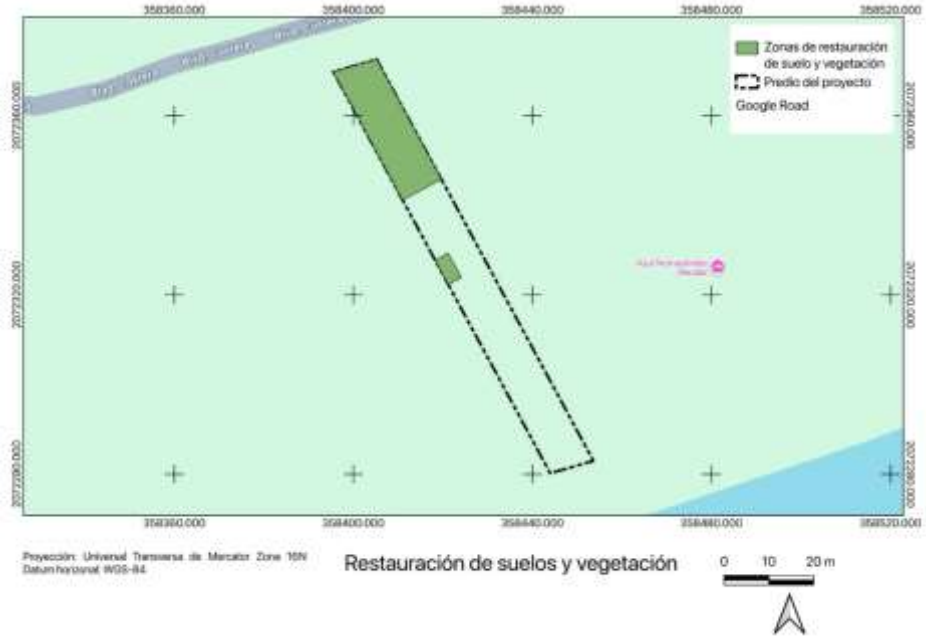
Coincidencia Espacial Estratégica: El diseño del plan de manejo ambiental prevé una superposición geométrica intencional. El área confinada que funcionará de manera transitoria como corredor logístico y de paso de vehículos durante la fase constructiva será exactamente la misma superficie donde se concentrarán, de forma inmediata al término de la edificación, las actividades del Programa de Restauración de Suelos y el Programa de Reforestación y Enriquecimiento de la Estructura Forestal (ver Capíutlo 4).

Mecanismo de Restauración de Suelos: Al concluir las obras civiles, las cuadrillas ambientales intervendrán el corredor logístico mediante técnicas manuales de descompactación hídrica y mecánica del suelo (escarificado superficial con herramientas menores), rompiendo la costra endurecida para restablecer la porosidad natural del horizonte litológico. Posteriormente, esta franja será enriquecida mediante la adición del mulch y la capa orgánica que fueron rescatados y acopiados durante el despalme de la huella de desplante, reincorporando nutrientes y microorganismos nativos esenciales para el acuífero.

Restauración Vegetal Inducida (Cierre de Claros): Una vez recuperadas las propiedades físicas y químicas del suelo en el área de paso, se ejecutará la reintroducción de vegetación nativa utilizando los ejemplares rescatados y estabilizados en el vivero rústico del proyecto. Este enriquecimiento florístico estará enfocado en el cierre del dosel mediante especies arbustivas y herbáceas endémicas de media sombra, acelerando la sucesión ecológica natural y garantizando que, al inicio de la fase operativa de 80 años, el corredor logístico provisional quede plenamente integrado como un área boscosa funcional y permeable de la conservación.

Esta secuencia operativa demuestra que el impacto ambiental por tránsito de maquinaria ligera es de carácter transitorio no significativo. Al vincular físicamente la zona de paso con la zona de restauración final, se anula la acumulación de impactos negativos sobre el suelo kárstico de Bacalar, convirtiendo una perturbación de obra en una oportunidad de estabilización ecológica dirigida a largo plazo.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td></td><td>Se presenta el plano donde se ejecutará la Restauración de Suelos y el Programa de Reforestación de Vegetación, mismos que forman parte de las medidas de mitigación y compensación de impactos ambientales. Se calcula la superficie de 329.78 m2, de las áreas de restauración de suelos y vegetación mismas que están localizadas en zonas de conservación del proyecto.

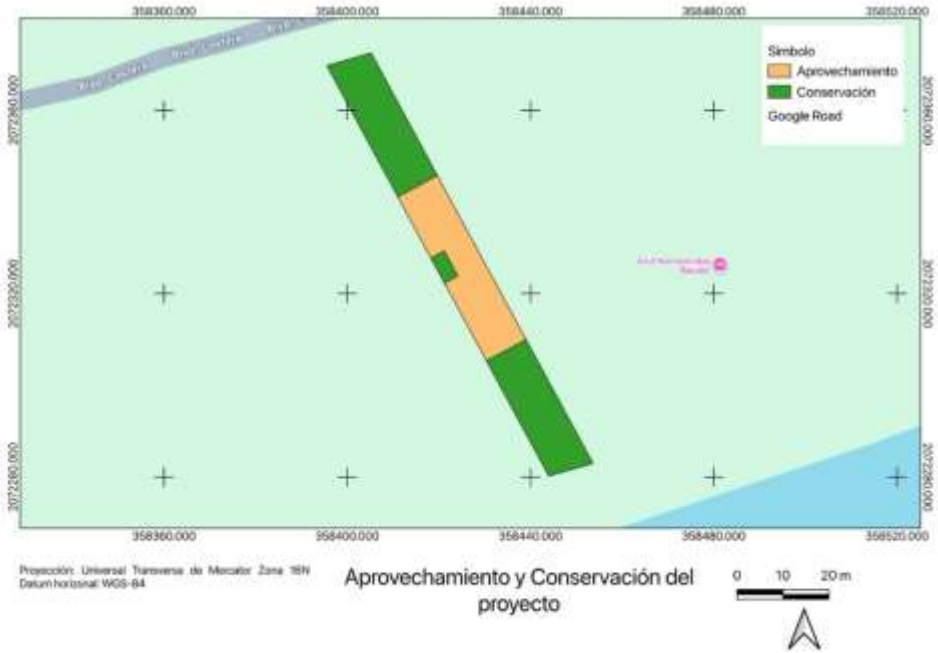
Figura 4. 8. Localización de las áreas de restauración de suelos y vegetación

</td></tr>
<tr><td>Calidad ambiental del factor afectado</td><td>Alta. La conservación de la cobertura vegetal es fundamental para reducir la pérdida de suelo y mantener los procesos naturales del ecosistema.</td></tr>
<tr><td>Medidas para reducir el impacto</td><td>- Mantener cobertura vegetal en las áreas libres de construcción.
- Utilizar especies nativas adaptadas a las condiciones del sitio.
- Evitar el retiro innecesario de vegetación durante el mantenimiento.
- Corregir oportunamente zonas donde se detecten procesos erosivos.
- Realizar inspecciones periódicas posteriores a eventos de lluvia intensa.</td></tr>
</table>

Impacto	**Prevención de la contaminación del suelo**	**Signo**	**P**	**Factor afectado**	**Suelo**
Índice de incidencia	**0.38**	**Significancia**	**No significativo**		
Actividades generadoras del impacto por etapa y obra					
Preparación	**Construcción**	**Operación y mantenimiento**	**Abandono**		
-	- Manejo temporal de residuos.	- Manejo de residuos sólidos. - Mantenimiento de infraestructura.	- Retiro de residuos. - Restauración del suelo.		
Descripción del impacto	La aplicación de medidas preventivas durante todas las etapas del proyecto permitirá reducir significativamente el riesgo de contaminación del suelo, favoreciendo la conservación de sus propiedades físicas y químicas y evitando la incorporación de sustancias potencialmente contaminantes.				
Calidad ambiental del factor afectado	**Alta.** La protección del suelo resulta indispensable por su estrecha relación con la infiltración del agua y el equilibrio ecológico del sitio.				
Medidas para reducir el impacto	- Implementar un programa permanente de manejo integral de residuos. - Mantener orden y limpieza en las áreas de trabajo. - Capacitar al personal en el manejo de materiales y atención de contingencias ambientales. - Verificar periódicamente el estado de recipientes y áreas de almacenamiento. - Realizar supervisión ambiental durante las actividades del proyecto.				

4.4.2.4. Flora

Impacto	**Pérdida de individuos de flora**	**Signo**	**N**	**Factor afectado**	**Flora**
Índice de incidencia	**0.48**	**Significancia**	**No significativo**		
Actividades generadoras del impacto por etapa y obra					
Preparación	**Construcción**	**Operación y mantenimiento**	**Abandono**		
- Trazo y marcado - Desmonte y despalme. - Limpieza del terreno.	- Nivelación del terreno. - Excavación y cimentación. - Construcción del acceso.	-	-		
Descripción del impacto	La remoción de la vegetación necesaria para el desplante de la vivienda ocasionará la pérdida de individuos vegetales presentes dentro del área autorizada para el proyecto. La afectación será puntual y se limitará a la superficie estrictamente indispensable, priorizando previamente el rescate de ejemplares susceptibles de ser reubicados y la conservación de la vegetación fuera del área de construcción.				
Calidad ambiental del factor afectado	**Alta.** La vegetación del predio forma parte del ecosistema característico de la región y desempeña funciones ecológicas relacionadas con la protección del suelo, la infiltración del agua y la provisión de hábitat para la fauna silvestre.				
Medidas para reducir el impacto	- Delimitar previamente el área autorizada para el desmonte. - Ejecutar el Programa de Rescate de Flora antes del inicio de las obras. - Conservar los individuos localizados fuera del área de desplante. - Evitar la remoción innecesaria de vegetación durante la construcción. - Supervisar permanentemente las actividades de desmonte por personal ambiental.				

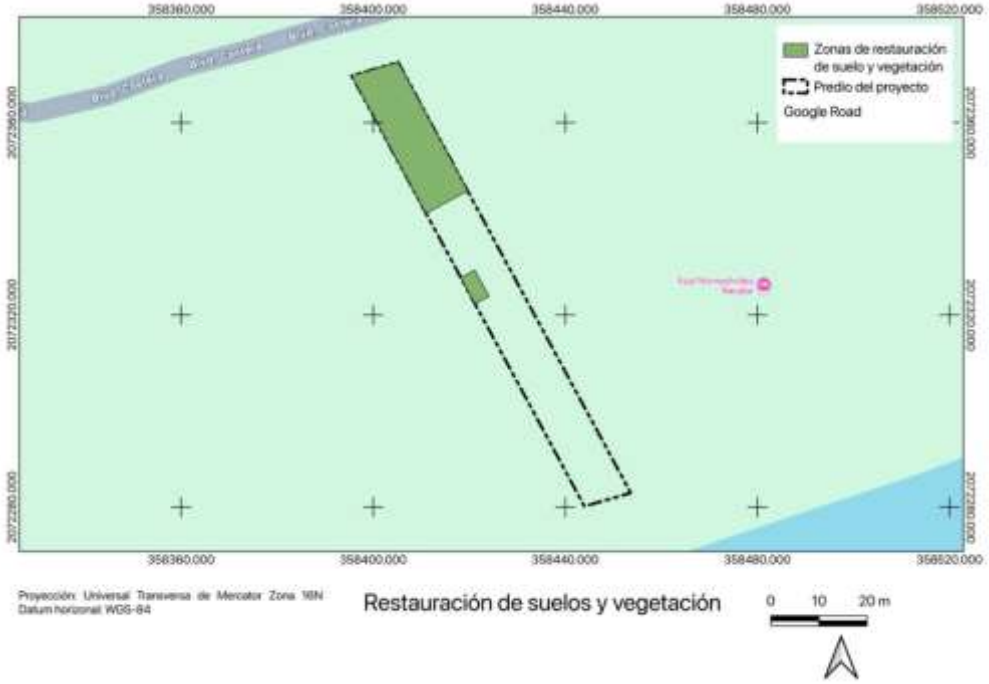
<table>
<tr><td colspan="2">Impacto</td><td colspan="2">Disminución de cobertura vegetal</td><td>Signo</td><td>N</td><td>Factor afectado</td><td>Flora</td></tr>
<tr><td colspan="2">Índice de incidencia</td><td colspan="3">0.57</td><td colspan="2">Significancia</td><td>No significativo</td></tr>
<tr><td colspan="8">Actividades generadoras del impacto por etapa y obra</td></tr>
<tr><td colspan="2">Preparación</td><td colspan="3">Construcción</td><td colspan="2">Operación y mantenimiento</td><td>Abandono</td></tr>
<tr><td colspan="2">- Desmonte y despalme.
- Limpieza del terreno.</td><td colspan="3">- Nivelación del terreno.
- Excavación y cimentación.
- Construcción del acceso.
- Construcción de alberca.</td><td colspan="2">-</td><td>-</td></tr>
<tr><td>Descripción del impacto</td><td colspan="7">La cobertura vegetal disminuirá únicamente en las áreas destinadas al desplante de la infraestructura. Debido a la escala del proyecto, se conservará una proporción importante de vegetación natural dentro del predio, complementándose posteriormente con acciones de revegetación y mantenimiento de áreas verdes.
Se prevé la remoción de vegetación secundaria arbustiva de selva mediana con superficie de 378.78 m^2, que corresponde a las áreas de aprovechamiento del proyecto (ver Figura 4.9).

Figura 4. 9. Áreas de aprovechamiento y conservación del proyecto

</td></tr>
</table>

Calidad ambiental del factor afectado	**Alta.** La cobertura vegetal contribuye al mantenimiento de los procesos ecológicos del sitio, favoreciendo la regulación microclimática, la infiltración del agua y la conectividad del hábitat.
Medidas para reducir el impacto	- Limitar el desmonte a la superficie autorizada. - Conservar la vegetación existente fuera del área de construcción. - Evitar utilizar las áreas conservadas para almacenamiento de materiales. - Implementar revegetación con especies nativas al finalizar la construcción. - Dar mantenimiento a las áreas revegetadas para asegurar su establecimiento.

<table>
<tr><td>Impacto</td><td colspan="2">Aumento de densidad y cobertura</td><td>Signo</td><td>P</td><td>Factor afectado</td><td>Flora</td></tr>
<tr><td colspan="2">Índice de incidencia</td><td colspan="2">0.43</td><td colspan="2">Significancia</td><td>No significativo</td></tr>
<tr><td colspan="7">Actividades generadoras del impacto por etapa y obra</td></tr>
<tr><td colspan="2">Preparación</td><td colspan="2">Construcción</td><td colspan="2">Operación y mantenimiento</td><td>Abandono</td></tr>
<tr><td colspan="2">-</td><td colspan="2">- Jardinería y revegetación.</td><td colspan="2">- Mantenimiento de áreas verdes.</td><td>- Reforestación</td></tr>
<tr><td>Descripción del impacto</td><td colspan="6">La delimitación del área de trabajo y la ejecución del Programa de Rescate de Flora permitirán conservar individuos que no interfieren con el desarrollo del proyecto, disminuyendo la pérdida innecesaria de vegetación y favoreciendo la permanencia de la cobertura vegetal natural.

Como se presentó en el impacto por la compactación del suelo y se mitiga a través del Subprograma de Reforestación y Restauración Ecológica, se presenta el plano donde se ejecutará la Restauración de Suelos y el Programa de Reforestación de Vegetación, mismos que forman parte de las medidas de mitigación y compensación de impactos ambientales. Se calcula la superficie de 329.78 m2, de las áreas de restauración de suelos y vegetación mismas que están localizadas en zonas de conservación del proyecto.

Figura 4. 10.Localización de las áreas de restauración de suelos y vegetación

</td></tr>
<tr><td>Calidad ambiental del</td><td colspan="6">Alta. La conservación de individuos vegetales mantiene la estructura del ecosistema y contribuye a preservar las funciones ambientales del predio.</td></tr>
</table>

factor afectado	
Medidas para reducir el impacto	- Marcar previamente los individuos que serán conservados. - Instalar barreras de protección alrededor de los ejemplares a preservar. - Evitar el depósito de materiales sobre la vegetación conservada. - Capacitar al personal para evitar daños durante las obras. - Realizar inspecciones periódicas por parte del responsable ambiental.

Impacto	**Conservación de individuos**	**Signo**	**P**	**Factor afectado**	**Flora**
Índice de incidencia	**0.48**	**Significancia**	**No significativo**		
Actividades generadoras del impacto por etapa y obra					
Preparación	**Construcción**	**Operación y mantenimiento**	**Abandono**		
- Trazo, marcado y delimitación. - Rescate de flora.	- Supervisión ambiental.	- Conservación de áreas verdes	-		
Descripción del impacto	Las acciones de reforestación y restauración favorecerán el incremento gradual de cobertura vegetal y densidad de individuos en áreas intervenidas.				
Calidad ambiental del factor afectado	El sitio mantiene condiciones adecuadas para regeneración natural y establecimiento de vegetación nativa.				
Medidas para reducir el impacto	- Reforestación con especies nativas. - Monitoreo de supervivencia. - Control de especies invasoras. - Conservación de vegetación remanente.				

Impacto	**Delimitación y protección de vegetación**	**Signo**	**P**	**Factor afectado**	**Flora**
Índice de incidencia	**0.48**	**Significancia**	**No significativo**		
Actividades generadoras del impacto por etapa y obra					
Preparación	**Construcción**	**Operación y mantenimiento**	**Abandono**		
- Trazo, marcado y delimitación. - Rescate de flora.	- Supervisión ambiental.	-	-		
Descripción del impacto	La delimitación física del área de construcción permitirá evitar afectaciones accidentales sobre la vegetación que permanecerá dentro del predio, favoreciendo su conservación durante el desarrollo de las obras.				
Calidad ambiental del factor afectado	La protección de la vegetación remanente mantiene la continuidad de los procesos ecológicos y reduce la superficie efectivamente impactada.				
Medidas para reducir el impacto	- Delimitar el área de trabajo mediante señalización visible. - Respetar los límites autorizados durante todas las actividades constructivas. - Restringir el tránsito de maquinaria fuera del área de desplante. - Supervisar periódicamente el estado de la vegetación protegida. - Corregir inmediatamente cualquier afectación no prevista.				

Como se presenta en el Capítulo 1 de la presente MIA-P, el desplante total del proyecto será de 378.78 m^2 sobre las diferentes áreas del terreno, mientras que se dejarán en estado natural 620.45 m^2 como área de conservación.

Figura 4. 11. Áreas de aprovechamiento y conservación del proyecto

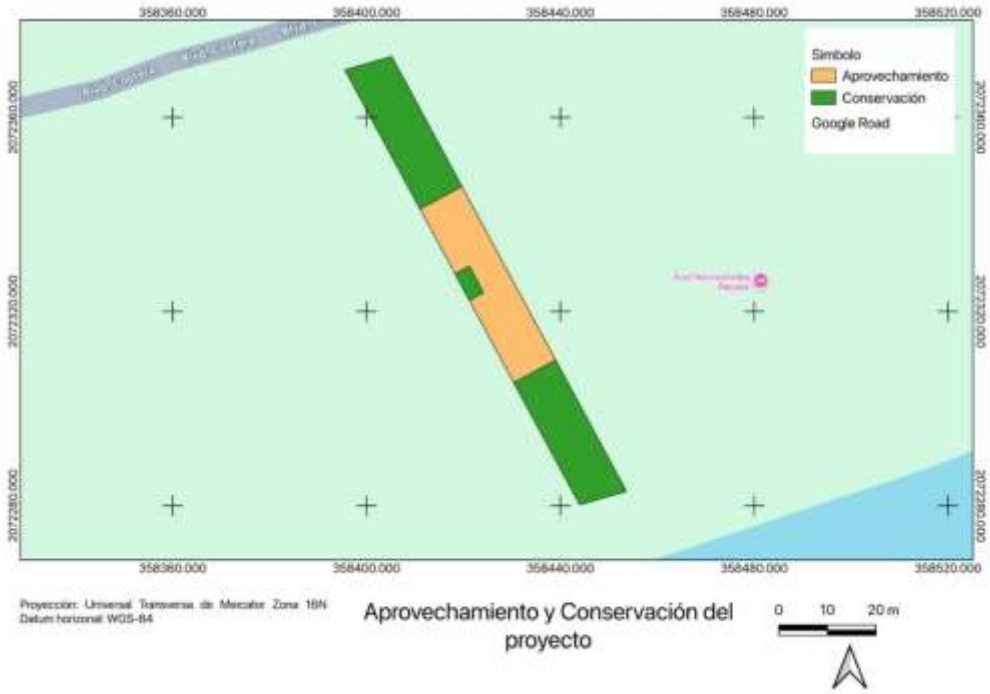


Tabla 4. 13. Superficie de las áreas de aprovechamiento y conservación

Tipo	m2	%
Aprovechamiento	378.78	37.91
Conservación	620.45	62.09
Total	**999.23**	**100**

4.4.2.5. Fauna

Impacto	**Desplazamiento temporal de fauna**	**Signo**	**N**	**Factor afectado**	**Fauna**
Índice de incidencia	**0.52**	**Significancia**	**No significativo**		
Actividades generadoras del impacto por etapa y obra					
Preparación	**Construcción**	**Operación y mantenimiento**	**Abandono**		
- Trazo, marcado y delimitación. - Desmonte y despalme. - Limpieza del terreno. - Rescate y reubicación de fauna.	- Nivelación del terreno. - Excavación y cimentación. - Estructura. - Construcción de alberca. - Construcción del acceso	- Uso de la casa habitación. - Mantenimiento de áreas verdes.	- Demolición de infraestructura. - Retiro de residuos.		
Descripción del impacto	Las actividades de preparación del sitio y construcción generarán presencia constante de personal, maquinaria y ruido, lo que ocasionará el desplazamiento temporal de fauna hacia áreas contiguas con mejores condiciones de refugio. Debido a que el predio mantiene conectividad con vegetación circundante, se espera que este efecto sea localizado y reversible una vez concluidas las obras.				
Calidad ambiental del factor afectado	**Alta.** El predio proporciona refugio y áreas de alimentación para especies de fauna silvestre propias de la vegetación presente, por lo que es importante minimizar las perturbaciones durante la ejecución del proyecto				
Medidas para reducir el impacto	- Realizar el rescate y reubicación de fauna previo al desmonte. - Iniciar el desmonte de forma gradual para favorecer el desplazamiento natural de los organismos. - Evitar actividades nocturnas durante la construcción. - Respetar las áreas de vegetación que permanecerán sin intervenir. - Prohibir la captura, manipulación o molestia de fauna silvestre por parte del personal				

Impacto	**Conservación de individuos**	**Signo**	**P**	**Factor afectado**	**Fauna**
Índice de incidencia	**0.48**	**Significancia**		**No significativo**	
Actividades generadoras del impacto por etapa y obra					
Preparación	**Construcción**	**Operación y mantenimiento**	**Abandono**		
- Rescate y reubicación de fauna. - Delimitación del área de trabajo.	- Supervisión ambiental.	- Conservación de áreas verdes.	-		
Descripción del impacto	La implementación del Programa de Rescate y Reubicación de Fauna permitirá proteger los ejemplares presentes en el área de desplante, favoreciendo su traslado hacia sitios con condiciones ambientales similares y reduciendo el riesgo de mortalidad durante la ejecución del proyecto.				
Calidad ambiental del factor afectado	**Alta.** La conservación de individuos contribuye a mantener la diversidad biológica del sitio y reduce la afectación directa sobre las poblaciones de fauna silvestre.				
Medidas para reducir el impacto	- Ejecutar el rescate por personal capacitado antes del inicio de las obras. - Reubicar los organismos en áreas con características ecológicas similares. - Registrar los ejemplares rescatados durante las actividades. - Suspender temporalmente los trabajos cuando se detecten especies que requieran atención especializada. - Mantener supervisión ambiental durante las actividades de desmonte.				

