MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

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

DIRECION GENERAL DE
IMPACTO Y RIESGO
AMBIENTAL

Documento Técnico Unificado (DTU) del trámite de Cambio de Uso de Suelo Forestal, Modalidad B-Particular.



“Unidad Habitacional Militar” (U.H.M)

JUNIO 2025

ÍNDICE

Síntesis del Proyecto 4

CAPÍTULO I DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO 11

CAPÍTULO II.- DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 15

CAPÍTULO III.- VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DE SUELO 81

lII.1 Ordenamientos jurídicos federales 81

III. 2 Programas de ordenamiento ecológico del territorio (POET) 89

III. 3 Decretos y programas de conservación y manejo de las áreas naturales protegidas 98

lII. 4 Normas Oficiales Mexicanas 99

III. 5 Planes o programas de desarrollo urbano (PDU) 101

III.6 Otros instrumentos 106

CAPÍTULO IVDESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO 107

IV.1 Delimitación del área de estudio donde pretende establecerse el proyecto 107

IV.2 Caracterización y Análisis del Sistema Ambiental (SA) 113

IV. 3 Servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo por el cambio de uso del suelo propuesto. 147

CAPÍTULO V.- IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES 151

V.1. Identificación de impactos 151

V.2.- Caracterización de los impactos 153

V.3.- Valoración los impactos 161

V.4 Conclusiones 170

CAPÍTULO VI.- JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DE SUELO 171

VI.- Justificación Técnica 171

VII.- Justificación Económica 175

VII.- Justificación Social 176

CAPÍTULO VII.- MEDIDAS PREVETIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES. .. 177

VII.1. DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN 177

VII.2. IMPACTOS RESIDUALES 179

VII.3. INFORMACIÓN NECESARIA PARA LA FIJACIÓN DE MONTOS PARA FIANZAS 181

VII.4. ESTIMACIÓN DEL COSTO DE LAS ACTIVIDADES DE RESTAURACIÓN CON MOTIVO DEL CAMBIO DE USO DE SUELO 183

CAPÍTULO VIII.- PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS 188

VIII. 1. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN PROYECTO 188

VIII.2 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO 189

VIII.3 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CONSIDERANDO LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN 190