Impacto	**Generación de hábitat**	**Signo**	**P**	**Factor afectado**	**Fauna**
Índice de incidencia	**0.43**	**Significancia**		**No significativo**	
Actividades generadoras del impacto por etapa y obra					
Preparación	**Construcción**	**Operación y mantenimiento**		**Abandono**	
-	- Jardinería y revegetación.	- Conservación y mantenimiento de áreas verdes.		- Reforestación	
Descripción del impacto	La revegetación con especies nativas y la conservación de áreas libres de construcción favorecerán la disponibilidad de refugio, alimentación y desplazamiento para diversas especies de fauna silvestre, promoviendo la recuperación gradual de las condiciones ecológicas del predio.				
Calidad ambiental del factor afectado	**Alta.** La vegetación representa el principal elemento para la permanencia de la fauna local, por lo que su recuperación incrementa la funcionalidad ecológica del sitio.				
Medidas para reducir el impacto	- Utilizar exclusivamente especies vegetales nativas en las áreas ajardinadas. - Mantener la cobertura vegetal existente fuera del área de desplante. - Evitar la eliminación innecesaria de vegetación durante el mantenimiento. - Sustituir oportunamente la vegetación que no logre establecerse. - Mantener libres de residuos las áreas verdes para evitar riesgos para la fauna.				

Impacto	**Disminución del riesgo de mortalidad por actividades de obra**	**Signo**	**P**	**Factor afectado**	**Fauna**
Índice de incidencia	**0.43**	**Significancia**	**No significativo**		
Actividades generadoras del impacto por etapa y obra					
Preparación	**Construcción**	**Operación y mantenimiento**	**Abandono**		
- Delimitación del área de trabajo. - Rescate y reubicación de fauna.	- Supervisión ambiental.	- Conservación de áreas verdes.	-		
Descripción del impacto	La aplicación de medidas preventivas antes y durante la construcción reducirá significativamente la probabilidad de que los organismos presentes en el predio resulten lesionados o muertos por las actividades de obra, favoreciendo la conservación de la fauna silvestre.				
Calidad ambiental del factor afectado	**Alta.** La implementación de acciones preventivas permite reducir la afectación directa sobre las poblaciones de fauna presentes en el sitio y contribuye a mantener el equilibrio ecológico del área.				
Medidas para reducir el impacto	- Capacitar al personal sobre el manejo adecuado de fauna silvestre. - Prohibir la caza, captura, alimentación o extracción de ejemplares. - Revisar diariamente las áreas de trabajo antes del inicio de actividades. - Mantener comunicación con el responsable ambiental ante el hallazgo de especies de interés. - Verificar el cumplimiento del Programa de Rescate y Reubicación de Fauna durante toda la preparación del sitio.				

4.4.2.6. Paisaje

Impacto	**Fragmentación del paisaje**	**Signo**	**N**	**Factor afectado**	**Paisaje**
Índice de incidencia	**0.57**	**Significancia**	**No significativo**		
Actividades generadoras del impacto por etapa y obra					
Preparación	**Construcción**	**Operación y mantenimiento**	**Abandono**		
- Trazo, marcado y delimitación. - Desmonte y despalme. - Limpieza del terreno.	- Nivelación del terreno. - Excavación y cimentación. - Estructura. - Construcción de alberca. - Construcción de barra y terraza. - Construcción del acceso.	- Uso de la casa habitación.	- Demolición.		
Descripción del impacto	La incorporación de infraestructura modificará parcialmente la continuidad visual del paisaje dentro del predio, sustituyendo una porción de la cobertura vegetal por elementos constructivos. No obstante, la afectación será localizada, ya que se conservarán áreas con vegetación natural y el proyecto mantendrá una baja ocupación del terreno, permitiendo la integración con el entorno.				
Calidad ambiental del factor afectado	**Alta.** El paisaje del área se caracteriza por la presencia de vegetación nativa y su cercanía con la Laguna de Bacalar, elementos que conforman un escenario de alto valor ambiental y escénico.				
Medidas para reducir el impacto	- Restringir el desmonte únicamente al área autorizada para el proyecto. - Conservar la vegetación existente fuera del área de desplante. - Favorecer el uso de vegetación nativa como elemento de integración paisajística. - Mantener libres de materiales y residuos las áreas no intervenidas. - Restaurar las áreas temporalmente afectadas al concluir la construcción.				

Impacto	**Impacto visual**	**Signo**	**N**	**Factor afectado**	**Paisaje**
Índice de incidencia	**0.62**	**Significancia**	**No significativo**		
Actividades generadoras del impacto por etapa y obra					
Preparación	**Construcción**	**Operación y mantenimiento**	**Abandono**		
- Habilitación de obras provisionales	- Estructura. - Acabados. - Construcción de alberca. - Construcción de barra y terraza.	- Uso de la casa habitación. - Mantenimiento de infraestructura	- Demolición.		
Descripción del impacto	El proyecto generará modificación visual del entorno natural debido a la presencia de infraestructura habitacional.				
Calidad ambiental del factor afectado	El área presenta paisaje natural con alta calidad escénica.				
Medidas para reducir el impacto	- Uso de materiales acordes al entorno. - Conservación de vegetación. - Restricción de iluminación excesiva. - Integración arquitectónica al paisaje.				

Impacto	**Mejoramiento visual del sitio**	**Signo**	**P**	**Factor afectado**	**Paisaje**
Índice de incidencia	**0.48**	**Significancia**		**No significativo**	
Actividades generadoras del impacto por etapa y obra					
Preparación	**Construcción**	**Operación y mantenimiento**		**Abandono**	
-	- Jardinería y revegetación. - Acabados.	- Mantenimiento de áreas verdes. - Conservación de infraestructura.		- Restauración	
Descripción del impacto	La delimitación del área de construcción y la conservación de la vegetación remanente permitirán mantener una parte importante de las características paisajísticas originales del predio. Estas acciones favorecerán la continuidad visual con los terrenos colindantes y reducirán la percepción de transformación del sitio.				
Calidad ambiental del factor afectado	**Alta.** La conservación y recuperación de la cobertura vegetal permiten mantener la calidad escénica del entorno y fortalecer la integración del proyecto con el paisaje natural.				
Medidas para reducir el impacto	- Emplear especies vegetales nativas en las áreas de jardinería. - Mantener en buen estado las áreas verdes y la infraestructura. - Sustituir oportunamente la vegetación que presente daños o pérdida. - Evitar la acumulación de residuos o materiales que deterioren la imagen del predio. - Realizar mantenimiento periódico de los elementos exteriores de la vivienda.				

Impacto	**Conservación parcial del paisaje natural**	**Signo**	**P**	**Factor afectado**	**Paisaje**
Índice de incidencia	**0.48**	**Significancia**	**No significativo**		
Actividades generadoras del impacto por etapa y obra					
Preparación	**Construcción**	**Operación y mantenimiento**	**Abandono**		
- Trazo, marcado y delimitación.	- Supervisión ambiental. - Jardinería y revegetación.	- Conservación de áreas verdes.	-		
Descripción del impacto	La delimitación del área de construcción y la conservación de la vegetación remanente permitirán mantener una parte importante de las características paisajísticas originales del predio. Estas acciones favorecerán la continuidad visual con los terrenos colindantes y reducirán la percepción de transformación del sitio.				
Calidad ambiental del factor afectado	**Alta.** La permanencia de la vegetación nativa constituye el principal elemento para conservar la identidad paisajística del entorno y mantener la calidad escénica característica de la zona.				
Medidas para reducir el impacto	- Delimitar claramente las áreas autorizadas para la construcción. - Evitar la remoción innecesaria de vegetación fuera del área de desplante. - Mantener la vegetación conservada durante toda la vida útil del proyecto. - Incorporar especies nativas para reforzar la integración paisajística. - Realizar supervisiones ambientales para verificar la conservación de las áreas no intervenidas.				

4.4.2.7. Empleo

Impacto	**Generación de empleos directos**	**Signo**	**P**	**Factor afectado**	**Empleo**
Índice de incidencia	**0.57**	**Significancia**	**No significativo**		
Actividades generadoras del impacto por etapa y obra					
Preparación	**Construcción**	**Operación y mantenimiento**	**Abandono**		
- Trazo, marcado y delimitación. - Rescate de flora. - Rescate y reubicación de fauna. - Desmonte y despalme. - Habilitación de obras provisionales	- Nivelación del terreno. - Excavación y cimentación. - Estructura. - Instalación de sistemas de equipos. - Instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas. - Construcción de alberca. - Construcción de barra y terraza. - Construcción del acceso. - Acabados. - Jardinería y revegetación.	- Uso de la casa habitación. - Mantenimiento de infraestructura. - Mantenimiento de áreas verdes. - Operación y mantenimiento de alberca.	- Demolición de infraestructura. - Retiro de residuos. - Restauración del suelo. - Reforestación.		
Descripción del impacto	El desarrollo del proyecto requerirá la contratación de personal para la ejecución de las distintas actividades de preparación del sitio, construcción y mantenimiento de la vivienda. Aunque el número de trabajadores será reducido debido a la escala del proyecto, se favorecerá la generación de empleo temporal y la contratación de mano de obra local, contribuyendo al dinamismo económico de la zona.				
Calidad ambiental del factor afectado	**Media.** La generación de empleo representa un beneficio social al promover oportunidades laborales temporales y fortalecer la participación de prestadores de servicios y trabajadores de la región.				
Medidas para reducir el impacto	- Priorizar la contratación de mano de obra local, siempre que el perfil requerido lo permita. - Garantizar condiciones adecuadas de seguridad e higiene para el personal. - Proporcionar al personal el equipo de protección personal correspondiente. - Cumplir con la legislación laboral y de seguridad social aplicable. - Capacitar al personal en materia de seguridad y buenas prácticas ambientales.				

Impacto	**Generación de empleos indirectos**	**Signo**	**P**	**Factor afectado**	**Empleo**
Índice de incidencia	**0.57**	**Significancia**	**No significativo**		
Actividades generadoras del impacto por etapa y obra					
Preparación	**Construcción**	**Operación y mantenimiento**	**Abandono**		
- Adquisición de materiales y contratación de servicios especializados.	- Suministro de materiales de construcción. - Transporte de insumos. - Contratación de proveedores y servicios auxiliares.	- Adquisición de insumos para mantenimiento. - Contratación de servicios especializados para alberca, jardinería e instalaciones.	- Contratación de servicios para demolición, transporte y disposición de residuos.		
Descripción del impacto	El proyecto promoverá la demanda de bienes y servicios asociados al suministro de materiales, transporte, mantenimiento y actividades especializadas, favoreciendo indirectamente la economía local. Este beneficio será más evidente durante la construcción, aunque continuará de manera ocasional durante la operación y mantenimiento de la vivienda.				
Calidad ambiental del factor afectado	**Media.** La contratación de proveedores y prestadores de servicios de la región favorece la actividad económica local y fortalece las cadenas de suministro vinculadas al sector de la construcción.				
Medidas para reducir el impacto	- Favorecer la adquisición de materiales e insumos con proveedores establecidos en la región. - Contratar empresas autorizadas para el transporte y manejo de materiales y residuos. - Promover la contratación de servicios locales para las actividades de mantenimiento. - Programar oportunamente la adquisición de insumos para optimizar la logística y reducir traslados innecesarios. - Verificar que los proveedores cumplan con la normatividad ambiental y laboral aplicable				

4.4.2.8. Movimiento de fauna

Impacto	**Alteración de los movimientos de fauna**	**Signo**	**N**	**Factor afectado**	**Movimiento de fauna**
Índice de incidencia	**0.52**	**Significancia**	**No significativo**		
Actividades generadoras del impacto por etapa y obra					
Preparación	**Construcción**	**Operación y mantenimiento**	**Abandono**		
- Trazo, marcado y delimitación. - Desmonte y despalme. - Limpieza del terreno. - Rescate y reubicación de fauna. - Habilitación de obras provisionales.	- Nivelación del terreno. - Excavación y cimentación. - Estructura. - Construcción de alberca. - Construcción de barra y terraza. - Construcción del acceso. - Manejo temporal de residuos	- Uso de la casa habitación. - Mantenimiento de infraestructura. - Mantenimiento de áreas verdes.	- Demolición de infraestructura. - Retiro de residuos. - Restauración del suelo		
Descripción del impacto	Las actividades constructivas modificarán temporalmente las condiciones del sitio, generando la interrupción parcial de las rutas de desplazamiento utilizadas por la fauna silvestre dentro del predio. No obstante, debido a la reducida superficie de ocupación del proyecto y a la permanencia de vegetación en áreas no intervenidas, los organismos podrán desplazarse hacia zonas contiguas, por lo que el impacto será localizado y reversible.				
Calidad ambiental del factor afectado	**Alta.** La conectividad entre los remanentes de vegetación favorece el desplazamiento, refugio y búsqueda de alimento de la fauna silvestre, constituyendo un proceso ecológico importante para el mantenimiento de la biodiversidad local.				
Medidas para reducir el impacto	- Delimitar las áreas de trabajo para evitar afectaciones fuera del área autorizada. - Ejecutar el rescate y reubicación de fauna antes del inicio del desmonte. - Realizar el desmonte de manera gradual, permitiendo el desplazamiento natural de los organismos. - Conservar la vegetación fuera del área de desplante para mantener zonas de refugio. - Restringir la circulación de maquinaria únicamente a las áreas de construcción. - Evitar actividades constructivas durante la noche, cuando existe mayor actividad de fauna.				

Impacto	**Recuperabilidad de movilidad y refugio de fauna**	**Signo**	**P**	**Factor afectado**	**Movimiento de fauna**
Índice de incidencia	**0.43**	**Significancia**	**No significativo**		
Actividades generadoras del impacto por etapa y obra					
Preparación	**Construcción**	**Operación y mantenimiento**	**Abandono**		
-	- Jardinería y revegetación. - Desmantelamiento de instalaciones temporales.	- Conservación y mantenimiento de áreas verdes. - • Uso de la casa habitación.	- Restauración del suelo. - Reforestación.		
Descripción del impacto	La conservación de la vegetación remanente y la revegetación de las áreas intervenidas favorecerán la recuperación gradual del movimiento de fauna dentro del predio, al mantener espacios que funcionen como refugio, alimentación y tránsito para diversas especies. Debido a la baja densidad de ocupación del proyecto, se conservará la conectividad con la vegetación de los predios colindantes.				
Calidad ambiental del factor afectado	**Alta.** La continuidad de la cobertura vegetal favorece el desplazamiento de la fauna silvestre y contribuye a mantener los procesos ecológicos propios del ecosistema de la región.				
Medidas para reducir el impacto	- Mantener en buen estado las áreas verdes durante toda la vida útil del proyecto. - Utilizar especies vegetales nativas en las actividades de revegetación. - Evitar la colocación de barreras innecesarias que impidan el desplazamiento de la fauna. - Conservar la vegetación natural fuera de las áreas ocupadas por la infraestructura. - Dar seguimiento al establecimiento de la vegetación utilizada en la revegetación.				

4.4.2.9. Hidrología

Impacto	**Disminución de infiltración**	**Signo**	**N**	**Factor afectado**	**Hidrología**
Índice de incidencia	**0.71**	**Significancia**		**Significativo**	
Actividades generadoras del impacto por etapa y obra					
Preparación	**Construcción**	**Operación y mantenimiento**	**Abandono**		
- Desmonte y despalme. - Limpieza del terreno.	- Nivelación del terreno. - Instalación de sistemas de equipos. - Excavación y cimentación. - Construcción de alberca. - Construcción de barra y terraza. - Construcción del acceso.	- Uso de la casa habitación. - Mantenimiento de infraestructura.	- Demolición - Restauración		
Descripción del impacto	La construcción de la vivienda y sus obras complementarias implicará la ocupación permanente de una parte del terreno, reduciendo la superficie disponible para la infiltración natural del agua de lluvia. No obstante, debido a la baja densidad del proyecto y a la conservación de áreas permeables con cobertura vegetal, la modificación del patrón de infiltración será localizada y de baja magnitud, sin afectar el funcionamiento hidrológico del entorno.				
Calidad ambiental del factor afectado	**Alta.** El predio forma parte de un sistema hidrológico altamente sensible, donde la infiltración del agua pluvial representa un proceso fundamental para la recarga del acuífero y el equilibrio ambiental de la cuenca de la Laguna de Bacalar. La conservación de superficies permeables contribuye al mantenimiento de esta función ecológica.				
Medidas para reducir el impacto	- Limitar la superficie impermeabilizada a la estrictamente necesaria para el desarrollo del proyecto. - Conservar áreas libres de construcción con cobertura vegetal natural o revegetada. - Favorecer el uso de superficies permeables en las áreas exteriores, siempre que sea técnicamente viable. - Evitar la compactación innecesaria del suelo fuera del área de desplante. - Mantener en buen estado las áreas verdes para favorecer la infiltración del agua pluvial. - Restaurar las áreas temporalmente intervenidas una vez concluidas las obras.				

En el Capítulo 1 de la presente MIA-P, se realizó el análisis específico de la capacidad de infiltración en el predio del proyecto. Se utilizó el Modelo Digital de Terreno (MDT) y la configuración de las curvas de nivel permiten identificar de manera muy precisa la configuración del terreno, y como se presentó anteriormente se presenta una zona alta o meseta, una zona intermedia con un ascenso que recae en una depresión con altura de 6.6 msnm, una zona de ascenso hacia la laguna.

Figura 4. 12. Perfil del terreno sobre el modelo digital.

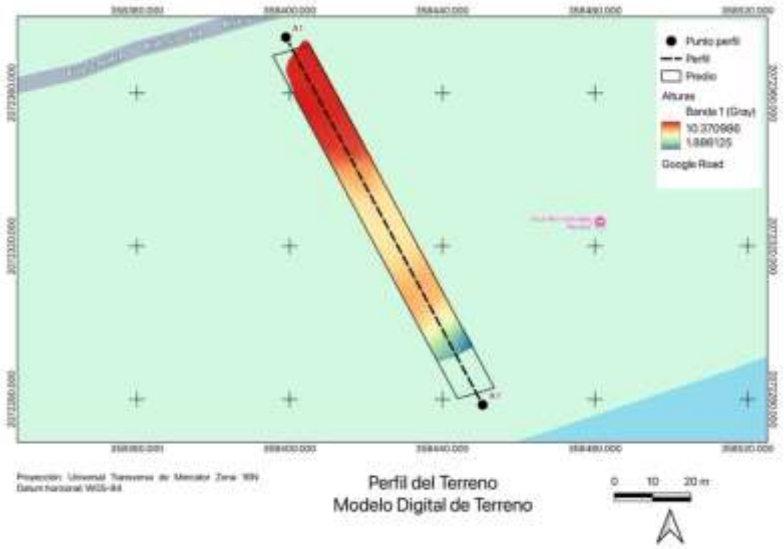
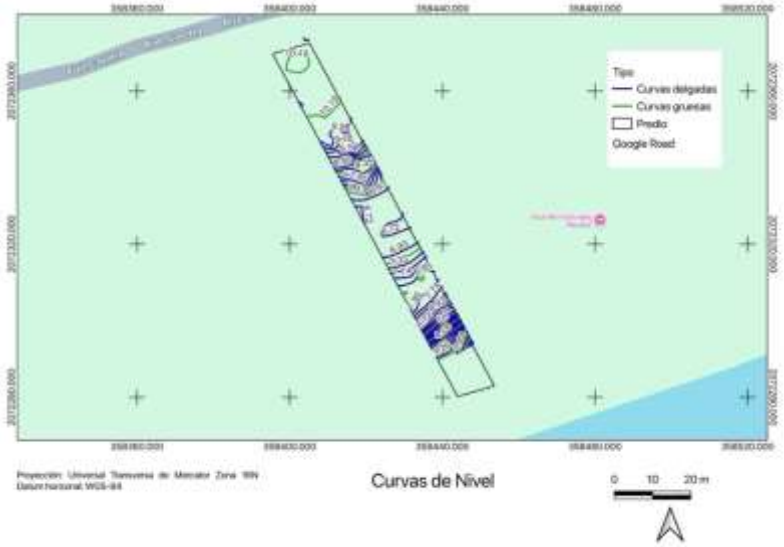


Figura 4. 13. Curvas de nivel en el polígono del predio.



La morfología e hipsometría de la depresión se configura de la siguiente manera:

- Puntos de Aportación Alta (Zonas de Recarga Externa): El predio recibe aportaciones pluviales desde dos frentes topográficos contrapuestos. El frente norte (Meseta Superior), estabilizado en la cota de los 10 m, y el frente sur (Cresta del Ascenso Inicial), que alcanza una cota de 8 m.
- Zona de Convergencia (Vaguada): Las curvas de nivel muestran una gradiente convergente hacia el centro del predio. La cota desciende de manera abrupta desde los 9.6 m (metro 62) y desde los 8 m (metro 24) hasta una cota de fondo mínima de 6.6 m entre los metros 35 y 45 del trazo longitudinal.
- Dinámica del Flujo Pluvial: Al presentarse un evento hidrometeorológico, el agua de lluvia precipitada sobre las zonas altas es conducida por gravedad (escorrentía superficial) hacia la hondonada central. Debido a que el predio está flanqueado por dos elevaciones, esta vaguada funciona como un vaso de regulación natural temporal antes de que el agua se infiltre al subsuelo o se desplace lateralmente de acuerdo con el gradiente regional.

Figura 4. 14. Perfil del terreno



El acuífero de la Península de Yucatán, y específicamente la cuenca circundante a la Laguna de Bacalar, presenta una litología kárstica de alta permeabilidad. Bajo este contexto, las depresiones topográficas o vaguadas constituyen zonas de vulnerabilidad hidrogeológica intrínseca, ya que actúan como áreas naturales de captación, amortiguamiento pluvial e infiltración directa hacia el manto freático.

Para evitar cualquier tipo de alteración de la hidrodinámica local, el proyecto "Lagoon Bacalar" ha descartado por completo la práctica tradicional de nivelación, relleno masivo o canalización artificial de la hondonada. En su lugar, el diseño aplica un principio de arquitectura adaptativa y de bajo impacto mediante las siguientes consideraciones técnicas:

Preservación de la Capacidad de Infiltración: La vaguada central ha sido integrada formalmente como un Área de Conservación Interna (Jardín Interior). Al mantener esta zona libre de desplante de concreto o cimentaciones impermeables, se garantiza que el coeficiente de infiltración natural del suelo no sea modificado, permitiendo que el agua pluvial continúe su curso hacia el acuífero sin generar inundaciones aguas arriba ni desecación del suelo.

Diseño en Suspensión / Escalado del Sótano: Si bien el nivel Sótano transita geométricamente por el sector de la vaguada, la ingeniería del proyecto contempla estructuras cimentadas sobre pilotes o muros de contención perimetrales calculados para no interrumpir el flujo subsuperficial ni subyacente. La edificación "cruza" la depresión respetando la morfología del terreno natural.

Prevención de Riesgos Hidrológicos Sinérgicos: Al no rellenar la vaguada, se evita la redirección caótica de escorrentías superficiales hacia los predios colindantes o un incremento súbito en la velocidad de descarga hacia la zona lagunar costera, lo cual prevendría procesos de erosión hídrica o lavado de sedimentos que pudieran afectar los microhabitats de estromatolitos en la laguna.

Conclusión del Manejo Hidrológico: El componente de conservación de la vaguada funciona como una medida de mitigación preventiva in situ. Cumple de forma simultánea con la continuidad del ciclo hidrológico local y con los criterios de sustentabilidad que demanda la normatividad ambiental vigente para el Estado de Quintana Roo, demostrando la viabilidad técnica del desarrollo en perfecta coexistencia con las limitantes físicas del relieve de la zona.

Para demostrar técnicamente que se garantiza la preservación de la capacidad de infiltración, la no alteración al flujo pluvial y se garantiza la integridad de la estructura de la edificación se presentan los siguientes dos cálculos numéricos:

- Cálculo del Coeficiente de Escurrimiento (Ce): Demostrar matemáticamente que el Ce del predio en su etapa de operación se mantendrá cercano al estado pre-desarrollo, debido a que el 62.09% del terreno se queda como suelo natural permeable.
- Sistema de Captación Pluvial: Indicar que las techumbres de la Planta Alta contarán con bajantes pluviales dirigidos explícitamente hacia el jardín de la vaguada, acelerando la recarga natural y evitando verter aguas limpias al sistema de drenaje sanitario o al Boulevard Costero.

El coeficiente de escurrimiento (Ce) representa la fracción de la lluvia que se transforma en escorrentía superficial. Varía entre 0.0 (infiltración total) y 1.0 (impermeabilidad absoluta). De acuerdo con las especificaciones de diseño y las tablas de áreas:

Área de Aprovechamiento / Desplante (A_1): 378.78m^2 (37.91%). Al ser zonas edificadas y pavimentadas, se les asigna un Ce_1 = 0.90 (impermeable).

Área de Conservación Natural (A_2): 620.45m^2 (62.09%). Al mantenerse como suelo kárstico natural con vegetación forestal / jardín, se le asigna un Ce_2 = 0.15 (alta infiltración).

Área Total del Predio (A_T): 999.23m^2.

Ecuación del Coeficiente Ponderado (SCT, 2000; CONAGUA, 2019):

$$Ce_{ponderado} = \frac{(A_1 x Ce_1) + (A_2 x Ce_2)}{A_T}$$

Sustitución y Resultados:

$$Ce_{ponderado} = \frac{(378.78m^2 x 0.90) + (620.45m^2 x 0.15)}{999.23m^2}$$

$$Ce_{ponderado} = \frac{(340.90) + (93.07)}{999.23} = \frac{433.97}{999.23}$$

$$Ce_{ponderado} = 0.434$$

Interpretación Técnica: El Ce resultante de **0.434** demuestra que, a pesar del desarrollo inmobiliario, el 56.6% del volumen total de agua precipitada en el predio continuará infiltrándose de manera natural, mitigando significativamente la generación de caudales pico hacia la laguna.

Estimación del Gasto Pico Pluvial (Q) en la Vaguada

Para justificar el dimensionamiento del jardín interior de la vaguada como vaso de regulación, calculamos el caudal máximo instantáneo que recibirá de acuerdo con la fórmula del Método Racional (Aparicio Mijares, 2010; Chow et al., 1994):

$$Q = \frac{C\ x\ I\ x\ A}{360}$$

- Q= Caudal o Gasto Pico
- C= Coeficiente de escurrimiento ponderado (0.434)
- I = Intensidad de la lluvia (mm/h). Para la zona costera de Bacalar, considerando un periodo de retorno (Tr) de 10 años para proyectos residenciales y una duración igual al tiempo de concentración, se utiliza una intensidad crítica promedio de 120mm/h.
- A= Área de la vaguada aportante en hectáreas. El predio total tiene 999.23m^2, lo que equivale a 0.09 ha.
- Sustitución y Resultados:

$$Q = \frac{0.434x120mm/hx0.09ha}{360}$$

$$Q = \frac{5.2028}{360}$$

$$Q = \frac{0.0144m^3}{s}(equivalente\ a\ 14.45\ litros\ por\ segundo)$$

Balance de Almacenamiento y Capacidad de Regulación de la Vaguada

La vaguada central funciona como una celda de bio-retención natural. Evaluamos si el área asignada en el diseño arquitectónico es suficiente para amortiguar este caudal

Volumen Aportado por Tormenta Crítica ($V_{tormenta}$): Asumiendo una tormenta severa con una duración de 30 minutos (1800 s):

$$V_{tormenta} = Q\ x\ t = 0.0144\frac{m^3}{s}x\ 1800\ s = 26.01\ m^3$$

Capacidad de Almacenamiento Geométrico de la Vaguada: De acuerdo con la descripción del relieve, la vaguada se extiende entre los metros ~24 y ~48 (longitud de 24m), y tiene un ancho promedio del predio que estimamos en unos 10m (dado el polígono alargado de 100m de largo por superficie de 999.25 m^2 totales). La profundidad media de la hondonada respecto a sus crestas es de aproximadamente 1.4m (bajando de la cota 8m a la 6.6m).

Considerando la geometría cóncava (aproximada a un prisma triangular invertido para el almacenamiento libre):

$$V_{almacenamiento} = \frac{Longitud\ x\ Ancho\ x\ Profundidad}{2}$$

$$V_{almacenamiento} = \frac{24m\ x\ 10m\ x\ 1.4m}{2} = 168.0\ m^3$$

Conclusión del Balance Hidrológico: **La capacidad de almacenamiento físico de la depresión natural (168.0m^3) supera por más de 6 veces el volumen generado por una tormenta crítica de diseño (26.01m^3)**. Esto demuestra numéricamente que la vaguada no sufrirá desbordamientos ni afectará estructuralmente al sótano, operando eficientemente como un sistema urbano de drenaje sostenible *in situ* (Chow et al., 1994; CONAGUA, 2019).

4.4.2.10. Manejo de residuos

Impacto	**Generación de residuos sólidos urbanos**	**Signo**	**N**	**Factor afectado**	**Manejo de residuos**
Índice de incidencia	**0.57**	**Significancia**	**No significativo**		
Actividades generadoras del impacto por etapa y obra					
Preparación	**Construcción**	**Operación y mantenimiento**	**Abandono**		
- Habilitación de obras provisionales.	- Actividades del personal de obra. - Manejo temporal de residuos. - Consumo de alimentos y materiales diversos	- Uso de la casa habitación. - Operación y mantenimiento de alberca. - Mantenimiento de áreas verdes.	- Desmantelamiento		
Descripción del impacto	Durante todas las etapas del proyecto se generarán residuos sólidos urbanos, principalmente derivados del consumo de alimentos, envases, empaques y actividades cotidianas de la vivienda. Debido a los volúmenes esperados y a la naturaleza del proyecto, el impacto será de baja magnitud, siempre que los residuos sean separados, almacenados temporalmente y entregados al servicio de recolección o a un gestor autorizado.				
Calidad ambiental del factor afectado	**Media.** El manejo adecuado de los residuos sólidos es fundamental para prevenir la contaminación del suelo, el agua y la vegetación, así como para evitar la atracción de fauna oportunista y el deterioro de las condiciones sanitarias del sitio				
Medidas para reducir el impacto	- Separar los residuos conforme a su tipo desde el punto de generación. - Colocar contenedores con tapa en las áreas de trabajo y operación. - Mantener los residuos bajo almacenamiento temporal hasta su recolección. - Evitar la quema, enterramiento o disposición directa sobre el terreno. - Entregar los residuos al servicio municipal o a prestadores autorizados. - Mantener limpias las áreas de almacenamiento temporal.				

Impacto	**Generación de residuos de construcción**	**Signo**	**N**	**Factor afectado**	**Manejo de residuos**
Índice de incidencia	**0.38**	**Significancia**	**No significativo**		
Actividades generadoras del impacto por etapa y obra					
Preparación	**Construcción**	**Operación y mantenimiento**	**Abandono**		
-	- Excavación y cimentación. - Estructura. - Instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas. - Acabados. - Construcción de alberca. - Construcción del acceso	- Mantenimiento	- Demolición - Retiro de infraestructura		
Descripción del impacto	Las actividades constructivas generarán residuos como sobrantes de concreto, block, acero, madera, tubería, empaques y otros materiales. Su generación será temporal y estará asociada únicamente al periodo de construcción y, en su caso, al abandono del proyecto. Un manejo adecuado permitirá reducir su volumen y prevenir afectaciones al entorno.				
Calidad ambiental del factor afectado	**Media.** El adecuado manejo de los residuos de construcción evita la ocupación innecesaria del terreno, reduce riesgos de contaminación y favorece el orden y la seguridad durante el desarrollo de las obras.				
Medidas para reducir el impacto	- Clasificar los residuos de construcción de acuerdo con su naturaleza. - Reutilizar, cuando sea posible, los materiales aprovechables dentro de la obra. - Almacenar temporalmente los escombros en sitios previamente definidos. - Evitar que los residuos obstruyan áreas de circulación o vegetación conservada. - Transportar los residuos a sitios autorizados por la autoridad competente. - Mantener registros de disposición cuando corresponda.				

Impacto	**Disposición adecuada de residuos sólidos urbanos**	**Signo**	**P**	**Factor afectado**	**Manejo de residuos**
Índice de incidencia	**0.48**	**Significancia**	**No significativo**		
Actividades generadoras del impacto por etapa y obra					
Preparación	**Construcción**	**Operación y mantenimiento**	**Abandono**		
-	- Separación y almacenamiento temporal de residuos. - Manejo temporal de residuos	- Manejo de residuos sólidos. - Mantenimiento de la vivienda y áreas verdes.	- Clasificación y retiro total de residuos generados durante el desmantelamiento.		
Descripción del impacto	La correcta separación, almacenamiento temporal y disposición final de los residuos generados permitirá prevenir afectaciones al suelo, al agua y a la vegetación, además de mantener condiciones adecuadas de orden y limpieza durante todas las etapas del proyecto. Estas acciones contribuirán al cumplimiento de la normatividad ambiental aplicable y reducirán los riesgos asociados al manejo inadecuado de los residuos.				
Calidad ambiental del factor afectado	**Media.** La implementación de buenas prácticas para el manejo de residuos favorece la conservación de las condiciones ambientales del sitio y reduce la probabilidad de impactos secundarios sobre otros factores del medio.				
Medidas para reducir el impacto	- Implementar un programa de manejo integral de residuos durante todas las etapas del proyecto. - Identificar y separar los residuos desde su generación para facilitar su aprovechamiento o disposición. - Mantener contenedores suficientes y correctamente identificados. - Entregar los residuos únicamente a prestadores de servicio o sitios autorizados. - Capacitar al personal sobre el manejo adecuado de los residuos. - Realizar inspecciones periódicas para verificar el cumplimiento de las medidas establecidas.				

4.4.2.11. Socioeconómico

Impacto	**Aprovechamiento de infraestructura y servicios**	**Signo**	**P**	**Factor afectado**	**Socioeconómico**
Índice de incidencia	**0.48**	**Significancia**	**No significativo**		
Actividades generadoras del impacto por etapa y obra					
Preparación	**Construcción**	**Operación y mantenimiento**	**Abandono**		
-	-	- Uso y conservación de la casa habitación. - Mantenimiento de infraestructura y áreas verdes.	-		
Descripción del impacto	La construcción y conservación de la vivienda incrementarán el valor funcional y económico del predio, al incorporar infraestructura permanente compatible con el uso autorizado del suelo y mantener el inmueble en condiciones adecuadas de operación y mantenimiento.				
Calidad ambiental del factor afectado	**Media.** La mejora de las condiciones del inmueble representa un beneficio para el propietario y contribuye al aprovechamiento ordenado del predio, en concordancia con la normatividad aplicable.				
Medidas para reducir el impacto	- Mantener la infraestructura en condiciones adecuadas de funcionamiento. - Conservar las áreas verdes y la vegetación remanente. - Cumplir con la normatividad ambiental y urbana aplicable durante toda la vida útil del proyecto. - Realizar mantenimiento preventivo de las instalaciones. - Evitar modificaciones que contravengan las autorizaciones otorgadas.				

4.4.2.12. VSA/MSQ

Impacto	**Modificación de la estructura forestal**	**Signo**	**N**	**Factor afectado**	**VMC**
Índice de incidencia	**0.71**	**Significancia**		**Significativo**	

Actividades generadoras del impacto por etapa y obra			
Preparación	**Construcción**	**Operación y mantenimiento**	**Abandono**
- Trazo, marcado y delimitación. - Rescate de flora. - Desmonte y despalme. - Limpieza del terreno.	- Nivelación del terreno. - Excavación y cimentación. - Construcción del acceso. - Construcción de alberca. - Construcción de barra y terraza.	- Funcionamiento de infraestructura - Presencia de infraestructura - Mantenimiento	- Demolición - Restauración - Reforestación

Descripción del impacto	La construcción de la vivienda requerirá la remoción de una porción de la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia presente en el predio, limitada exclusivamente al área de desplante de la infraestructura. La afectación será permanente sobre la superficie ocupada por las obras; sin embargo, se conservarán áreas con vegetación natural y se implementará el Programa de Rescate de Flora para reducir la pérdida de individuos y mantener la funcionalidad ecológica del sitio.
Calidad ambiental del factor afectado	**Alta.** La vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia desempeña funciones ecológicas relevantes, como la protección del suelo, la regulación microclimática, la infiltración del agua y la provisión de hábitat para la fauna silvestre.
Medidas para reducir el impacto	- Delimitar previamente el área autorizada para el desmonte. - Ejecutar el Programa de Rescate de Flora antes del inicio de las obras. - Conservar la vegetación localizada fuera del área de desplante. - Evitar la remoción innecesaria de individuos vegetales durante la construcción. - Supervisar ambientalmente las actividades de preparación del sitio.

Impacto	**Recuperación de la estructura vegetal**	**Signo**	**P**	**Factor afectado**	**VMC**
Índice de incidencia	**0.52**	**Significancia**	**No significativo**		
Actividades generadoras del impacto por etapa y obra					
Preparación	**Construcción**	**Operación y mantenimiento**	**Abandono**		
- Rescate de flora - Delimitación de conservación	- Conservación de áreas naturales	- Mantenimiento de áreas verdes.	- Restauración del suelo. - Reforestación.		
Descripción del impacto	La revegetación de las áreas libres de construcción mediante especies nativas favorecerá la recuperación parcial de la cobertura vegetal del predio, incrementando la estabilidad del suelo, mejorando las condiciones paisajísticas y proporcionando espacios de refugio para la fauna silvestre. Aunque no sustituye completamente la vegetación original, estas acciones contribuirán al mantenimiento de la funcionalidad ecológica del sitio.				
Calidad ambiental del factor afectado	**Alta.** La conservación y recuperación de la vegetación secundaria favorecen la continuidad de los procesos ecológicos propios del ecosistema y fortalecen la resiliencia ambiental del predio.				
Medidas para reducir el impacto	- Realizar la revegetación utilizando especies nativas de la selva mediana subperennifolia. - Dar mantenimiento a las áreas revegetadas hasta asegurar el establecimiento de la vegetación. - Sustituir los ejemplares que no sobrevivan durante el periodo de mantenimiento. - Evitar el establecimiento de especies exóticas o invasoras. - Conservar permanentemente las áreas verdes del proyecto.				

4.4.3. Impactos acumulativos

En atención a lo que establece la fracción V del Artículo 13 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente se deberán identificar, evaluar y describir los impactos acumulativos, entendidos como aquellos que resultan del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente (Art. 3 Fracción VII del mismo reglamento).

El análisis de los impactos ambientales de este tipo se basó en la determinación de las desviaciones de la "línea base o cero" originadas por efectos aditivos, considerando que el proyecto no es la única fuente de cambio en la RE. Por ello fue importante identificar los cambios ocasionados en el ambiente que se están generando o que ocurrieron como resultado de otras actividades humanas en la región y que pueden tener un efecto aditivo o acumulativo sobre los mismos componentes ambientales con los que el proyecto interactúa.

En este contexto, la CONABIO aporta datos útiles sobre la problemática ambiental actual en el área del Proyecto a través de su Programa de Identificación de Regiones Prioritarias. El objetivo principal de este ejercicio es "incluir toda la heterogeneidad ecológica que prevalece dentro de un determinado espacio geográfico para, así, proteger hábitats y áreas con funciones ecológicas vitales para la biodiversidad, las cuales no hubiesen sido consideradas con otro tipo de análisis" (CONABIO 2008).