VIII.4 PRONÓSTICO AMBIENTAL 191

VIII. 6 SEGUIMIENTO Y CONTROL 194

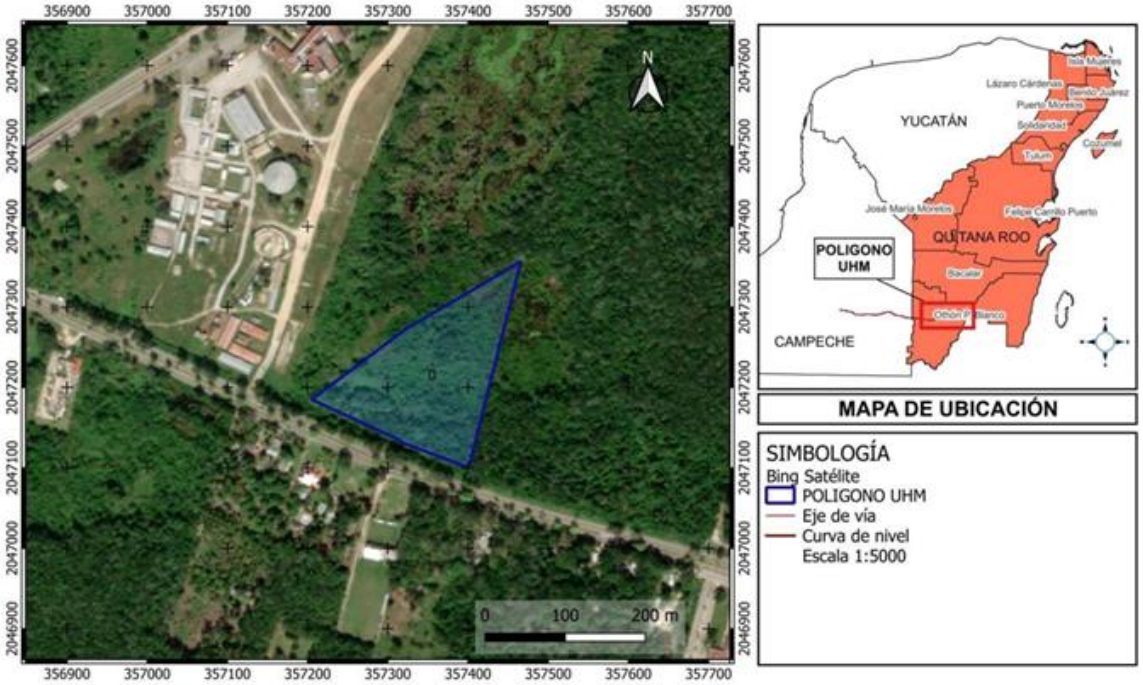
Síntesis del Proyecto

Los objetivos principales del proyecto son la construcción de la unidad habitacional militar, con el fin de integrar a los miembros de la Guardia Nacional Mexicana, para salvaguardar la integridad de la ciudadanía y proteger las obras relacionadas con el proyecto TREN MAYA, como talleres y cocheras, zonas arqueológicas habilitadas y parques ecoturísticos.

El presente proyecto tiene como objetivos cumplir con los lineamientos del orden jurídico, de acuerdo con los **artículos 12 y 13 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental**, así como con el **artículo 121 del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (fracciones V, IX, X, XI, XIII y XVI) y la Ley General de Vida Silvestre, además de la Gestión Integral de Residuos**.

El área del predio donde se pretende realizar el proyecto consta de dos parcelas que unificadas cuenta con una superficie de **29,996,512 m²**, y el área de construcción será de **25,437.83 m².** La poligonal se encuentra en la ciudad de Chetumal, municipio de Othón P. Blanco, estado de Quintana Roo, con las coordenadas de referencia **357,353.00 m E y 2,047,218.00 m N.** Este lugar está destinado a la construcción de áreas diseñadas para brindar confort a los militares, con el fin de garantizar la seguridad de las estaciones del proyecto (Tren Maya, Talleres y Cocheras, áreas arqueológicas y parques ecoturísticos).

Carta del área del polígono del predio



Carta 4. Poligonal del predio del proyecto

La obra se compondrá de estructuras pequeñas, como casetas de vigilancia, palapas, canchas de usos múltiples, un tanque elevado de cisterna para el almacenamiento de agua potable, estacionamientos, una alberca, un área de juegos infantiles y un espacio destinado para contenedores de residuos sólidos urbanos (RSU). Además, contará con estructuras más complejas, como casas y edificios.

Cabe mencionar que el proyecto incluirá áreas verdes distribuidas en diferentes puntos de la construcción. Que albergará especies de palmas, como la Palma Chit (*Thrinax radiata*), catalogada como especie con **amenaza tipo (A)**, y el Huano (*Sabal yapa*), así como otras especies de flora que se encuentran actualmente en el predio y que serán reubicadas en el mismo. Estas especies serán debidamente rescatadas antes de que se realice el impacto o cambio de uso del suelo, **con el fin de preservar su ecología y hábitat.**

Se exhortará al promovente a implementar un manejo preventivo y de conservación, asegurando que el proyecto sea sustentable y respetuoso con el medio ambiente.

Con la evaluación del inventario forestal y el rescate de fauna, se pretende estimar el impacto potencial del proyecto y determinar las acciones de remediación necesarias, de acuerdo con el estudio forestal. Además, se considerará la conservación de las especies de fauna rescatadas en el área, así como el análisis de las comunidades ecológicas de vida silvestre, incluyendo las aves

de la región y las aves migratorias. Este análisis tendrá en cuenta la estacionalidad de la ejecución de la obra.

Las recomendaciones derivadas de las incidencias analizadas por la empresa **Soluciones Integrales para la Calidad en la Construcción (S.I.C.A.C.)** incluyen un análisis para la evaluación del suelo, realizado mediante la perforación aleatoria de siete pozos en el área del predio donde se llevará a cabo la construcción. Este análisis tiene como objetivo realizar el cambio de suelo necesario para la elaboración de la **Unidad Habitacional Militar (U.H.M.)**.