En el Capítulo 3 de la presente MIA-P, se presenta la ubicación del proyecto con respecto a las regiones prioritarias. El Proyecto no se encuentra dentro de ninguna Región Prioritaria.

Esta RTP dentro de su *Problemática Ambiental*, señala que no existe presión importante sobre los ecosistemas y las prácticas de manejo inadecuado refiere a la cacería furtiva, actividades mineras, pastoreo bovino y caprino, apertura de tierras al cultivo y bombeo de agua en pozos profundos, recolección de leña para combustible, cogollos de lechuguilla y de palma samandoca para extracción de fibra y recolección de candelilla y orégano.

Estas actividades no están relacionadas con el proyecto, por lo que la instalación y operación de un parque eólico no representa obras y actividades similares. Los impactos ambientales que pudieran ser acumulativos por el desarrollo del proyecto con las prácticas de manejo inadecuado anteriormente descritas se identifican:

- Contaminación por gases y polvos en suspensión.
- Pérdida de suelos.
- Aumento del nivel sonoro (ruido).
- Contaminación por residuos sólidos, líquidos y peligrosos en aire y agua.
- Pérdida de cobertura vegetal.

La mayoría de los impactos negativos acumulativos que serán generados por el proyecto son mitigables o prevenibles, por lo que éste aplicará diversas medidas para reducirlos al mínimo. Sin embargo, es importante resaltar que, para obtener una disminución significativa

de los impactos acumulativos, es indispensable que las autoridades de los tres niveles de gobierno establezcan de manera coordinada normas que regulen su generación, así como límites claros y medibles, que impliquen a todos los posibles generadores de dichos impactos.

Asimismo, es necesario establecer medidas de saneamiento, recuperación o restauración de los factores del medio que ya se encuentran afectados, de tal manera que el efecto acumulativo de los impactos disminuya. En este sentido, el proyecto colaborará activamente con las autoridades en programas de reforestación, limpieza de playas, cuidado de especies en riesgo o cualquier otro que tenga como objetivo la disminución de impactos acumulativos en la región donde se encuentra.

Con la finalidad de mitigar los impactos ambientales por la pérdida de suelos y cobertura vegetal, el Proyecto contempla en su PVA, al ***Subprograma de Manejo y Restauración de Suelos***, el cual será mensual durante la etapa de preparación del sitio y construcción y anual por cinco años durante la etapa de operación y mantenimiento; permitiendo tener un registro de la eficiencia de las acciones de conservación en el mejoramiento de la calidad del suelo. Este Subprograma, contempla las siguientes acciones:

- Delimitar y señalizar las áreas autorizadas para el cambio de uso de suelo.
- Realizar el rescate y reubicación de flora previo al desmonte.
- Implementar acciones de rescate y ahuyentamiento de fauna silvestre antes del inicio de las obras.
- Restringir las actividades de desmonte únicamente a la superficie autorizada.
- Supervisar permanentemente las actividades de construcción para evitar afectaciones fuera de las áreas de trabajo.
- Realizar el manejo adecuado de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos.
- Evitar derrames de combustibles, aceites y otras sustancias contaminantes.
- Dar mantenimiento periódico a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) y al humedal artificial.
- Restaurar y reforestar las áreas temporalmente afectadas durante la construcción.

4.4.4. Impactos residuales

Los impactos residuales representan el efecto inevitable y permanente del proyecto sobre el ambiente y a partir de ellos se determina el “costo ambiental” del proyecto, es decir la disminución real y permanente en calidad y/o cantidad de los bienes y servicios ambientales en la RE.

La identificación de estos impactos se llevó a cabo en función al atributo de la recuperabilidad, el cual se entiende como la capacidad de los ecosistemas de recobrar su funcionalidad ambiental. Los impactos con calificación de 3 implican efectos en el ambiente

que no le permitirán regresar a su estado original, aún con la aplicación de medidas de mitigación, por lo que se les consideró residuales. Los impactos con valores menores a 3 se consideraron recuperables siempre que se implementen las medidas de compensación y/o mitigación.

De acuerdo con los resultados del análisis de impactos ambientales, se identificaron 3 impactos residuales negativos, de los cuales 3 se calificaron como Significativos:

- Disminución de la cantidad de infiltración
- Modificación a la estructura forestal
- Pérdida de suelo

Así mismo, se identifica un impacto positivo acumulativo y significativo por la conservación de 620.45 m^2 de vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia al interior del predio.

4.4.5. Monitorear la supervivencia de los individuos reforestados y aplicar medidas correctivas cuando sea necesario. Impactos residuales

Tal y como lo establece la fracción V del Artículo 13 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente se deberán identificar, evaluar y describir los impactos residuales, entendidos como aquellos que persisten después de la implementación de medidas de mitigación (Art. 3 Fracción X del mismo reglamento).

Dichos impactos representan el efecto inevitable y permanente del proyecto sobre el ambiente y a partir de ellos se determina el "costo ambiental" del proyecto, es decir la disminución real y permanente en calidad y/o cantidad de los bienes y servicios ambientales en la RE.

La identificación de estos impactos se llevó a cabo en función al atributo de la recuperabilidad, el cual se entiende como la capacidad de los ecosistemas de recobrar su funcionalidad ambiental. Los impactos con calificación de 3 implican efectos en el ambiente que no le permitirán regresar a su estado original, aún con la aplicación de medidas de mitigación, por lo que se les consideró residuales. Los impactos con valores menores a 3 se consideraron recuperables siempre que se implementen las medidas de compensación y/o mitigación.

De acuerdo con los resultados del análisis de impactos ambientales, se identificaron 8 impactos residuales negativos, de los cuales ninguno califica como significativos:

- Pérdida de suelos
- Cambio de la estructura y textura
- Modificación paisajística
- Disminución de la infiltración
- Pérdida de cobertura vegeta

- Cambios en la composición y estructura florística
- Disminución de hábitat
- Desplazamiento y/o pérdida de individuos

4.4.6. Impactos despreciables

Con base en los resultados obtenidos mediante las listas de chequeo, la matriz de identificación y evaluación de impactos ambientales, así como en las características particulares del proyecto, se identificaron tres impactos ambientales clasificados como despreciables debido a su baja magnitud, limitada extensión espacial, corta duración y a la implementación de medidas preventivas y de mitigación.

Los impactos identificados son los siguientes:

- **Generación de aguas residuales domésticas.** Este impacto se considera despreciable debido a que las aguas residuales generadas durante la operación de la vivienda serán manejadas mediante un sistema sanitario diseñado conforme a la normatividad aplicable, evitando descargas directas al suelo o al acuífero y minimizando el riesgo de contaminación ambiental.

- **Consumo de agua.** El consumo de agua asociado a la operación de la vivienda será reducido y acorde con las necesidades de una casa habitación unifamiliar. Asimismo, la implementación de accesorios hidráulicos de bajo consumo y el uso eficiente del recurso contribuirán a disminuir la demanda sobre la fuente de abastecimiento.

- **Conservación temporal de ejemplares rescatados.** Como parte del Programa de Rescate de Flora, los ejemplares susceptibles de conservación permanecerán temporalmente en condiciones adecuadas antes de su reubicación definitiva, favoreciendo su supervivencia y reduciendo la pérdida de individuos durante las actividades de preparación del sitio.

- **Reubicación de ejemplares hacia sitios seguros.** La aplicación del Programa de Rescate y Reubicación de Fauna permitirá trasladar los organismos presentes en el área de desplante hacia zonas con características ambientales similares, disminuyendo el riesgo de afectación directa durante la ejecución de las obras y favoreciendo la conservación de las poblaciones locales.

Impactos positivos

Como resultado del desarrollo del proyecto se identifican diversos impactos ambientales positivos, derivados principalmente de la incorporación de medidas de prevención, mitigación y conservación ambiental durante las diferentes etapas del proyecto.
Entre los principales impactos positivos se encuentran los siguientes:

- Rescate y reubicación de ejemplares de flora previo al inicio de las actividades de desmonte, priorizando la conservación de individuos susceptibles de trasplante.
- Rescate, ahuyentamiento y reubicación de fauna silvestre presente en el área de desplante, reduciendo el riesgo de afectación directa sobre los organismos.

- Conservación de la vegetación existente fuera del área estrictamente necesaria para la construcción de la vivienda, manteniendo parte de la funcionalidad ecológica del predio.
- Revegetación y jardinería con especies nativas al término de las obras, favoreciendo la recuperación parcial de la cobertura vegetal y la integración paisajística del proyecto.
- Conservación de áreas permeables que favorecen la infiltración natural del agua y contribuyen a la recarga del acuífero característico del sistema kárstico de la región.
- Implementación de un manejo adecuado de los residuos sólidos y de construcción, reduciendo el riesgo de contaminación del suelo y de los recursos naturales.
- Restauración de las áreas temporalmente intervenidas durante la construcción y mantenimiento permanente de las áreas verdes durante la operación del proyecto.
- Generación de empleos directos e indirectos durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento y, en su caso, abandono del proyecto.
- Contribución al aprovechamiento ordenado del predio mediante el desarrollo de una vivienda unifamiliar compatible con el uso de suelo y con los criterios ambientales establecidos para la zona.

4.5. CONCLUSIÓN

A través de técnicas convencionales de identificación de impactos ambientales y el juicio de expertos a lo largo del presente capítulo fue posible identificar, evaluar y describir los impactos ambientales potenciales que pudieran generarse por el desarrollo del proyecto en caso de resultar autorizado. De este modo se concluye que el proyecto cumple con lo establecido en el artículo 35 de la LGEEPA, en términos de que los posibles efectos de las actividades del proyecto no pondrán en riesgo la estructura y función de los ecosistemas descritos en el predio y la Region Ecológica (RE). En resumen, el proyecto no generará impactos ambientales que produzcan desequilibrios ecológicos que afecten: a) la existencia y desarrollo del hombre y demás seres vivos, b) la integridad y continuidad de los ecosistemas presentes en el predio y la REy c) los bienes y servicios ambientales que los ecosistemas prestan en el predio y la RE; y que por lo tanto es procedente.

En este capítulo se presentan las medidas necesarias para prevenir, mitigar o compensar, según sea el caso, los impactos ambientales esperados en cada una de las etapas de implementación del proyecto. Estas medidas se integran de manera precisa y coherente en el marco de un Sistema de Supervisión Ambiental específico para el proyecto, cuya ejecución disminuye el impacto ambiental del mismo y evita causar desequilibrios ecológicos que afecten la continuidad de los procesos naturales de la RE evaluada.

4.6. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES, DEL SISTEMA AMBIENTAL

4.6.1. Introducción

El artículo 30 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) establece que:
“Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá

contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente."

En este sentido, y en cumplimiento con el artículo antes mencionado, en el Capítulo 4 de esta MIA-P se identificaron, evaluaron y describieron los posibles efectos en los ecosistemas (impactos ambientales) que potencialmente podría ocasionar el Proyecto en su zona de influencia. Con base en este análisis se determinó la necesidad de definir medidas y estrategias integrales de manejo que permitan la prevención, mitigación o compensación de los impactos ambientales que pudieran generarse.

Se trabajó juntamente con la persona promovente del Proyecto a partir de un planteamiento ecosistémico y con una visión metodológica integral que dio como resultado el Programa de Vigilancia Ambiental del Proyecto BACALAR LAGOON CLUB (PVA), el cual se propone y somete a la consideración de la autoridad y que se describe en este capítulo, como un compromiso formal en la búsqueda de una implementación y desarrollo sustentable del Proyecto.

El Programa de Vigilancia Ambiental (PVA), es un instrumento operativo formado por un conjunto de estrategias de reducción y manejo de los impactos identificados en el Capítulo 4 y de las medidas identificadas en el Capítulo 4, y se prevén las rutas a seguir en caso de que se presente algún impacto que no haya sido identificado en este estudio. Los objetivos generales del PVA del Proyecto son los siguientes:

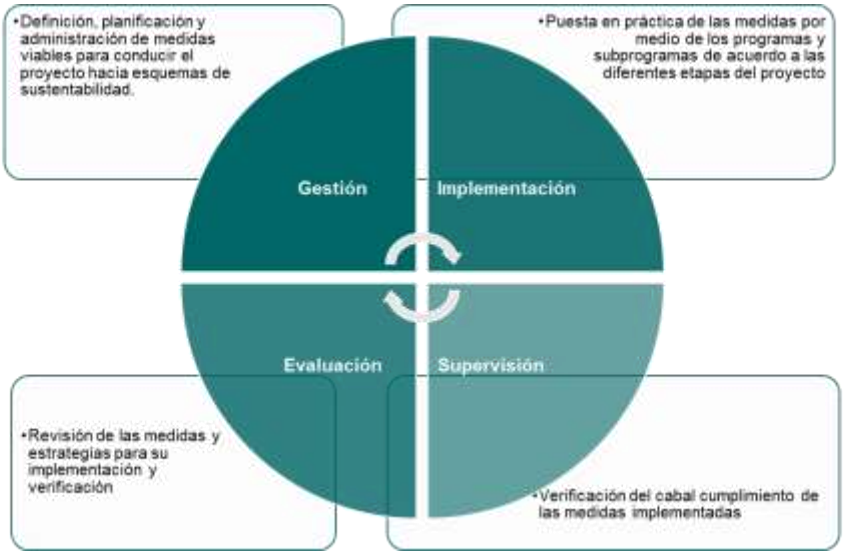
- Construir y operar las bases de un desarrollo turístico y residencial responsable, comprometido legal y socialmente, a través de un plan maestro que asegure el cumplimiento de las diferentes disposiciones ambientales y uso sostenible de los ecosistemas, así como de los servicios ambientales involucrados.
- Verificar y garantizar el cumplimiento de la legislación y la normatividad ambiental federal y estatal aplicable al proyecto a través de parámetros claros y sencillos y por medio de la vigilancia permanente.
- Analizar, actualizar y mejorar continuamente las medidas de manejo, mitigación y compensación de impactos ambientales debidos al Proyecto.
- Reducir el impacto del proyecto en el predio y la RE sin comprometer su viabilidad económica o social. a través de la implementación y mejora continua de las medidas que conforman el Sistema.

4.6.2. Programa de vigilancia Ambiental (PVA)

La estructura del PVA permite mitigar, compensar o reducir al mínimo los impactos ambientales sobre los diversos factores del medio identificados, considerando siempre la temporalidad de cada una de las etapas del proyecto. Lo anterior permite que las medidas del PVA se adapten a las condiciones cambiantes tanto del Proyecto como del medio en el que se inserta, ya sea en términos naturales, jurídicos o socioeconómicos. Por lo anterior, cada una de las medidas propuestas atraviesa por cuatro fases: primero la gestión, en donde se define; después la implementación, cuando se pone en práctica; posteriormente la supervisión, cuando se verifica su cumplimiento y por último la evaluación, donde se determina si es necesario modificarla para hacerla más efectiva y cómo (Figura 4.15).

Asimismo, el diseño, aplicación y revisión de las medidas propuestas en este Sistema siguen un orden lógico que permite corregir errores y eliminar problemas no previstos con base en los resultados obtenidos y su evaluación periódica.

Figura 4. 15. Fases por las que atraviesan las medidas propuestas por el PVA.



4.6.2.1. Estructura del PVA

El PVA del proyecto funciona a partir de "programas", definidos como series ordenadas de acciones, dirigidas al cumplimiento de uno o varios objetivos generales enfocados en una problemática particular. Cada programa a su vez engloba otras series de acciones denominadas "subprogramas" dirigidas hacia el cumplimiento de objetivos específicos dentro de la problemática abordada por el Programa correspondiente.
El PVA se divide en 7 Programas y 15 Subprogramas que engloban las diferentes medidas a aplicar en cada etapa del Proyecto, las cuales se interrelacionan para formar una red de acciones en pro de la sustentabilidad (Tabla 4.14).

Tabla 4. 14. Programas y Subprogramas que conforman el PVA del proyecto y su relación entre sí.

PROGRAMAS	CLAVE	SUBPROGRAMAS	CLAVE
Gestión Ambiental	PGA	Supervisión y Auditorias Ambientales	SSA
Manejo Integral de la Vegetación	PMV	Manejo de Áreas de Conservación	SMAC
		Rescate de Vegetación	SRV
		Reforestación y Restauración Ecológica	SRyR
Manejo Integral de la Fauna	PMF	Manejo y Rescate de Fauna	SMRF
		Control de Fauna Nociva	SCFN
Manejo Integral de Residuos	PMIR	Manejo Integral de Residuos Líquidos	SMIRI
		Manejo Integral de Residuos Sólidos	SMIRS
		Manejo Integral de Residuos Peligrosos y de Manejo Especial	SMIRS
Monitoreo Ambiental	PMA	Monitoreo de Vegetación	SMV
		Monitoreo de la Fauna	SMF
Difusión Ambiental	PDA	Información y Educación Ambiental	SIEA
		Imagen Ambiental y Señalamientos	SIAS
Atención a Contingencias Ambientales	PACA	Salud y Seguridad	SSS
		Prevención y Manejo de Contingencias	SPMC

El eje rector principal del PVA es la legislación ambiental desde todos los niveles de gobierno, incluyendo todas las leyes, reglamentos y normas aplicables al Proyecto. Cada programa y subprograma está diseñado de tal forma que cumpla con lo dispuesto con los criterios de la UGA Tu-7 “Turismo hotelero intensivo” del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región de Laguna de Bacalar (POET Laguna Bacalar) y las leyes, reglamentos y Normas Oficiales Mexicanas aplicables.

Tabla 4. 15. Normas Oficiales Mexicanas aplicables al Proyecto, y su relación con los diferentes Programas del PVA.

Norma Oficial Mexicana	Objetivo	PROGRAMAS						
Agua		**PGA**	**PMIR**	**PMF**	**PMIR**	**PMA**	**PACA**	**PDA**
NOM-001-SEMARNAT-1996	Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.	x	x			x		x
NOM-002-SEMARNAT-1996	Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano y municipal.					x		x
NOM-003-SEMARNAT-1997	Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se rehúsen en servicios al público.	x	x			x		x
NOM-003-CONAGUA-1996	Que establece los requisitos durante la construcción de pozos de extracción de agua para prevenir contaminación de acuíferos.	x	x					x
NOM-004-CONAGUA-1996	Que establece los requisitos para la protección de acuíferos durante el mantenimiento y rehabilitación de pozos de extracción de agua y para el cierre de pozos en general.	x	x					x
NOM-011-CONAGUA-2000	Que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales.	x						x
NOM-127-SSA1-1994	Que establece los límites permisibles de calidad y tratamiento a que debe someterse el agua para su potabilización, saluda ambiental, agua para uso y consumo humano.							x
Emisiones a la atmósfera		PGA	PMIR	PMF	PMIR	PMA	PACA	PDA
NOM-004-SEMARNAT-2002	Que establece las especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final.	x	x					

Norma Oficial Mexicana	Objetivo	PROGRAMAS						
NOM-041-SEMARNAT-2015	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.	x						
NOM-044-SEMARNAT-1993	Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas suspendidas totales y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diésel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kg.	x						
NOM-045-SEMARNAT-1996	Que establece los niveles máximos de opacidad de humo provenientes del escape de vehículos automotores en circulación que usan Diesel como combustible.	x						
NOM-050-SEMARNAT-1993	Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos.	x						
Residuos peligrosos, sólidos urbanos y de manejo especial		PGA	PMIR	PMF	PMIR	PMA	PACA	PDA
NOM-052-SEMARNAT-2005	Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos	x	x				x	
NOM-054-SEMARNAT-1993	Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la norma oficial mexicana nom-052-semarnat-1993.	x	x				x	
nom-138-semarnat/ss-2003	Que establece los límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación.	x	x				x	
NOM-061-SEMARNAT-2011	Que establece los criterios para clasificar los residuos de manejo especial y determinar cuáles están sujetos a plan de manejo: el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de planes de manejo.	x	x				x	

Norma Oficial Mexicana	Objetivo	PROGRAMAS						
Flora y fauna		PGA	PMIR	PMF	PMIR	PMA	PACA	PDA
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.	x		x	x			
NOM-162-SEMARNAT-2012	Que establece las especificaciones para la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las tortugas marinas en su hábitat de anidación.	x		x	x			
Ruido		PGA	PMIR	PMF	PMIR	PMA	PACA	PDA
NOM-080-SEMARNAT-1994	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.	x						
NOM-081-SEMARNAT-1994	Límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.	x						
Seguridad e higiene laboral		PGA	PMIR	PMF	PMIR	PMA	PACA	PDA
NOM-012-SSA1-1993	Que establece los requisitos sanitarios que deben cumplir los sistemas de abastecimiento de agua para uso y consumo humano públicos y privados.	x	x			x	x	x
NOM-001-STPS-1999	Que establece las condiciones de seguridad e higiene en edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo.	x					x	
NOM-002-STPS-2000	Que establece las condiciones de seguridad prevención, protección, protección y combate de incendios en los centros de trabajo.	x					x	
NOM-010-STPS-1999	Que establece las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se manejen, transporten, procesen o almacenen sustancias químicas capaces de generar contaminación en el medio ambiente laboral.	x	x				x	
NOM-017-STPS-2001	Que establece las características del equipo de protección personal para los trabajadores en los centros de trabajo.	x					x	
NOM-019-STPS-1993	Sobre la constitución y funcionamiento de las comisiones de seguridad e higiene en los centros de trabajo.	x					x	

Norma Oficial Mexicana	Objetivo	PROGRAMAS						
NOM-025-STPS-2008	Sobre las condiciones de iluminación en los centros de trabajo	x						
NOM-026-STPS-1998	Sobre los colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías	x					x	
NOM-022 STPS-1999	sobre las condiciones de seguridad e higiene relativas a la electricidad estática en los centros de trabajo	x					x	
NOM-003-SEGOB-2002	Sobre las señales y avisos para Protección Civil. colores, formas y símbolos a utilizar.	x		x			x	
NOM-001-SEDE-2005	Sobre la utilización de instalaciones eléctricas	x						
NOM-063-SCFI-2001	Sobre los requisitos de seguridad para los productos eléctricos conductores	x					x	
NOM-003-SCFI-2000	Sobre las especificaciones de seguridad para los productos eléctricos	x					x	
NOM-064-SCFI-2000	Que establece las especificaciones de seguridad y métodos de prueba de los productos eléctricos luminarias para uso en interiores y exteriores.	x					x	

4.6.2.2. Acciones a realizar a través del PVA y su relación con los impactos identificados

El proyecto contempla el desarrollo de lotes, obras y actividades posibles de acuerdo con los instrumentos de ordenamiento aplicables y se considere que estas se apegan a los parámetros urbanos de aprovechamiento permitido.
Mediante la implementación de las acciones del PVA se pretende prevenir, mitigar o compensar los impactos identificados en el capítulo 4 de esta MIA-P, así como cualquier otro que pudiera ocurrir durante el desarrollo del proyecto. Para identificar el tipo de acción de que se trate de han empleado los siguientes criterios de clasificación:
De prevención (P): acción que pretenden evitar efectos previsibles de deterioro ambiental
De mitigación (M): acción que pretende atenuar los impactos ambientales.
De compensación (C): acción que pretende igualar en sentido positivo los efectos negativos producidos al ambiente por el desarrollo del Proyecto.
Asimismo, las acciones se clasificaron de acuerdo a su incidencia sobre los impactos identificados de la siguiente manera:
Directa (D): acción que pretende prevenir o mitigar un impacto identificado en el lugar y el momento en que se podría producir; por ejemplo, disminución en el consumo de energía en un periodo dado, o contención de derrames de residuos peligrosos por medio de canaletas.
Indirecta (I): acción que pretende prevenir o mitigar impactos, identificados o no, en un lugar y/o momento distinto al lugar y/o momento en que podrían ser generados, o compensar un impacto en un lugar diferente al afectado; por ejemplo, impartición de pláticas de educación ambiental para inducir cambios en la actitud de los empleados hacia la fauna silvestre.

En la Tabla 4.16. se observan los impactos esperados por el desarrollo de obras y actividades en los lotes y las acciones correspondientes del PVA.

Capítulo I, Artículo 3º, Fracción XIII del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de evaluación de impacto ambiental.
Capítulo I, Artículo 3º, Fracción XIV del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de evaluación de impacto ambiental.

Tabla 4. 16. Medidas de prevención (p) y mitigación(m) que aplicará el Proyecto Criterios Ambientales contemplados por los Programas y Subprogramas del PVA (Etapa: Preparación= P; Construcción= C; Operación= O).

Programa	Subprograma	Medida	Impactos	Etapa			Tipo	Parámetro o indicador para su cuantificación
				P	C	O		
PGA	SSA	1. Implementación de buenas prácticas para la conservación de flora y fauna, el manejo integral de residuos, el manejo responsable de los recursos agua y energía y el uso de tecnologías eficientes	• Contaminación del aire • Contaminación del suelo • Pérdida de individuos de flora • Pérdida de individuos de fauna • Pérdida de cobertura vegetal	x	x		m	No. de prácticas aplicadas
		2. Supervisar del cumplimiento de las obligaciones ambientales por parte de todos los involucrados en el desarrollo del proyecto	• Contaminación del aire • Contaminación del suelo • Pérdida de individuos de flora • Pérdida de individuos de fauna • Pérdida de cobertura vegetal	x	x		m	No. de días registrados en bitácora
		3. Supervisar el cumplimiento y/o ejecución de las obligaciones ambientales de cada uno de los actores en las etapas de preparación y construcción.	• Contaminación del aire • Contaminación del suelo • Pérdida de individuos de flora • Pérdida de individuos de fauna • Pérdida de cobertura vegetal	x	x		m	No. de días registrados en bitácora
		4. Verificar que las acciones y medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos ambientales identificados establecidas en el PVA se cumplan en tiempo y forma.	• Contaminación del aire • Contaminación del suelo • Pérdida de individuos de flora • Pérdida de individuos de fauna • Pérdida de cobertura vegetal	x	x		m	No. de días registrados en bitácora
		5. Verificar que los cambios de uso de suelo se den de acuerdo al programa de obra comprometido por el proyecto y a los parámetros de modificación y aprovechamiento autorizados.	• Contaminación del aire • Contaminación del suelo • Pérdida de individuos de flora • Pérdida de individuos de fauna • Pérdida de cobertura vegetal	x	x		m	No. de días registrados en bitácora
PMIV	SMAC	6. Delimitación física de las áreas de conservación del proyecto	• Pérdida de individuos de flora • Pérdida de individuos de fauna • Pérdida de cobertura vegetal	x	x		p	Registro en bitácora
		7. Control de especies nocivas y erradicación de especies exóticas invasoras	• Pérdida de individuos de flora • Pérdida de individuos de fauna • Pérdida de cobertura vegetal	x	x		p	Registro en bitácora

Programa	Subprograma	Medida	Impactos	Etapa			Tipo	Parámetro o indicador para su cuantificación
				P	C	O		
		8. Uso exclusivo de individuos vegetales nativos, para la reforestación de las áreas de conservación del proyecto, cuya procedencia sea producto del rescate de vegetación del proyecto o de viveros debidamente certificados por las autoridades ambientales correspondientes, de tal forma que quede verificada su legal procedencia.	• Pérdida de individuos de flora • Pérdida de individuos de fauna • Pérdida de cobertura vegetal	x	x		p	Registro en bitácora
		9. Uso restringido de agroquímicos para las labores de mantenimiento de las áreas verdes y de reforestación del proyecto, a los autorizados por la CICOPLAFEST solo en caso necesario.	• Pérdida de individuos de flora • Pérdida de cobertura vegetal	x	x	x	p	Registro en bitácora
		10. Colocación de señalamientos	• Todos los impactos identificados en el capítulo V de la presente MIA-P	x	x	x	p	No. de señalamientos colocados
	SRV	11. Rescate de ejemplares de plantas en las áreas de aprovechamiento del proyecto	• Pérdida de individuos de flora • Pérdida de cobertura vegetal	x			m	No. de plantas por especie rescatadas
		12. Habilitación del vivero del proyecto	• Pérdida de individuos de flora • Pérdida de cobertura vegetal	x	x		p	Ubicación del vivero
		13. Selección de una paleta vegetal o catálogo de especies para las labores de ajardinado de las áreas verdes, conformado por especies nativas y propias de los ecosistemas de la zona donde se ubica el proyecto al menos en un 75%.	• Pérdida de individuos de flora • Pérdida de cobertura vegetal	x			m	No. de plantas por especie rescatadas
		14. Uso restringido de agroquímicos para las labores de mantenimiento de las áreas de conservación y jardines del Proyecto, a los autorizados por la CICOPLAFEST solo en caso necesario.	• Pérdida de individuos de flora • Pérdida de cobertura vegetal	x	x		m	Registro en bitácora del agroquímico utilizado

Programa	Subprograma	Medida	Impactos	Etapa			Tipo	Parámetro o indicador para su cuantificación
				P	C	O		
		15. Registro de individuos rescatados y su seguimiento	• Pérdida de individuos de flora • Pérdida de cobertura vegetal	x	x		m	No. de ind. por especie rescatados No. de ind. Trasplantados correctamente
	SRyRE	16. Determinación en campo de las condiciones particulares de las áreas que requieren ser mejoradas y determinación de la estrategia a implementar para ello.	• Pérdida de individuos de flora • Pérdida de cobertura vegetal	x	x		m	Registro en bitácora
		17. Implementación de la estrategia de reforestación/mejoramiento designado para cada área según su condición particular.	• Pérdida de individuos de flora • Pérdida de cobertura vegetal • Pérdida de suelo	x	x		m	Registro en bitácora
		18. Uso exclusivo de individuos que procedan de las labores de rescate de vegetación del predio o de viveros debidamente certificados por las autoridades ambientales correspondientes, para llevar a cabo las labores de reforestación y ajardinado del proyecto, de tal forma que quede verificada su legal procedencia.	• Pérdida de individuos de flora • Pérdida de cobertura vegetal • Pérdida de suelo	x	x		m	Registro en bitácora Monitoreo trimestral de los ejemplares reubicados No. de ind. por especie rescatados No. de indo. Trasplantados correctamente
		19. Uso restringido de agroquímicos para las labores de mantenimiento de las áreas verdes del Proyecto, a los autorizados por la CICOPLAFEST y solo en caso necesario.	• Pérdida de individuos de flora • Pérdida de cobertura vegetal	x	x	x	p	Registro en bitácora del agroquímico utilizado
		20. Colaboración con las autoridades en actividades de reforestación	• Pérdida de individuos de flora • Pérdida de cobertura vegetal	x	x		m	Registro en bitácora
PMIF	SMRF	21. Rescate de los individuos de fauna que lo requieran dentro del área de aprovechamiento del proyecto y su traslado a las áreas de conservación dentro del Proyecto.	• Pérdida de individuos de fauna	x	x		m	No. de ind. por especie rescatados
	SCFN	22. Implementación de medidas de control de fauna nociva que representen riesgos para la fauna nativa y para la salud humana	• Pérdida de individuos de fauna • Contaminación del agua • Contaminación del suelo	x	x		p	No. de ind. por especie rescatados

Programa	Subprograma	Medida	Impactos	Etapa			Tipo	Parámetro o indicador para su cuantificación
				P	C	O		
		23. El manejo y control de mosquitos y otros insectos se realizará por medio de técnicas de bajo impacto ambiental.	• Contaminación del agua • Contaminación del suelo	x	x		p	
		24. Control de fauna feral en el predio del proyecto	• Pérdida de individuos de fauna	x	x		p	Registro en bitácora
		25. Control de fauna nociva con métodos de bajo impacto ambiental	• Pérdida de individuos de fauna	x	x		p	
PMIR	SMIRL	26. Colocar sanitarios portátiles a razón de uno por cada 10 trabajadores	• Contaminación del agua • Contaminación del suelo • Contaminación del aire	x	x		p	No. de sanitarios portátiles
		27. Supervisar que los sanitarios portátiles se encuentren en buen estado y que las aguas residuales sean colectadas por una empresa acreditada para su manejo y disposición final en donde indique la autoridad competente.	• Contaminación del agua • Contaminación del suelo • Contaminación del aire	x	x		p	No. de visitas por periodo para limpieza y mantenimiento de sanitarios
		28. Colocar contenedores para residuos sólidos apropiados a cada tipo de residuo en diversas áreas del proyecto cercanas a los frentes de trabajo.	• Contaminación del agua • Contaminación del suelo • Contaminación del aire	x	x		p	Fotografía y registro en bitácora
		29. Supervisar el uso de agroquímicos biodegradables y de baja toxicidad autorizados por la CICOPLAFEST en las áreas ajardinadas del proyecto	• Contaminación del agua • Contaminación del suelo • Contaminación del aire	x	x		p	Fotografía y registro en bitácora
		30. **C**ontar con un almacén adecuado para el acopio temporal de combustibles o líquidos peligrosos	• Contaminación del agua • Contaminación del suelo • Contaminación del aire	x	x		p	Ubicación temporal de los de los sitios de almacenamiento temporal
	SMIRS	31. Acopiar los residuos sólidos no peligrosos de forma separada de acuerdo con sus características y clasificarlos en orgánicos, inorgánicos no reciclables, papel y cartón, vidrio, PET, aluminio, etc.	• Contaminación del agua • Contaminación del suelo • Contaminación del aire	x	x		m	Peso o volumen por tipo de residuos generados por periodo

Programa	Subprograma	Medida	Impactos	Etapa			Tipo	Parámetro o indicador para su cuantificación
				P	C	O		
		32. Entregar los residuos sólidos reciclables a empresas debidamente autorizadas para su traslado a lugares donde se procesen debidamente	• Contaminación del agua • Contaminación del suelo • Contaminación del aire	x	x	x	p	Recibos generados por las empresas que reciben los residuos
		33. Los residuos inorgánicos reciclables deberán acopiarse limpios compactados y secos por separado de acuerdo a su tipo, para su recolección por la compañía autorizada que los trasladará a los centros de acopio o reciclaje cercanas a los frentes de trabajo.	• Contaminación del agua • Contaminación del suelo • Contaminación del aire	x	x		m	Peso o volumen por tipo de residuos generados por periodo
		34. Acopiar los residuos sólidos no peligrosos de forma separada de acuerdo con sus características y clasificarlos en orgánicos, inorgánicos no reciclables, papel y cartón, vidrio, PET, aluminio, etc.	• Contaminación del agua • Contaminación del suelo • Contaminación del aire	x	x		m	Colocación de la señalización distribuida dentro del predio, colocada sobre las vialidades y áreas comunes
		35. Entregar los residuos sólidos reciclables a empresas debidamente autorizadas para su traslado a lugares donde se procesen debidamente.	• Contaminación del agua • Contaminación del suelo • Contaminación del aire	x	x		p	Recibos generados por las empresas que reciben los residuos
		36. Los residuos inorgánicos reciclables deberán acopiarse limpios compactados y secos por separado de acuerdo a su tipo, para su recolección por la compañía autorizada que los trasladará a los centros de acopio o reciclaje cercanas a los frentes de trabajo.	• Contaminación del agua • Contaminación del suelo • Contaminación del aire	x	x		p	Peso o volumen por tipo de residuos generados por periodo
		37. Los residuos de origen vegetal producto de las labores de desmonte y despalme, se acopiarán en un área designada para ello y se convertirá en Mulch para ser integrada a las áreas ajardinadas como decoración	• Contaminación del agua • Contaminación del suelo • Contaminación del aire	x	x		p	Peso o volumen por tipo de residuos generados por periodo
		38. Colocar señalizaciones que indiquen los procedimientos y áreas adecuadas para la separación de residuos	• Contaminación del agua • Contaminación del suelo • Contaminación del aire	x	x		p	Ubicación de la señalización distribuida dentro del predio, colocada sobre las vialidades y áreas comunes

Programa	Subprograma	Medida	Impactos	Etapa			Tipo	Parámetro o indicador para su cuantificación
				P	C	O		
		39. Implementación de puntos limpios	• Contaminación del agua • Contaminación del suelo • Contaminación del aire	x	x		p	Ubicación temporal de los puntos limpios para la limpieza de ollas de construcción y maniobras
	SMIRP	40. En caso de utilizarse residuos peligrosos dentro del proyecto en sus etapas de preparación y construcción, disponer de los residuos peligrosos de forma separada en contenedores adecuados, debidamente rotulados y tapados.	• Contaminación del agua • Contaminación del suelo • Contaminación del aire	x	x		p	No. de contenedores por tipo
		41. Verificar que el transporte y disposición de los residuos peligrosos sea realizado por empresas acreditadas	• Contaminación del agua • Contaminación del suelo • Contaminación del aire	x	x		p	Recibos generados por las empresas de transporte
		42. Embalaje y etiquetado adecuado de los contenedores de residuos peligrosos previo a su almacenamiento y registro en bitácora	• Contaminación del agua • Contaminación del suelo • Contaminación del aire	x	x		p	Registro en bitácora
PMA	SMV	43. Establecer puntos de muestreo en las áreas de conservación del proyecto para el registro periódico de sus condiciones desde antes de iniciar la etapa de preparación del proyecto y durante el resto del tiempo de su desarrollo.	• Pérdida de cobertura vegetal • Pérdida de individuos de flora • Pérdida de individuos de fauna • Contaminación del suelo	x	x		p	No. de puntos de muestreo, no. de registros al año
		44. Se realizará el monitoreo trimestral de ejemplares que cuenten con un diámetro normal (1.30 del suelo) igual o mayor a 40 cm que fueron reubicados a las áreas de conservación con la finalidad de verificar su supervivencia.	• Pérdida de cobertura vegetal • Pérdida de individuos de flora	x	x		p	Registro en bitácora del estado de los individuos reubicados
	SMF	45. Muestreo periódico de fauna dentro del predio del proyecto durante las etapas de preparación y construcción	• Pérdida de individuos de fauna • Contaminación del agua • Contaminación del suelo	x	x		p	No. de ind. por especie rescatados
PDA	SIEA	46. Realizar talleres de capacitación en materia de conservación dirigidos a los trabajadores del proyecto	• Todos los impactos identificados en el capítulo IV de la presente MIA-P.	x	x		p	No. de talleres impartidos por año

Programa	Subprograma	Medida	Impactos	Etapa			Tipo	Parámetro o indicador para su cuantificación
				P	C	O		
		47. Implementar campañas para promover la sensibilización de la población local sobre la importancia de la conservación de los ecosistemas que se desarrolla en la región	• Todos los impactos identificados en el capítulo IV de la presente MIA-P.	x	x	x	p	No. de campañas implementadas por año
	SIAS	48. Colocar carteles de contenido ambiental en los frentes de trabajo, las vialidades, las áreas de esparcimiento y demás zonas donde se concentre la población	• Todos los impactos identificados en el capítulo IV de la presente MIA-P.	x	x	x	p	No. de carteles colocados
		49. Implementación de ecotecnologías	• Contaminación del agua • Contaminación del suelo	x	x	x	m	Bitácora
PACA	SSS	50. Contar con un área específica para primeros auxilios en las áreas públicas	• Mejoramiento de la calidad de vida	x	x		p	Bitácora
		51. Contar con un manual de procedimientos en caso de contingencias ambientales que incluya las estrategias a seguir en caso de huracanes e incendios de manera que se prevengan accidentes en términos ambientales, de salud y de seguridad social	• Todos los impactos identificados en el capítulo IV de la presente MIA-P.	x	x	x	p	Copia del Manual
	SPMC	52. Facilitar a los usuarios de las instalaciones del proyecto, el material gráfico, fotográfico y audiovisual adecuado para informarlos sobre la conservación de los ecosistemas de la región	• Todos los impactos identificados en el capítulo IV de la presente MIA-P.		x	x	p	No. de personas que leyeron el material

Programa	Acción	Factor	V M	Flora y Fauna	Atmosfera		Agua	Suelo			Impactos totales/medida	Etapas		
		Impacto	pérdida de cobertura	pérdida de individuos	contaminación por ruido	contaminación por gases y polvos	contaminación	Contaminación	Pérdida de suelo	Compactación		P	C	O/M
PMIV	1	Delimitación física de las áreas de trabajo	M						M	M	3	X	X	
PMIV	2	Colocación de señalamientos de tipo informativo y restrictivo sobre las medidas de protección al ambiente implementadas en el proyecto	M	M					M	M	2	X	X	
PMIV	3	Determinación en campo de las condiciones particulares de las áreas verdes del predio	M	M							2	X	X	
PMIV	4	Selección de una paleta vegetal o catálogo de especies para las labores de mejoramiento de las áreas verdes existentes, conformado por especies nativas y propias de los ecosistemas de la zona donde se ubica el proyecto al menos en un 75%.	M	M							2		X	
PMIV	5	Habilitación y operación de vivero		M							1		X	
PMIV	6	Rescate de flora	M	M					M	M	4	X	X	
PMIV	7	Propagación de los ejemplares que no podrán ser trasplantados encontrados en las áreas de aprovechamiento del proyecto.	P	P							2	X	X	
PMIV	8	Mantenimiento y propagación de ejemplares de especies nativas en el vivero del proyecto	C	C							2	X	X	
PMIV	9	Muestreo periódico de la vegetación en las áreas verdes	P	P							2	X	X	
PMIF	10	Rescate de fauna		M							1	X	X	
PMIF	11	Habilitación de un sitio de confinamiento y asistencia temporal de individuos de fauna vulnerables		M							1	X	X	
PMIF	12	Colocación de señalamientos de conservación de la fauna.		P	P						2	X	X	X
PMIF	13	Definición del procedimiento a seguir para el manejo de especies peligrosas en las instalaciones del proyecto.	P	P							2	X	X	
PMIF	14	Monitoreo de la fauna en las áreas verdes	C	C							2	X	X	
PMIR	15	Separación de residuos en inorgánicos reciclables, inorgánicos no reciclables y orgánicos				P	P	P			3	X	X	
PMIR	16	Se deberán colocar contenedores para residuos sólidos apropiados para cada tipo de residuo en diversas áreas del proyecto cercanas a los frentes de trabajo.				P					1	X	X	
PMIR	17	Los residuos inorgánicos reciclables deberán acopiarse por separado de acuerdo a su tipo, limpios y compactados para su recolección por la compañía autorizada que los trasladará a los centros de acopio o reciclaje.					P	P			2	X	X	
PMIR	18	Acopio de residuos en instalaciones que cumplen con los requerimientos de las autoridades competentes				P	P	P			3		X	
PMIR	19	Almacenamiento temporal de residuos orgánicos en lugares a apropiados				P	P	P			3	X	X	
PMIR	20	Colocación de sanitarios portátiles				P	P	P			3	X	X	
PMIR	21	Mantenimiento y limpieza adecuados de los sanitarios portátiles				P	P	P			3	X	X	
PMIR	22	Colocación de contenedores especiales para el acopio de residuos líquidos no peligrosos generados por los trabajadores, en áreas cercanas a los frentes de trabajo.					P				1	X	X	
PMIR	23	Uso de productos químicos biodegradables					P				1	X	X	
PMIR	24	Almacenamiento temporal de aceites comestibles generados					P	P			2	X	X	
PMIR	25	Confinamiento temporal de los residuos peligrosos en un almacén con las características requeridas por las autoridades competentes				P	P	P			3	X	X	X
PMIR	26	Establecer lineamientos claros para la disposición temporal de los residuos peligrosos de acuerdo a su tipo y para su registro en bitácora				P	P	P			3	X	X	X
PMIR	27	Embalaje y etiquetado adecuado de los contenedores con residuos peligrosos previo a su almacenamiento				P	P	P			3	X	X	
PDA	28	En atención al PMF, PMV, PMR, se implementará un plan de difusión de las medidas de conservación de las áreas verdes y la fauna presentes en el predio, además del correcto manejo y disposición de residuos sólidos, a empleados y usuarios del proyecto.	P	P	P	P	P	P			6	X	X	
PACA	29	Contar con personal capacitado en el manejo de contingencias	P	P	P		P	P			5	X	X	
PACA	30	Implementación de material y equipo adecuado y suficiente para la atención de contingencias ambientales	P	P	P		P	P			5	X	X	
PACA	31	Implementación de un plan de seguridad, prevención y atención de accidentes y riesgos de trabajo	P	P	P		P	P			5	X	X	
PACA	32	Implementación de un comité de seguridad y atención a contingencias	P	P	P		P	P			5	X	X	
PACA	33	Señalización de prevención contra huracanes e incendios				P	P	P			3	X	X	
		Medidas de prevención totales (P)	9	9	6	11	18	16	0	0	**69**	30	33	3
		Medidas de mitigación totales (M)	5	5	0	0	0	0	3	3	**16**			
		Medidas de compensación totales (C)	2	2	0	0	0	0	0	0	**4**		66	
		Medidas totales por impacto	**16**	**16**	**6**	**11**	**18**	**16**	**3**	**3**	**1778 9**			

4.6.3. Programas del PVA

A continuación, se presentan los Programas y Subprogramas que conforman el PVA para el proyecto, y se describen sus objetivos y las medidas que los componen. Estas medidas serán aplicadas durante todas las etapas de desarrollo.