Con base en los resultados obtenidos durante sus trabajos de campo, la empresa logro un análisis de las condiciones iniciales del sitio, incluyendo la topografía, uso de suelo, vegetación y la estratigrafía identificada mediante los sondeos de exploración directa. Además, se consideran los requerimientos de las edificaciones a desarrollar.

Se deberá realizar el desmonte de árboles y palmeras, seguido del rescate de flora, así como el retiro de la capa vegetal, cuyo espesor máximo identificado fue de 0.70 m. De acuerdo con los niveles del proyecto y con la condición inundable del sitio, se recomienda la construcción de un pedraplén con el fin de elevar el desplante de la cimentación por encima del nivel de las aguas freáticas identificadas. Esto también responderá a la posible condición de inundación durante la época de lluvias, debido a la topografía natural del terreno.

El pedraplén actuará como una capa rompedora de capilaridad, lo que ayudará a evitar cambios volumétricos en el material de desplante de las cimentaciones.

De acuerdo con la estratigrafía identificada, se localizó un estrato de arena gruesa de color blanco, con compacidad media, entre 0.70 m y 1.70 m de profundidad. Este estrato presentó una resistencia a la penetración entre 18 y 25 golpes, lo que permite utilizarlo como terreno adecuado para el desplante del pedraplén.

Se recomienda la construcción del cuerpo del pedraplén para alcanzar una cota que quede a 0.50 m por encima del nivel máximo de aguas extraordinarias **(N.A.M.E.).** El sobreancho del pedraplén será, como mínimo, la mitad de la altura del pedraplén colocado en el punto de trabajo, y deberá ser construido con un talud de inclinación **2.0:1.0 (H:V).**

El material deberá ser colocado en capas de 0.60 m de espesor, con la compactación recomendada. La compactación se realizará de afuera hacia el centro utilizando un rodillo vibratorio de al menos 12.0 toneladas, en franjas de, como mínimo, 2.0 m, comenzando desde el borde del talud.

El pedraplén estará compuesto por fragmentos de roca no sensibles al agua, sin alteración apreciable, compactos y estables frente a la acción de los agentes externos. La granulometría del material comprenderá tamaños de entre 7.5 cm y 75.0 cm. Sobre el pedraplén se colocará una zona de transición con un espesor mínimo de 1.0 m.

Las capas colocadas en la zona de transición decrecerán desde la parte más baja hasta la parte superior, con el objetivo de brindar continuidad al pedraplén. Las capas de la zona de transición deberán colocarse de la siguiente manera: primero, se colocará una capa de 0.50 m de espesor con un tamaño máximo de partícula de 30 cm; luego, se construirá una capa de 0.30 m de espesor con un tamaño máximo de partícula de 20 cm; finalmente, la última capa será de 0.20 m de espesor, con un tamaño máximo de partícula de 13 cm. Entre cada dos capas sucesivas, se deberán verificar las condiciones de filtro correspondientes.

Esto garantizará un adecuado drenaje y evitará el paso de material fino desde las terracerías hacia el cuerpo del pedraplén.

Una vez alcanzada la última capa de la zona de transición, se rematará con la construcción de una capa de sellado o un geotextil, con el propósito de impedir el arrastre de finos y asegurar que el proyecto sea sustentable con el medio ambiente. Posteriormente, se deberá construir una plataforma de material subyacente, con la restricción de que su construcción mínima consista en tres capas de 0.20 m cada una, compactadas al 95 ± 2.0% respecto a su M.V.S.M. obtenida en la prueba AASHTO. La calidad de los materiales utilizados deberá cumplir con lo establecido en la norma N-CMT-1-02/21. En consecuencia, se deberán colocar las capas de material con calidad de subrasante, no mayores a 0.20 m de espesor, compactadas al 100 ± 2.0% respecto a su M.V.S.M. obtenida en la prueba AASHTO, hasta alcanzar el nivel de proyecto. La calidad de los materiales utilizados deberá cumplir con lo establecido en la norma N-CMT-1-03/21.

Para la construcción de las cimentaciones, se deberán seguir las siguientes recomendaciones emitidas por la empresa **SICAC**: no se deberá desplantar ninguna cimentación sobre rellenos (como basura, cascajo, cobertura vegetal o rellenos no controlados), los cuales deberán ser retirados en su totalidad y sustituidos por material de mejoramiento.