4.6.3.1. Programa de Gestión Ambiental

Subprograma de Supervisión y Auditorías Ambientales

La verificación del cumplimiento de todas las medidas propuestas en el PVA se realizará a través del Programa de Supervisión Ambiental, mismo que funcionará como mecanismo de regulación, verificación y supervisión del resto de los programas del PVA, lo que garantizará su funcionamiento y mejorará su efectividad.
La Supervisión Ambiental estará presente en todas las etapas del proyecto, para ello se realizarán visitas con el fin de identificar impactos no previstos y en su caso, emitir las recomendaciones y establecer los lineamientos para remediarlas de manera inmediata. Tendrá como objetivos los siguientes:

1. Implementación de buenas prácticas para la conservación de flora y fauna, el manejo integral de residuos, el manejo responsable de los recursos agua y energía y el uso de tecnologías eficientes.
2. Supervisar el cumplimiento de las obligaciones ambientales por parte de todos los involucrados en el desarrollo del proyecto
3. Supervisar el cumplimiento y/o ejecución de las obligaciones ambientales de cada uno de los actores en las etapas de preparación y construcción.
4. Verificar que las acciones y medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos ambientales identificados establecidas en el PVA se cumplan en tiempo y forma.
5. Verificar que los cambios de uso de suelo se den de acuerdo con el programa de obra comprometido por el proyecto y a los parámetros de modificación y aprovechamiento autorizados.
6. Evaluar los cambios de uso de suelo en las diferentes etapas de implementación del Proyecto.

Para cumplir estos objetivos, los supervisores responsables deberán verificar el cumplimiento de las obligaciones ambientales del proyecto, incluyendo las medidas de mitigación que se comprometen en la presente MIA-P, los criterios del Ordenamiento Ecológico correspondiente, las regulaciones dispuestas en el POET correspondiente y otros instrumentos de ordenamiento aplicables, así como lo establecido en la legislación y normatividad ambiental federal y estatal aplicables al proyecto y las disposiciones que pudiesen surgir de la autorización de la presente manifestación de impacto ambiental.
Para llevar a cabo adecuadamente la supervisión ambiental durante todas las etapas del proyecto, se deberán establecer acuerdos específicos con el responsable durante la etapa que corresponda, de tal forma que se garantice el cumplimiento de las obligaciones ambientales. Dicho responsable será también la vía de comunicación mediante la cual se dará atención a los requerimientos de la supervisión ambiental que necesiten autorización oficial previa y/o la implementación de medidas ambientales adicionales a las establecidas en este PVA.
Como apoyo para facilitar la supervisión ambiental, el proyecto contará con un reglamento para los obreros, contratistas, prestadores de servicios y demás personal requerido durante las

primeras etapas (preparación y construcción), y otro para los residentes que aplicará durante la etapa siguiente (operación y mantenimiento).
Sus acciones concretas serán las siguientes:

a) **Cumplimiento de obligaciones ambientales.** Consistirá en la verificación directa del cumplimiento estricto de las obligaciones ambientales del Proyecto, incluyendo:
- Medidas de mitigación que se contemplan en la presente MIA-P.
- Criterios aplicables al proyecto de acuerdo con los instrumentos legales aplicables,
- Legislación y normatividad ambiental federal, estatal y municipal aplicable al proyecto,
- Disposiciones que pudiesen surgir de la autorización de la presente manifestación de impacto ambiental y los criterios y medidas comprometidas en la implementación de buenas prácticas ambientales, así como en los esquemas de certificación ambiental que logren ser formalizados.

b) **Supervisión del proceso de preparación y constructivo.** Consistirá en el establecimiento de acuerdos específicos para garantizar el cumplimiento de las obligaciones ambientales durante la etapa de construcción. Se dará seguimiento con el responsable de la obra para que las determinaciones contempladas en los procesos de planeación y gestión sigan las rutas previstas. Se deberá poner especial atención a la identificación de cambios que requieran autorización oficial previa y/o la implementación de medidas ambientales adicionales, asegurando la menor afectación ambiental.

c) **Generación de reportes de cumplimiento**. Consistirá en la presentación por escrito de los resultados de la supervisión del proyecto durante las dos primeras etapas. Se deberán incluir evaluaciones cuantitativas de desempeño del proyecto basadas en el número de acciones efectivas llevadas a cabo en tiempo y forma, número de sanciones recibidas por el Proyecto, número de reconocimientos en material ambiental o de desarrollo socio-cultural recibidos por el Proyecto, número de certificaciones en materia ambiental obtenidas por el Proyecto. Los reportes de cumplimiento deberán estar sustentados en la información vertida en las bitácoras de los Programas del PVA-MPC, así como en la bitácora de supervisión, las cuales deberán estar disponibles para su revisión por las autoridades competentes cuando lo requieran.

Dichas acciones las llevarán a cabo supervisores ambientales calificados, quienes deberán realizar visitas regulares para inspeccionar que las actividades que formen parte del proyecto se realicen acorde a lo autorizado por la autoridad y anotarán en una Bitácora de Supervisión Formal todo lo observado durante estas visitas. La información asentada en la bitácora será la base para los reportes periódicos de cumplimiento del Proyecto.
Para facilitar el logro de los objetivos del Programa se proponen herramientas que podrán usarse durante las diferentes fases del Proyecto, según resulte conveniente. Las herramientas propuestas son:

- Lista de chequeo de obligaciones ambientales.
- Auditoría ambiental
- Agenda ambiental
- Calendario ambiental
- Reglamento

4.6.3.2. Programa de Manejo Integral de Vegetación (PMIV)

La construcción y operación del Proyecto, implica el desmonte y despalme de vegetación en una superficie de 378.78 m2, así como la sustitución de áreas con vegetación natural por zonas ajardinadas. Con el objetivo de disminuir los impactos por la pérdida de cobertura de selva mediana subperennifolia. será necesaria la implementación del Programa de Manejo Integral de Vegetación (PMIV) mediante el cual se establezcan las acciones de manejo correspondientes.
Los objetivos de este PMIV son:

- Garantizar la existencia de áreas con las características necesarias para funcionar como sitios de alimentación, refugio y/o reproducción de la fauna residente y migratoria naturalmente presente en el predio del proyecto.
- Mantener los bienes y servicios que brindan los ecosistemas presentes en las áreas verdes y de conservación del proyecto.
- Mitigar el impacto de pérdida de cobertura de vegetación natural generado por el proyecto.

Para lograr dichos objetivos el Programa se ha dividido en tres subprogramas cuyos objetivos y acciones particulares se describen a continuación.

Subprograma de Manejo de Áreas de Conservación (SMAC)

En el predio del proyecto se encuentran ejemplares de especies enlistadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Estos ejemplares, serán utilizados durante la etapa de construcción en las áreas de conservación. Además de los ejemplares producto del rescate de vegetación del predio, se realizarán actividades de enriquecimiento vegetal con plantas nativas tanto de los estratos arbóreo y arbustivo como herbáceo, según disponibilidad de viveros autorizados. Para el enriquecimiento se dará prioridad a las especies de flora características del sitio y del ecosistema que no se encuentren bien representadas en la RE de acuerdo con los resultados obtenidos del muestreo de vegetación de modo que se fomente su presencia y permanencia en el predio del Proyecto coadyuvando a mantener la biodiversidad del sitio. En segundo nivel, en estas actividades se utilizarán especies menor representadas en el predio del Proyecto para fomentar su prevalencia, así como especies de importancia biológica regional y endémicas. Cabe señalar que, en estas actividades, no se utilizarán especies exóticas.
Los objetivos de este subprograma son:

- Mantener las características ecológicas presentes en el área de estudio.
- Garantizar la existencia de áreas con las características necesarias para funcionar como sitios de alimentación, refugio y/o reproducción de la fauna residente y migratoria naturalmente presente en el predio del proyecto.
- Mantener los bienes y servicios que brindan los ecosistemas presentes en las áreas de conservación del proyecto.
- Mitigar el impacto de pérdida de cobertura de vegetación natural generado por el proyecto.

Este subprograma engloba las siguientes acciones:

Acción 6	P	C	O
Delimitación física de las áreas de conservación del proyecto.	x	x	

Se realizará la delimitación física en campo de las áreas de conservación del proyecto antes de comenzar las labores de desmonte y despalme y se mantendrá hasta que culmine la etapa de construcción. Las barreras físicas que delimitarán las áreas podrán ser mallas plásticas, mallas electrosoldadas, cintas plásticas, láminas de triplay o cualquier otro material que proteja a las

áreas de conservación de los polvos generados y de posibles invasiones involuntarias del área de obra (Figura 4.16).

Figura 4. 16. Ejemplos de barreras físicas para delimitar las áreas de conservación en campo





Acción 7	P	C	O
Control de especies nocivas y erradicación de especies exóticas invasoras.	x	x	

Durante las etapas de preparación y construcción del proyecto se erradicarán las especies encontradas dentro del predio clasificadas de acuerdo con la CONABIO como exóticas invasoras. De esta forma se recuperará paulatinamente la estructura y composición original de la vegetación en las áreas de conservación. El método empleado podrá variar según la especie de que se trate, sin embargo, se usará como metodología estándar el procedimiento para erradicar las especies exóticas invasoras que se localicen dentro del predio (Guillermo et al. 2016).

Acción 8	P	C	O
Uso exclusivo de individuos vegetales nativos, para la reforestación de las áreas de conservación del proyecto, cuya procedencia sea producto del rescate de vegetación del proyecto o de viveros debidamente certificados por las autoridades ambientales correspondientes, de tal forma que quede verificada su legal procedencia.	x	x	

Para la reforestación y el mantenimiento de las áreas de aprovechamiento temporal y de las áreas ajardinadas, se usarán únicamente ejemplares que procedan de las labores de rescate de vegetación del proyecto o de viveros que cuenten con las certificaciones y permisos necesarios que avalen la legal procedencia de la vegetación.

Acción 9	P	C	O
Uso restringido de agroquímicos para las labores de mantenimiento de las áreas verdes y de reforestación del proyecto, a los autorizados por la CICOPLAFEST solo en caso necesario.		x	x

El mantenimiento de las áreas verdes y de reforestación podría requerir en ciertos casos de la aplicación de agroquímicos para controlar plagas o enfermedades, así como para mejorar el desarrollo de los ejemplares. Los agroquímicos que podrán utilizarse en dichos casos serán únicamente los autorizados por la CICOPLAFEST y en estricto apego a lo indicado por el fabricante en cuanto a la dosis, modo de aplicación y frecuencia de uso.

Acción 10	P	C	O
Colocación de señalamientos	x	x	x

Durante las tres etapas del proyecto se colocarán señalamientos de diversos tipos que indiquen la ubicación de las áreas de conservación, así como las actividades prohibidas que pudieran afectarlas directa o indirectamente, e informen sobre el tipo de organismos que se encuentran en ellas para promover que sean respetados. Los señalamientos irán dirigidos a los obreros durante las etapas de preparación y construcción y hacia los propietarios de las instalaciones en general durante la de operación (Figura 4.17).

Figura 4. 17. Ejemplos de señalamientos que podrán ser utilizados en las diversas áreas del proyecto para promover la conservación de los ecosistemas.



Subprograma de Rescate de Vegetación (SRV)

Una vez delimitadas las áreas de conservación y de desmonte, se procederá al marcaje de los individuos susceptibles de trasplante por medio de cintas plásticas y pintura en aerosol. Una vez hecho esto se procederá al trasplante de dichos ejemplares por medio de la técnica más apropiada de acuerdo a su especie, porte y tamaño. Cada ejemplar rescatado será identificado, registrado en una bitácora e incorporado en una base de datos. En los casos que se determine conveniente los ejemplares rescatados podrán trasplantarse inmediatamente a áreas de conservación o a las ajardinadas del predio, o caso contrario, serán llevados al vivero para su mantenimiento hasta el momento de su trasplante a su lugar definitivo.
De acuerdo con el monitoreo realizado al predio, se identificó la presencia de la Palma chit, (*Thrinax radiata*) con la categoría de Amenazada catalogada en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

El rescate de vegetación se realizará principalmente sobre los ejemplares de estas especies identificadas en el área de aprovechamiento.
Además, en el predio se identifican ejemplares que cuentan con un diámetro normal (1.30 cm del suelo) igual o mayor a 40 cm- por lo que, se deberán señalar todos los ejemplares que cumplan con esta característica en las áreas de desmonte del Proyecto ya que se deberán de rescatar en su totalidad.
Sin embargo, en caso de que los ejemplares a rescatar y reubicar no soportaran el traslado, se propone la reposición de estos ejemplares en una relación 1:5 con individuos de la misma especie los cuales se plantarán al interior del predio (en las áreas verdes).
Los ejemplares no provenientes del predio del Proyecto se obtendrán de sitios autorizados por la autoridad competente.

Acción 11	P	C	O
Rescate de ejemplares de plantas en las áreas de aprovechamiento del proyecto	x	x	

El rescate deberá estar dirigido por un ingeniero forestal, ingeniero agrónomo, biólogo o similar que cuente con amplio conocimiento de la flora nativa, quien se encargará de establecer la mejor metodología para realizar esta actividad.
Previo a iniciar el rescate de los individuos, se marcarán con cinta de color visible las plantas que deberán ser rescatadas, tomando como base los criterios señalados anteriormente, así como las disposiciones establecidas en el oficio de autorización.

Acción 12	P	C	O
Habilitación del vivero del proyecto	x	x	

El sitio para el acopio de los individuos provenientes del rescate de vegetación del proyecto corresponderá a un vivero temporal que tendrá una superficie de 100.35 m^2. Ahí se trasladarán los ejemplares provenientes del rescate de vegetación del proyecto y se les proporcionarán los cuidados necesarios para asegurar su sobrevivencia y sano crecimiento, hasta que sean susceptibles de utilizarse en las áreas verdes del Proyecto.

Acción 13	P	C	O
Selección de una paleta vegetal o catálogo de especies para las labores de ajardinado de las áreas verdes, conformado por especies nativas y propias de los ecosistemas de la zona donde se ubica el proyecto al menos en un 75%.	x	x	

Se generará una paleta vegetal o catálogo de especies que se podrán utilizar en las áreas verdes y jardines del proyecto conformado en un 75% por especies nativas y propias del ecosistema de selva mediana subperennifolia. Las especies exóticas incluidas en el listado se usarán únicamente en los jardines del proyecto y no están consideradas especies exóticas invasoras de acuerdo con lo catalogado por la CONABIO.

Acción 14	P	C	O
Uso restringido de agroquímicos para las labores de mantenimiento de las áreas de conservación y jardines del Proyecto, a los autorizados por la CICOPLAFEST solo en caso necesario.	x	x	

El mantenimiento de las áreas verdes y de reforestación podría requerir en ciertos casos de la aplicación de agroquímicos para controlar plagas o enfermedades, así como para mejorar el desarrollo de los ejemplares. Los agroquímicos que podrán utilizarse en dichos casos serán únicamente los autorizados por la CICOPLAFEST y en estricto apego a lo indicado por el fabricante en cuanto a la dosis, modo de aplicación y frecuencia de uso.

Acción 15	P	C	O
Registro de individuos rescatados y su seguimiento	x	x	

Los individuos producto del rescate vegetación del proyecto, deberán ser atendidos adecuadamente, de acuerdo con la metodología identificada por el experto en la materia, de forma tal que permita un porcentaje del 80% de sobrevivencia.
Asimismo, se evaluarán las condiciones de los individuos rescatados y reubicados a través de un monitoreo trimestral que se llevará a cabo durante la etapa de preparación y construcción del Proyecto (Ver Subprograma de Monitoreo de Vegetación).

Subprograma de Reforestación y Restauración Ecológica (SRyRE)

Se reconoce que, si bien el paso confinado de vehículos utilitarios (camionetas pick-up) y maquinaria ligera de bajo impacto (Bobcats y miniexcavadoras) se realizará aprovechando los claros naturales y el espaciamiento preexistente entre fustes del Área de Conservación, esta actividad generará un impacto temporal clasificado como Compactación del sustrato kárstico y Perturbación del microhábitat herbáceo.

El diseño del plan de manejo ambiental prevé una superposición geométrica intencional. El área confinada que funcionará de manera transitoria como corredor logístico y de paso de vehículos durante la fase constructiva será exactamente la misma superficie donde se concentrarán, de forma inmediata al término de la edificación, las actividades del PVA, que incluye el Subprograma de Reforestación y Restauración Ecológica, mitigando los impactos ambientales en el recurso suelo y en la cobertura de la vegetación, mejorando la calidad ambiental del Área de Conservación.

Mecanismo de Restauración de Suelos: Al concluir las obras civiles, las cuadrillas ambientales intervendrán el corredor logístico mediante técnicas manuales de des compactación hídrica y mecánica del suelo (escarificado superficial con herramientas menores), rompiendo la costra endurecida para restablecer la porosidad natural del horizonte litológico. Posteriormente, esta franja será enriquecida mediante la adición del mulch y la capa orgánica que fueron rescatados y acopiados durante el despalme de la huella de desplante, reincorporando nutrientes y microorganismos nativos esenciales para el acuífero.

Restauración Vegetal Inducida (Cierre de Claros): Una vez recuperadas las propiedades físicas y químicas del suelo en el área de paso, se ejecutará la reintroducción de vegetación nativa utilizando los ejemplares rescatados y estabilizados en el vivero rústico del proyecto. Este enriquecimiento florístico estará enfocado en el cierre del dosel mediante especies arbustivas y herbáceas endémicas de media sombra, acelerando la sucesión ecológica natural y garantizando que, al inicio de la fase operativa de 80 años, el corredor logístico provisional quede plenamente integrado como un área boscosa funcional y permeable de la conservación.

De esta manera este Subprograma contempla diseñar e implementar una estrategia de mejoramiento de las áreas de conservación que armonice con el entorno natural y se base en el uso de especies nativas y propias de los ecosistemas de la zona.

.

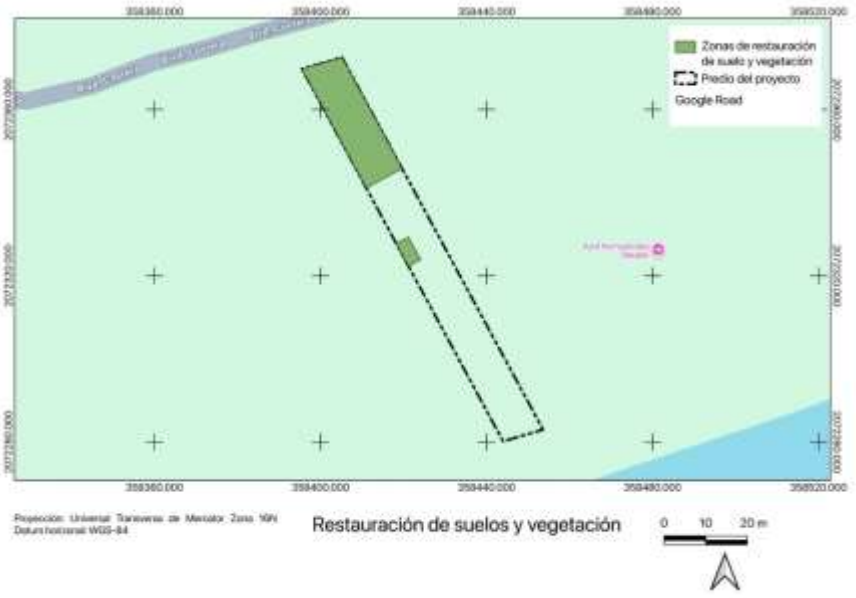
Fomentar la creación de áreas con vegetación que funcionen como sitios de refugio, alimentación y/o reproducción para la fauna local, residente y migratoria.

Acción 16	P	C	O
Determinación en campo de las condiciones particulares de las áreas que requieren ser mejoradas y determinación de la estrategia a implementar para ello.	x	x	

Durante las etapas preparación y construcción se deberán inspeccionar las áreas dentro del Proyecto que requieran mejorarse o reforestarse, para evaluar las condiciones de la topografía, suelo y cobertura vegetal, entre otras.

Se presenta el plano donde se ejecutará la Restauración de Suelos y el Programa de Reforestación de Vegetación, mismos que forman parte de las medidas de mitigación y compensación de impactos ambientales. Se calcula la superficie de **329.78 m^2**, de las áreas de restauración de suelos y vegetación mismas que están localizadas en zonas de conservación del proyecto.

Figura 4. 18. Localización de las áreas de restauración de suelos y vegetación



Acción 17	P	C	O
Implementación de la estrategia de reforestación/mejoramiento designado para cada área según su condición particular.	x	x	

Se determinará la estrategia más conveniente para reforestar o mejorar cada área, dentro y fuera del predio. Esta podrá incluir, según lo requiera cada sitio, desde la remoción de material de relleno para recuperar la topografía original, la cobertura del sustrato con tierra o abono vegetal, el mejoramiento del drenaje del suelo, hasta únicamente plantar los individuos de las especies

seleccionadas en el número y disposición más conveniente según la estrategia definida para el sitio, con la finalidad de garantizar la supervivencia de los ejemplares plantados.

Acción 18	P	C	O
Uso exclusivo de individuos que procedan de las labores de rescate de vegetación del predio o de viveros debidamente certificados por las autoridades ambientales correspondientes, para llevar a cabo las labores de reforestación y ajardinado del proyecto, de tal forma que quede verificada su legal procedencia.	x	x	

Para la reforestación/mejoramiento en las áreas de conservación y áreas ajardinadas del Proyecto, se usarán únicamente ejemplares que procedan de las labores de rescate de vegetación del Proyecto o de viveros que cuenten con los permisos necesarios que avalen la legal procedencia de las plantas.
El rescate de vegetación de las áreas de aprovechamiento se realizará principalmente sobre los ejemplares de las especies de la NOM-059-SEMARNAT-2018 identificadas en el predio, así como de los árboles con diámetro normal (1.30 del suelo) igual o mayor a 40 cm. Los ejemplares rescatados serán reubicados de forma definitiva en las áreas de conservación, cuidando que cuenten con un radio de 5 m entre cada ejemplar con la finalidad de proteger las raíces de cada individuo. Los ejemplares reubicados a las áreas de conservación que cumplan con los criterios antes mencionados se identificarán in situ, y serán monitoreados cada 3 meses durante las etapas de preparación y construcción con el objetivo de verificar su supervivencia.

En caso de que algún individuo objeto de reubicación no sobreviva, se repondrá con 5 individuos de especies nativas y propias de la región, los cuales se obtendrán de viveros que cuenten con los permisos necesarios que avalen la legal procedencia de las plantas
Además, se rescatarán otras especies silvestres nativas que por sus atributos paisajísticos pueden ser aprovechadas en las áreas de conservación y/o jardines del Proyecto.

Acción 19	P	C	O
Uso restringido de agroquímicos para las labores de mantenimiento de las áreas verdes del Proyecto, a los autorizados por la CICOPLAFEST y solo en caso necesario.	x	x	x

El mantenimiento de las áreas conservación y jardines podría requerir en ciertos casos de la aplicación de agroquímicos para controlar plagas o enfermedades, así como para mejorar el desarrollo de los ejemplares. Los agroquímicos que podrán utilizarse en dichos casos serán únicamente los autorizados por la CICOPLAFEST y en estricto apego a lo indicado por el fabricante en cuanto a la dosis, modo de aplicación y frecuencia de uso.
Como parte de las buenas prácticas que se realizarán dentro del Proyecto, se buscará el acercamiento con las autoridades locales para colaborar con actividades de reforestación.

Acción 20	P	C	O
Colaboración con las autoridades en actividades de reforestación	x	x	

4.6.3.3. Programa de Manejo Integral de la Fauna (PMIF)

Como medida de prevención y mitigación de impactos que pudiera generar el proyecto hacia cualquier especie de fauna, particularmente a las que están enlistadas en la NOM-059-

SEMARNAT-2010, se implementará el programa de manejo de fauna, el cual tiene los siguientes objetivos:

- Garantizar que el rescate de fauna localizado dentro del predio.
- Erradicar la fauna nociva dentro del predio.

Subprograma de Manejo y Rescate de Fauna (SMRF)

Acción 21	P	C	O
Ahuyentamiento y Rescate de los individuos de fauna que lo requieran dentro del área de aprovechamiento del proyecto y su traslado a las áreas de conservación dentro del Proyecto	x	x	

Paralelo a las actividades de marcado y rescate de especies vegetales y durante todo el periodo en el que se realicen las actividades de preparación y construcción del proyecto, un especialista en manejo de fauna silvestre deberá recorrer las áreas propuestas para el desmonte con el objetivo de identificar a los animales que deban ser rescatados para evitarles daños.
Las técnicas empleadas para la captura y transporte de estos ejemplares serán las adecuadas según el grupo al que pertenezca la especie (anfibios, reptiles o mamíferos). Todos los organismos que sean rescatados deberán ser liberados en las áreas de conservación designadas por el proyecto, con excepción de especies de alta peligrosidad para el hombre, las cuales deberán liberarse en áreas alejadas de los asentamientos humanos.
Antes de su liberación, cada organismo rescatado deberá ser identificado y registrado en la bitácora designada por la supervisión ambiental del proyecto.
Por otra parte, también se implementarán técnicas para ahuyentar a la fauna antes de comenzar las labores de desmonte y despalme. Durante los recorridos se generará ruido con el apoyo de silbatos y sirenas de gas comprimido a base de tetraflouretano que no afecte a la capa de ozono, mismo que produce ruido de 120 decibelios, suficiente para ahuyentar a la fauna existente en el predio. Esta técnica ha sido efectiva para ahuyentar a los vertebrados de rápido movimiento como las aves, la mayoría de los mamíferos pequeños y medianos.

Subprograma de Control de Fauna Nociva (SCFN)

El subprograma de manejo adecuado plagas y fauna feral representa un beneficio no solo en términos de salud y bienestar humano sino también de medio ambiente, ya que evita propagación de enfermedades y plagas que pudieran mermar las poblaciones de las especies de fauna nativa, por lo que este programa es de gran importancia en el proceso de conservación de bienes y servicios ambientales. Sus objetivos son:

- Definir e implementar medidas para el manejo y control de especies que impliquen algún riesgo de salud para las personas o la fauna nativa.
- Definir e implementar medidas para el manejo y control de fauna feral dentro del predio.

Las acciones que se engloban en este monitoreo son las siguientes:

Acción 22	P	C	O
Implementación de medidas de control de fauna nociva que representen riesgos para la fauna nativa y para la salud humana	x	x	
Acción 23	P	C	O
El manejo y control de mosquitos y otros insectos se realizará por medio de técnicas de bajo impacto ambiental.	x	x	

Para el manejo y control de estos insectos se implementarán técnicas como el uso de citronela, la eliminación objetos que acumulen agua de lluvia, el uso de mosquiteros o miriñaques, entre otras. Se solicitará también el apoyo de las autoridades competentes para realizar fumigaciones periódicas en el área del proyecto durante su etapa de operación, pero sin afectar a las áreas de conservación.

Acción 24	P	C	O
Control de fauna feral en el predio del proyecto.	x	x	

La fauna feral, en especial perros y gatos, resulta sumamente dañina para los ecosistemas en general y para las especies nativas en riesgo en especial. Por ello, se implementará una campaña permanente de captura de fauna feral para su traslado a la perrera municipal en conjunto con las autoridades competentes. No se permitirá la introducción de perros ni gatos por parte del personal durante ninguna de las etapas de desarrollo del proyecto.

Acción 25	P	C	O
Control de fauna nociva con métodos de bajo impacto ambiental	x	x	

En caso de requerir de la implementación de métodos para el control de plagas en los frentes de obra o en las instalaciones en operación, se elegirán únicamente procedimientos de bajo impacto ambiental que garanticen la no afectación a especies nativas. Sin embargo, si se aplica adecuadamente el Programa de Manejo de Residuos propuesto en el presente SMGA, es poco probable que se presenten problemas de plagas como ratas, moscas o cucarachas.

4.6.3.4. Programa de Manejo Integral de Residuos (SMIR)

En el capítulo 4 de esta MIA-P se identificaron impactos ambientales negativos, tales como contaminación del suelo y del agua, impactos que podrían ser generados por el proyecto, de llevarse un mal manejo de los residuos sólidos, líquidos, de manejo especial y peligrosos. De ahí que para disminuir lo más posible ese riesgo el PVA incluye el Programa de Manejo Integral de Residuos.
Los objetivos de este Programa son:

- Reducir al máximo los riesgos de contaminación al suelo y al agua que pudieran ocurrir durante todas las etapas de desarrollo del proyecto;
- Implementar medidas que aseguren que el proyecto se apega a la legislación aplicable en materia de residuos.

Para lograr los objetivos planteados el Programa se ha dividido en tres, mismos que atienden cada uno el tipo de residuo de acuerdo con la clasificación manejada en la legislación vigente.

Subprograma de Manejo Integral de Residuos Líquidos (SMIRL)

Este subprograma deberá cumplir con los siguientes objetivos:

- Garantizar que el manejo de los residuos líquidos generados en el proyecto se apegue a lo establecido en la legislación aplicable.
- Garantizar que el tratamiento que se dé a las aguas residuales generadas por el proyecto sea el adecuado para cumplir con la normatividad y legislación aplicables.
- Disminuir el riesgo de contaminación del suelo y el agua debido a los residuos líquidos generados por el proyecto.

Las acciones que se deberán implementar durante el desarrollo del proyecto durante las dos primeras etapas se describen a continuación:

Acción 26	P	C	O
Colocación de sanitarios portátiles en áreas accesibles y cercanas a los frentes de trabajo a razón de uno por cada veinte trabajadores.	X	x	

Se colocará un sanitario portátil por cada 10 trabajadores. El espacio mínimo por cabina de evacuación será de 1.2 m² con una altura de 2.3 m. Deberán contar con puertas de ventilación superior e inferior y encontrarse equipados con lo mínimo necesario (papel higiénico, descarga automática de agua y conexión a tanque contenedor). Se ubicarán a no más de 50 m de cada frente de obra, y del comedor. Su número se deberá adecuar en función de la cantidad de trabajadores que corresponda a cada frente de trabajo.

Acción 27	P	C	O
Supervisar que los sanitarios portátiles se encuentren en buen estado y que las aguas residuales sean colectadas por una empresa acreditada para su manejo y disposición final en donde indique la autoridad competente.	X	x	

Los sanitarios portátiles deberán ser atendidos en cuanto a su mantenimiento y limpieza por una empresa especializada y acreditada para ello por las autoridades competentes. Dicha empresa deberá hacerse cargo de retirar los residuos generados por el uso de los sanitarios, manejarlos adecuadamente y darles destino final adecuado.

Acción 28	P	C	O
Colocación de contenedores especiales para el acopio de residuos líquidos no peligrosos generados por los trabajadores, en áreas cercanas a los frentes de trabajo.	X	x	

Se deberán colocar contenedores plásticos o metálicos con tapa y sin fugas, de tamaño suficiente para contener residuos líquidos no peligrosos generados por los trabajadores del proyecto durante las etapas de preparación y construcción, tales como residuos de comida o agua. Dichos contenedores deberán vaciarse periódicamente y el contenido deberá llevarse a un lugar adecuado para su tratamiento por una empresa especializada y acreditada para ello por las autoridades competentes.

Acción 29	P	C	O
Supervisar el uso de agroquímicos biodegradables y de baja toxicidad autorizados por la CICOPLAFEST en las áreas ajardinadas del proyecto.	X	x	

Con el fin de evitar la contaminación del agua por productos químicos peligrosos o no biodegradables que pudieran ser vertidos al drenaje por el personal, se evitará el uso de éstos y se sustituirá por productos químicos biodegradables.

Acción 30	P	C	O
Contar con un almacén adecuado para el acopio temporal de combustibles o líquidos peligrosos	x	x	

Se contará con un área que será adaptada para el acopio temporal para el adecuado manejo de combustibles.

Subprograma de Manejo Integral de Residuos Sólidos (SMIRS)

Los objetivos de este subprograma son:

- Garantizar que el manejo de los residuos sólidos generados en el proyecto se apegue a lo establecido en la legislación vigente.
- Disminuir el riesgo de contaminación al suelo y al agua debido a los residuos sólidos generados por el desarrollo del proyecto.

Las acciones que se implementarán como parte de este subprograma durante las etapas de preparación y construcción del Proyecto se enumeran a continuación. Durante la etapa de operación del Proyecto estas acciones se deberán considerar como parte del Reglamento Interno del Desarrollo.

Acción 31	P	C	O
Acopiar los residuos sólidos no peligrosos de forma separada de acuerdo con sus características y clasificarlos en orgánicos, inorgánicos no reciclables, papel y cartón, vidrio, PET, aluminio, etc.	x	x	

Los residuos sólidos se colocarán limpios y aplastados de acuerdo con el material con que son hechos en contenedores con tapa, mismos que serán recolectados por parte del municipio.

Acción 32	P	C	O
Entregar los residuos sólidos reciclables a empresas debidamente autorizadas para su traslado a lugares donde se procesen debidamente.	x	x	

Una vez que se hayan separado y acopiado los residuos generados durante las etapas de preparación y construcción, serán trasladados a través de personal de recolecta de residuos del municipio, con destino a su destino final.

Acción 33	P	C	O
Los residuos inorgánicos reciclables deberán acopiarse limpios compactados y secos por separado de acuerdo con su tipo, para su recolección por la compañía autorizada que los trasladará a los centros de acopio o reciclaje cercanas a los frentes de trabajo.	x	x	

Durante las dos primeras etapas, se colocarán contenedores con tapa, para la recolección de residuos sólidos de acuerdo con el material y tipo que se genere dentro del proyecto. Para el caso de la etapa operativa, se incluirá un reglamento donde se incluya como buena práctica, la separación adecuada de residuos. Los residuos que se recolecten durante esta etapa estarán a cargo de la colecta municipal.
Los residuos sólidos generados en el proyecto se deberán acopiar de manera separada en contenedores según lo especificado en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**4.17.

Tabla 4. 17. Clasificación y manejo de residuos sólidos de acuerdo con su tipo.

Categoría	Residuos	Contenedores	Manejo
Residuos orgánicos	Residuos del desmonte y labores de jardinería (ramas, hojas, troncos).	Área específica para compendio temporal de los residuos de desmonte.	Los residuos producto del desmonte serán triturados y el producto de éste (Mulch), será

	Residuos de alimentos de origen vegetal (frutas y verduras)		utilizado dentro de las áreas verdes y ajardinadas del proyecto.
Residuos inorgánicos reciclables	Cartón y papel Vidrio Plásticos reciclables Aluminio Tetrapacks	Contenedores plásticos de tamaño variable de acuerdo con el volumen generado por área	Traslado al almacén temporal de residuos reciclables del proyecto para su recolección por compañías especializadas certificadas para su traslado a centros de acopio y reciclaje.
Residuos inorgánicos no reciclables	Plásticos no reciclables	Contenedores plásticos de tamaño variable de acuerdo al volumen generado por área.	Traslado al almacén de residuos del proyecto para su recolección por el camión recolector.
Residuos de manejo especial	Materiales no aptos para su reciclaje como desechos sanitarios, PVC, metales y escombro.	Área específica temporal con contenedores de tamaño variables de acuerdo al volumen y al tipo de material de que se trate.	Traslado al almacén de residuos del proyecto para su recolección por el camión recolector.

Los residuos inorgánicos reciclables deberán manejarse de acuerdo con lo establecido en la siguiente Tabla 4.18.

Tabla 4. 18. Manejo y disposición temporal de residuos sólidos inorgánicos reciclables por parte del proyecto.

Tipo de residuo	Manejo y acopio temporal
Papel y cartón	Deberá compactarse y mantenerse seco.
Tonners	Deberán acopiarse en contenedores plásticos de tamaño adecuado para su entrega a compañías certificadas para su reutilización.
PET y PEAD	Deberán acopiarse limpios y secos en el almacén de residuos sólidos reciclables para ser entregados posteriormente a una empresa acreditada para su manejo y traslado a centros de acopio o reciclaje.
Vidrio	Deberán acopiarse limpios, secos y en buen estado (no rotos) en el almacén de residuos sólidos reciclables para su entrega a una empresa acreditada para su manejo y traslado a centros de acopio o reciclaje.
Aluminio	Deberán acopiarse limpios, secos y compactados en el almacén de residuos sólidos reciclables para su entrega a una empresa acreditada para su manejo y traslado a centros de acopio o reciclaje.
Tetrapack	Deberán acopiarse limpios, secos y compactados en el almacén de residuos sólidos reciclables para su entrega a una empresa acreditada para su manejo y traslado a centros de acopio o reciclaje.
Neumáticos	Deberán acopiarse en un área protegida de la lluvia para evitar que acumulen agua y entregarse a una empresa acreditada para su manejo y traslado a centros de acopio y transformación para reutilización del material.

Acción 34	P	C	O
Los residuos de origen vegetal producto de las labores de desmonte y despalme, se acopiarán en un área designada para ello y se convertirá en Mulch para ser integrada a las áreas ajardinadas como decoración	x	x	

El proyecto, acopiará los residuos de producto vegetal, para ser triturados e integrados (Mulch) en las áreas ajardinadas dentro del proyecto durante las etapas de preparación y construcción.

Acción 35	P	C	O
Colocar señalizaciones que indiquen los procedimientos y áreas adecuadas para la separación de residuos.	x	x	x

Durante todas las etapas del proyecto se colocarán señalamientos en las áreas donde se ubiquen la importancia de la separación de residuos, asimismo en las etapas de preparación y construcción, las señalizaciones contendrán la especificación de los contenedores correspondientes que sirvan de guía de referencia para todo el personal del proyecto en cuanto a los procedimientos y contenedores designados para la separación de residuos. De esta manera se evitará mezclar involuntariamente los mismos y se hará más eficiente su manejo (Figura 4.19)

Figura 4. 19. Ejemplos de señalamientos que se colocarán en las áreas de contenedores y almacenes de residuos para fomentar su separación adecuada.



Acción 36	P	C	O
Implementación de puntos limpios	x	x	

Se construirán zonas o áreas donde puedan realizarse maniobras y la limpieza de las ollas de construcción, los residuos que se generen serán reutilizados como relleno dentro del proyecto.

Subprograma de Manejo Integral de Residuos Peligrosos (SMIRP)

En esta sección, se establecen las medidas para manejar los residuos clasificados como peligrosos y de manejo especial.
Los objetivos de este subprograma son los siguientes:

- Garantizar que los residuos peligrosos y de manejo especial generados por el desarrollo del proyecto se manejen de acuerdo a lo que establece la legislación vigente.
- Garantizar que las áreas designadas para el acopio temporal de los residuos peligrosos generados por el proyecto cumplan con los requerimientos establecidos en la legislación aplicable.
- Disminuir los riesgos de contaminación al medio relacionados con los residuos peligrosos y de manejo especial generados por el desarrollo del proyecto.