La construcción de la cimentación se llevará a cabo mediante la excavación estricta de la cepa o cajón que las alojará, ajustándose a las dimensiones especificadas en los planos del proyecto o en las recomendaciones emitidas en el informe correspondiente.

La excavación deberá realizarse de manera ordenada y rápida, manteniendo las zanjas abiertas el menor tiempo posible, y evitando filtraciones y escurrimientos de agua hacia ellas.

Una vez terminada la excavación para el desplante de la cimentación, se colocará una plantilla de concreto pobre de f'c = 100 kg/cm² con un espesor mínimo de 5 cm en el fondo de las cepas, con el fin de proteger el terreno y nivelar la superficie de desplante, proporcionando una superficie de trabajo limpia para proceder con el armado y colocación del elemento de cimentación.

Cuando el concreto de las estructuras construidas haya alcanzado la resistencia que el ingeniero estructurista considere adecuada, se procederá con la construcción del resto de la estructura.

En conjunto con el Estudio de Análisis Ecológico Ambiental, se describe la vegetación dentro del polígono como Selva Baja Subperennifolia con transición a Selva Mediana Subperennifolia, debido

a las características forestales del sitio. El suelo es poco permeable, con humedad cercana al manto acuífero.

Se tomarán medidas de mitigación ambiental, tales como la realización de pláticas de concientización dirigidas a los trabajadores de la obra. Además, en relación con la fauna silvestre, se implementarán prácticas de ahuyentamiento de los organismos, así como su rescate y reubicación en puntos estratégicos que ofrezcan condiciones similares a su hábitat original.

Se realizará el análisis de los datos obtenidos para calcular estimaciones como el índice de valor de importancia (IVI), tanto para la vegetación forestal como para la fauna silvestre. De igual forma, se analizará el impacto en la reducción de CO2, la estimación del volumen por especie de materias primas forestales derivadas del cambio de uso de suelo, y la estimación económica de los recursos biológicos forestales del área sujeta a cambio de uso de suelo, conforme a lo estipulado en el marco jurídico del instructivo proporcionado por la SEMARNAT.

De acuerdo con los estudios de mecánica de suelos realizados por la empresa certificada "Soluciones Integrales para la Calidad en la Construcción", y considerando las condiciones de la zona inundable, se llevó a cabo el desmonte y el retiro de la capa vegetal, cuyo espesor es de 0.70 m. Se recomienda la construcción de un pedraplén debido a que se observó que el nivel del terreno natural dentro de la poligonal de estudio es inferior al nivel de la vialidad más cercana. Dado que el lugar se encuentra en un punto bajo, el proyecto está ubicado en una zona susceptible a inundaciones. La zona presentó una densa capa de materia vegetal de aproximadamente 0.30 m a 0.70 m de espesor. Durante las lluvias, el agua escurre hacia la poligonal debido al desnivel presente, lo que genera la formación de una zona pantanosa.

"La descripción de la topografía es sensiblemente plana y con abundante vegetación conformada por árboles, arbustos y palmeras; por lo que el agua se encuentra estancada y se aprecia de forma superficial dentro de las recomendaciones con base a los resultados obtenidos de campo que permitió conocer las condiciones iniciales del sitio como topografía, uso de suelo y vegetación; la estratigrafía que se identificó mediante los sondeos de exploración directa, así como los requerimientos de las edificaciones a desarrollar".

La incidencia y congruencia con los principales instrumentos regulatorios ambientales aplicables se relaciona con el uso de suelo que se otorgará en una superficie de **25,437.83 m²**.

Tabla 3. Cuadro de área de construcción en 25,437.83 m²

UNIDAD HABITACIONAL MILITAR				
NUMERO	CONCEPTO	PLANTAS	CANTIDAD	UNIDAD
1	CASA PARA JEFE	PLANTA BAJA	356	M²
2	BARDA PERIMETRAL	ALTURA 3 MTS	158	M²
3	EDIFICIO A	PLANTA BAJA	777	M²
		PRIMERA PLANTA	777	M²
		SEGUNDA PLANTA	777	M²