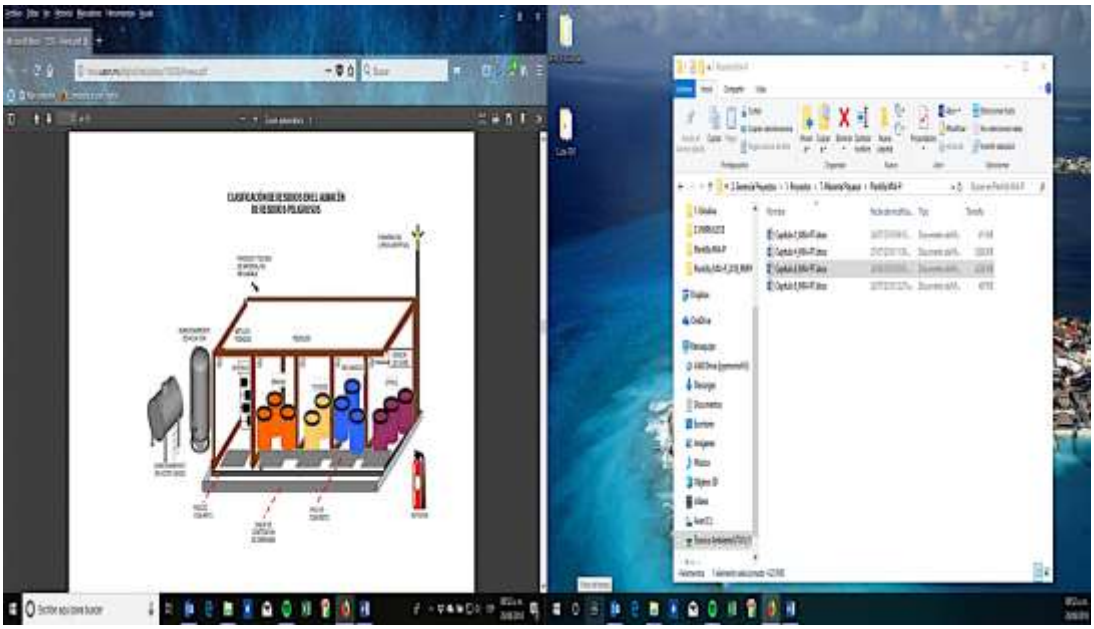
Las acciones que contempla esta sección se presentan a continuación.

Acción 37	P	C	O
En caso de utilizarse residuos peligrosos dentro del proyecto en sus etapas de preparación y construcción, disponer de los residuos peligrosos de forma separada en contenedores adecuados, debidamente rotulados y tapados	x	x	

El proyecto generará durante las dos primeras etapas de desarrollo diversos residuos considerados peligrosos, tales como envases o textiles con pinturas o solventes, baterías, equipo eléctrico, combustibles, entre otros, así como materiales de manejo especial como residuos de demolición y construcción, residuos eléctricos y electrónicos. Para evitar el riesgo de contaminación al ambiente durante las etapas del proyecto, se requerirá designar un área temporal para el acopio de un almacén de residuos de manejo especial y de residuos peligrosos, que cubra las especificaciones establecidas en la ley, entre ellas las que se enlistan a continuación (Figura 4.20):

- Encontrarse alejado de las áreas de producción, servicios, oficinas y almacenamiento de materias primas o productos terminados.
- Encontrarse cerca de las áreas de generación de ese tipo de residuos.
- Ubicarse en un área que reduzca los riesgos por posibles emisiones, fugas, incendios, explosiones e inundaciones.
- Contar con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad y los riesgos de los materiales almacenados.

Figura 4. 20. Modelo de almacén temporal para residuos peligrosos generados durante las etapas del proyecto.



Acción 38	P	C	O
Verificar que el transporte y disposición de los residuos peligrosos sea realizado por empresas acreditadas	x	x	

Los residuos peligrosos generados durante las dos primeras etapas de desarrollo del proyecto deberán llevarse a su zona de confinamiento a través de empresas autorizadas, que cuenten con

los permisos para el transporte de este tipo de residuos, para lo cual se deberá de solicitar recibos de pago que amparen esta acción, mismos que se incorporarán dentro de la bitácora de campo.

Acción 39	P	C	O
Embalaje y etiquetado adecuado de los contenedores de residuos peligrosos previo a su almacenamiento y registro en bitácora	x	x	

Todos los residuos peligrosos que se ingresen al almacén temporal del proyecto deberán encontrarse perfectamente embalados y etiquetados. Su ingreso deberá quedar registrado en el momento en la bitácora del almacén de residuos peligrosos incluyendo la fecha de ingreso, el tipo de residuo, la cantidad y la procedencia. Deberán permanecer en el almacén temporal en un periodo menor a los 6 meses. Los residuos que se podrían generar dentro del proyecto son los que se localizan dentro de la Tabla 4.19.

Tabla 4. 19. Lineamientos para el manejo de los diferentes tipos de residuos peligrosos y de manejo especial que podrán generarse durante las etapas de desarrollo del proyecto.

Tipo de Residuo	Fuente generadora	Manejo	Disposición final
Thiner Pinturas y esmaltes Estopas impregnadas con residuos	Obras de mantenimiento para evitar corrosión por salitre. Actividades de animación durante la etapa de operación.	Los envases de los residuos peligrosos deberán almacenarse en contenedores plásticos dentro de un gabinete de concreto cerrado y separado de las áreas vulnerables.	Serán depositados en bolsas separadas y entregadas a una compañía externa autorizada para su manejo y disposición final.
Aceite industrial	Mantenimiento de maquinaria, equipo y vehículos	El aceite industrial utilizado se depositará en un recipiente metálico o plástico de alta densidad con capacidad de 200 l.	Será entregado a una compañía externa con autorización para su manejo y disposición final.
Pilas alcalinas	Oficinas, equipo	Se colocarán en contendores especiales para tal efecto.	Se entregarán a una empresa autorizada en su manejo y disposición final
Aceite de cocina	Cocinas	El aceite de cocina usado se depositará en un recipiente metálico o plástico de alta densidad con capacidad suficiente para el volumen de residuo generado por área.	Será entregado a una compañía externa con autorización para su manejo y disposición final.
Componentes electrónicos	Oficinas y habitaciones	Serán acopiados en un área adecuada dentro del almacén de residuos peligrosos.	Serán entregados a una compañía externa con autorización para su manejo y disposición final.
Residuos de construcción y demolición	Obras y actividades durante la etapa de construcción y en ocasiones en la etapa de mantenimiento	Serán acopiados en un área adecuada dentro del almacén de residuos de manejo especial	Serán entregados a una compañía externa con autorización para su manejo y disposición final.

4.6.3.5. Programa de Monitoreo Ambiental (PMA)

Dado que en el predio donde se implementará el proyecto se desarrollan recursos naturales asociados sensibles a cambios o alteraciones de origen natural y antropogénico, se propone la realización de un Programa de Monitoreo Ambiental (PMA). Este programa considera que los recursos y ecosistemas críticos se evaluarán a través de indicadores de calidad ambiental asociados a la fauna considerando así evaluar la efectividad de las medidas propuestas para mitigar al máximo los impactos ambientales identificados correspondientes a la pérdida de individuos de flora y fauna.
Los objetivos que persigue este programa son los siguientes:

- Vigilar la evolución de la calidad ambiental de la zona de influencia del proyecto.
- Evaluar la efectividad de las medidas de mitigación propuestas en este PVA-MPC.
- Identificar y evaluar impactos ambientales no previstos en esta MIA-P, para las diferentes etapas de implementación del proyecto.
- Proporcionar al equipo de supervisión ambiental y al promovente, elementos e información técnica que les permitan, si es el caso: reorientar, definir intensidades de uso o proponer nuevas medidas de mitigación o medidas correctivas que atenúen el deterioro ambiental que pudiera presentarse en el predio del proyecto.

Para poder alcanzar los objetivos planteados el Programa debe iniciarse antes de que comience la etapa de preparación del proyecto y continuarse durante las dos primeras etapas (preparación y construcción).
Este subprograma, se divide en dos subprogramas:

Subprograma de Monitoreo de Vegetación (SMV)

Previendo que el proyecto pudiera modificar el paisaje, durante la preparación y construcción del sitio, se propone implementar un monitoreo de vegetación, que permita aportar información ecológica para la definición de medidas de manejo y mitigación del ecosistema, de tal forma que se asegure el mantenimiento de conjuntos importantes de vegetación y que estos se incorporen de manera integral al proyecto.
Los objetivos principales de este monitoreo son:

- Vigilar la salud y calidad ambiental de los ecosistemas aledaños al proyecto, particularmente las áreas verdes.
- Identificar cambios críticos en la estructura y función de los ecosistemas para la definición oportuna de medidas preventivas, correctivas o de minimización de impactos ambientales no previstos.
- Evaluar cuantitativamente los efectos ambientales del predio en los diferentes tipos de vegetación y la efectividad de las medidas propuestas para su mitigación.
- Establecer indicadores de éxito y calidad del ecosistema identificando causas naturales de las inducidas.
- Generar información técnico-científica que soporte la toma de decisiones para el aprovechamiento sostenible de los recursos.

Las acciones que se realizarán para el cumplimiento del monitoreo son:

Acción 40	P	C	O
Establecer puntos de muestreo en las áreas de conservación del proyecto para el registro periódico de sus condiciones desde antes de	x	x	

iniciar la etapa de preparación del proyecto y durante la etapa de construcción			

Se presenta el esquema de monitoreo planteado.

- Establecimiento de Sitios de Muestreo. Durante las etapas de preparación y construcción, deberán ser ubicados geográficamente con GPS y mapeados los sitios de muestreo, mismas que se ubicarán en zonas representativas de los distintos tipos de vegetación y se deberá evitar que éstos se encuentren muy cercanos a las vías de acceso y zonas propuestas para el proyecto.
- Marcado de individuos. Para el caso de las especies arbóreas, se seleccionarán sitios en donde se marcará cada uno de los individuos presentes que cuenten con una medida igual o mayor a los 10 cm de diámetro a la altura de pecho (DAP). Las marcas consistirán de placas de aluminio numeradas y sostenidas por hilo de nylon resistente a la intemperie.
- Tamaño y forma de los sitios de muestreo. Considerando las experiencias en la región sobre las dimensiones más adecuadas para los sitios de muestreo de vegetación, se proponen parcelas circulares de 500 m² con un radio de 12.67 m.
- Temporalidad de muestreo. Se recomienda registrar datos dos veces al año durante la etapa de construcción.
- Técnicas y métodos de muestreo. Se propone para el muestreo de la vegetación se apliquen los siguientes métodos: a) Medición de las especies arbóreas con diámetros igual o mayores a los 10 cm en DAP, con la ayuda de una cinta diamétrica de metal o de tela, b) identificación de las especies que se incluyen en el muestreo, c) medición de la altura de las especies, por medio del uso de una regla telescópica, d) determinación del rumbo de ubicación de cada especie, por medio de una brújula, e) medición de la distancia de cada especie con respecto al centro de la parcela, con cinta métrica.
- Cálculo de parámetros e índices. Con base en los datos obtenidos durante los muestreos se calcularán los parámetros ecológicos pertinentes (Abundancia, Densidad, Cobertura, Valor de importancia ecológica, entre otros) y se aplicarán índices de similitud entre comunidades y entre estratos e índices de diversidad que contribuyen al mejor entendimiento del comportamiento del ecosistema en su conjunto.

Subprograma de Monitoreo de la Fauna (SMF)

Considerando la ubicación y características ambientales del predio, es necesario evaluar la importancia de las áreas de conservación y de las áreas verdes como nichos para la fauna nativa y, en su caso, tomar medidas preventivas para solucionar posibles problemas no identificados con anterioridad. El SPMF permitirá evaluar la permanencia o desplazamiento de la fauna y patrones de interacción entre las especies, así como el grado de integridad ecológica de los ecosistemas, entendiendo esta última como el estado de los valores de los componentes bióticos del sistema.
Los objetivos principales de este monitoreo son:

- Evaluar los efectos ambientales del desarrollo residencial sobre los recursos faunísticos del terreno y la zona de influencia del proyecto para definir estrategias de mitigación.
- Generar información técnico-científica que soporte la toma de decisiones para el aprovechamiento sostenible del recurso faunístico.
- Generar información que permita definir planes y programas de conservación de especies críticas.

Las acciones que contempla este subprograma son las siguientes:

Acción 41	P	C	O
Muestreo periódico de fauna dentro del predio del proyecto durante las etapas de preparación y construcción.	x	x	

Se realizarán muestreos sistemáticos que proporcionen datos cuantitativos del estado de especies indicadoras de fauna en la selva mediana subperennifolia. Existen especies que indican perturbación, así como especies que indican un buen estado de conservación. Por otra parte, existen especies cuyo estatus las hace de interés particular, por ejemplo, especies reportadas en los libros rojos de la UICN, en CITES o en la Norma Oficial Mexicana 059. Por ello se recomiendan los siguientes parámetros de monitoreo ambiental (Tabla 4.20).

Tabla 4. 20. Parámetros por registrar para llevar a cabo el monitoreo de fauna del proyecto.

Parámetros, índices o indicadores	Definición	Objetivo
Riqueza específica	Es el conjunto de especies de un taxón dentro de un área determinada. Se propone evaluar en aves, mamíferos, reptiles y anfibios.	Establecer la línea base de especies presentes, así como las especies potencialmente utilizables como bioindicadores o aquellas de interés especial.
Abundancia relativa	Es la proporción del tamaño poblacional de una especie con respecto al total de la población de las especies simpátricas, en el grupo de interés.	Determinar tendencia poblacional, así como obtener información para los índices de diversidad.
Índice de diversidad de especies	Se estima utilizando la riqueza específica y sus abundancias relativas. Se utilizará el índice de Shannon-Wiener.	Evaluar los cambios ocurridos a través de la comparación entre el sitio a desarrollar y un sitio testigo.
Indicadores biológicos	Especies o grupos de especies que reflejan el estado de integridad ecológica del sistema.	Conocer el grado de afectación del ambiente a lo largo del desarrollo y del manejo del predio.
Especies de interés particular	Son especies elegidas por razones obvias de conservación tales como status o carisma.	Aportar información de utilidad para planes de conservación de dichas especies.

Se registrarán los cambios generales en la biodiversidad utilizando 4 grupos indicadores de vertebrados: aves, mamíferos, anfibios y reptiles, así como la presencia de especies exóticas.

En el subprograma de monitoreo se realizarán estudios de inventario previos a la preparación del terreno, asimismo, se realizarán monitoreos una vez cada seis meses durante la etapa de construcción.

4.6.3.6. Programa de Difusión Ambiental (PDA)

Con la finalidad de proteger en mayor medida la vegetación nativa y la fauna silvestre localizada dentro del predio, así como el manejo adecuado de residuos que puedan generarse dentro del predio, se implementará un plan de difusión a empleados y usuarios del proyecto.
De igual forma se implementarán acciones de capacitación dirigidas específicamente a los trabajadores para garantizar el manejo adecuado de los residuos, el uso racional de los recursos y la conservación de la flora y la fauna. Las estrategias por implementar dependerán de las características particulares del área a la que vayan dirigidas según el organigrama

correspondiente, y deberán presentarse en un programa calendarizado a la autoridad competente para su validación, en caso de resultar autorizado el proyecto.
El plan se divide en dos subprogramas:

Subprograma de Información y Educación Ambiental (SIEA)

Este subprograma engloba las siguientes acciones:

Acción 42	P	C	O
Realizar talleres de capacitación en materia de conservación dirigidos a los trabajadores del proyecto.	x	x	

Durante las etapas de preparación y construcción, se realizarán talleres, donde se capacitará los trabajadores, sobre la importancia del cuidado de la fauna y flora silvestre, así como de las especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
Además, se realizarán talleres del adecuado manejo de los residuos, el uso adecuado de los sanitarios portátiles, la importancia de evacuar dentro de estas instalaciones portátiles y la limpieza de los mismos.

También se incluirá la información adecuada para concientizar a los trabajadores sobre la aplicación y cumplimiento de la normatividad ambiental e instrumentos aplicables vigentes.
De igual forma se implementarán acciones de capacitación dirigidas específicamente a los trabajadores del proyecto para garantizar el manejo adecuado de los residuos, el uso racional de los recursos y la conservación de la flora y la fauna. Las estrategias a implementar dependerán de las características particulares del área a la que vayan dirigidas según el organigrama correspondiente, y deberán presentarse en un programa calendarizado a la autoridad competente para su validación, en caso de resultar autorizado el proyecto.

Acción 43	P	C	O
Implementar campañas para promover la sensibilización de los trabajadores y residentes del proyecto sobre la importancia de la conservación de los ecosistemas que se desarrolla en la región.	x	x	x

Para prevenir el daño a los ecosistemas presentes en el predio y en su área de influencia debido al desconocimiento de las medidas adecuadas para su conservación, se implementará un reglamento interno, en el que se especificará la importancia de realizar campañas de divulgación ambiental dirigidas a los residentes del proyecto. En estas campañas se exhibirá y/o facilitará a los residentes del proyecto, material gráfico, fotográfico y/o audiovisual referente a los temas de cada campaña. Estas campañas tratarán lo siguiente:

- Temas críticos en cuanto a la conservación y manejo de ecosistemas en la zona, así como áreas naturales protegidas.
- El cuidado de la vida silvestre, tanto fauna como flora.
- La implementación de buenas prácticas, beneficios, económicos y ambientales, (separación de residuos de acuerdo al material de fabricación, así como la implementación de las 3 R´s (Reusa, Recicla y Reutiliza).

Dentro de las etapas de preparación y construcción se realizarán las campañas a los trabajadores donde serán capacitados con los mismos temas que se realizarán para los residentes.

Subprograma de Imagen Ambiental y Señalamientos (SIAS)

El subprograma, complementará la información y capacitación proporcionada tanto a los trabajadores como a los residentes en los talleres y campañas brindados.
Para realizar esta información complementaria se realizarán las siguientes acciones:

Acción 44	P	C	O
Colocar carteles de contenido ambiental de forma distribuida en los frentes del predio, las vialidades, y áreas comunes.	x	x	x

Durante las tres etapas del proyecto se colocarán señalamientos de diversos tipos que indiquen la ubicación de las áreas de conservación, así como las actividades prohibidas que pudieran afectarlas directa o indirectamente, e informen sobre el tipo de organismos que se encuentran en ellas para promover que sean respetados. Los señalamientos serán dirigidos a los obreros durante las etapas de preparación y construcción y hacia los residentes y visitantes del proyecto durante la operación (Figura 4.21).

Figura 4. 21. Ejemplos de señalamientos que podrán ser utilizados en las diversas áreas del proyecto para promover la conservación de los ecosistemas



Acción 45	P	C	O
Implementación de ecotecnologías		x	x

El proyecto considera estrategias para el ahorro de energía como las siguientes:
Adopción de Sistemas pasivos en las edificaciones:

- Instalación de sistemas de aislamiento térmico y circulación de aire.
- Disposición de espacios y volúmenes de forma que permita el máximo empleo de la luz natural.
- Introducción de técnicas constructivas y uso de materiales que optimicen el uso de la energía eléctrica, el gas y otros energéticos.
- Iluminación:
- Empleo de pinturas y colores que favorezcan el ahorro en iluminación.
- Utilización de luminarias de bajo consumo.

4.6.3.7. Programa de Prevención y Atención a Contingencias Ambientales (PACA)

El proceso de construcción del proyecto considera la posibilidad de situaciones de riesgo, involuntarias o accidentales, que pudieran afectar a los trabajadores del desarrollo, así como a los ecosistemas. El promovente también considera los riesgos que pueden ser generados por los fenómenos naturales comunes en la región, como son los incendios forestales, las inundaciones y los huracanes. Por lo anterior, la promovente considera la implementación de un Programa de Seguridad y Atención a Contingencias Ambientales (PACA) con el objetivo de:

- Implementar acciones de prevención y atención a contingencias que reduzcan los riesgos de daño a recursos naturales y humanos.

Este programa está conformado por dos subprogramas:

Subprograma de Salud y Seguridad (SSS)

Este Subprograma tiene la finalidad de prevenir situaciones de riesgo a los trabajadores durante las etapas de prevención y construcción, para lograrlo se pretende la realización de las siguientes acciones:

Acción 46	P	C	O
Contar con un área específica para primeros auxilios en las áreas públicas	x	x	

Subprograma de Prevención y Manejo de Contingencias (SPMC)

Dentro de las dos primeras etapas del proyecto, se implementará un área temporal, misma que se adecuará para la atención de personal en caso de requerir primeros auxilios.

Acción 47	P	C	O
Manual de procedimientos en caso de contingencias ambientales	x	x	x

Se realizará un manual de procedimientos, para el caso de presentarse contingencias ambientales, en este manual, se incluirán las estrategias a seguir en caso de huracanes e incendios, de forma tal que se prevengan accidentes en términos ambientales, de salud y de seguridad social.

Acción 48	P	C	O
Se deberá contar con material y equipo adecuado y suficiente para la atención de contingencias ambientales.		x	x

Durante las etapas de preparación y construcción se designará un área dentro del predio, cercano a los frentes de trabajo en las áreas de mayor riesgo, para resguardar el material y equipo adecuado y suficiente para la atención de contingencias ambientales tales como salchichas, colchonetas o polvos absorbentes para uso en caso de derrames; palas, extintores y equipo de protección para su uso en caso de incendios; etc.