UNIDAD HABITACIONAL MILITAR				
NUMERO	CONCEPTO	PLANTAS	CANTIDAD	UNIDAD
		TERCERA PLANTA	777	M²
		CUARTA PLANTA	777	M²
		QUINTO PLANTA	777	M²
4	EDIFICIO B	PLANTA BAJA	777	M²
		PRIMERA PLANTA	777	M²
		SEGUNDA PLANTA	777	M²
		TERCERA PLANTA	777	M²
		CUARTA PLANTA	777	M²
		QUINTO PLANTA	777	M²
5	EDIFICIO C	PLANTA BAJA	777	M²
		PRIMERA PLANTA	777	M²
		SEGUNDA PLANTA	777	M²
		TERCERA PLANTA	777	M²
		CUARTA PLANTA	777	M²
		QUINTO PLANTA	777	M²
6	ADMINISTRACION	PLANTA BAJA	103	M²
7	PALAPA Y ALBERCA	PALAPA	604	M²
8	TANQUE ELEVADO CAP. 73 M³	PLANTA	37.7	M²
9	CANCHAS DE USOS MULT.	PLATAFORMA	551	M²
10	CISTERNA 10 M³	DEPOSITO	14.54	M²
11	JUEGOS INFANTILES	PLATAFORMA	1195	M²
12	CONTENEDOR DE BASURA	PLANTA BAJA	53.2	M²
13	CASETA DE TABLERO DE DISTRI.	PLANTA	4.03	M²
14	CASETA DE PLANTA DE EMERG.	PLANTA	32.67	M²
15	CASETA DE ACCESO	PLANTA	31.42	M²
16	ESTACIONAMIENTOS, VIALIDADES Y BANQUETAS	EDIFICIOS	6293	M²
17	PTAR	PLANTA	515.04	M²
CONSTRUCCIONES TEMPORALES				
18	LABORATORIO DE PRUEBAS	PRUEBES DE CIMENTACION	40.50	M²
19	VIVERO	VIVERO FORESTAL	384.27	M²
20	ALOJAMIENTOS	DORMITORIOS	640.25	M²
21	CASETA DE VIGILANCIA DE OBRA	VIGILANTE	9.5	M²
22	COCINAS	COMEDORES	60.8	M²

UNIDAD HABITACIONAL MILITAR				
NUMERO	CONCEPTO	PLANTAS	CANTIDAD	UNIDAD
23	ENFERMERIA	ENFERMERIA	8.16	M²
24	CENTROS DE ACOPIO	PET, MADERA, MATERIAL FERROSO	359.75	M²
AREA DE CONSTRUCCION, PEDRAPLEN, CUSTF.			**25,437.83**	**M²**
AREA PERMEABLE			**4,558.682**	**M²**
AREA TOTAL DEL PREDIO			**29,996.512**	**M²**

El presente estudio se llevó a cabo siguiendo los lineamientos establecidos en la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) y su reglamento en materia de impacto ambiental, así como en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 5 de junio de 2018 (texto vigente, con última reforma publicada el 26 de abril de 2021).

También se atendieron las recomendaciones del Instructivo para la Elaboración del Documento Técnico Unificado (DTU) del trámite de cambio de uso de suelo forestal, modalidad B-particular, derivado del Acuerdo por el que se expiden los lineamientos y procedimientos para solicitar, en un trámite único ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, las autorizaciones en materia de impacto ambiental y en materia forestal, según lo indicado y asignado a los servidores públicos correspondientes (acuerdo publicado en el DOF el 22 de diciembre de 2010).

CAPÍTULO I

DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

I.1. Datos generales del proyecto

I.1.1 Nombre del proyecto

El proyecto "Unidad Habitacional Militar" (U.H.M.), que se pretende establecerse en el municipio de Othón P. Blanco, Chetumal, Quintana Roo, se encuentra ubicado al oeste de la ciudad. El predio cuenta con una superficie de 29,996.512 m², y la superficie destinada a la construcción será de 25,437.83 m². Este proyecto requiere la presentación del Documento Técnico Unificado (DTU) del Trámite de Cambio de Uso de Suelo Forestal, Modalidad B-Particular, para ser evaluado por la autoridad federal en materia ambiental, específicamente por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), con el fin de obtener la autorización en materia de impacto ambiental para su construcción.

I.1.2 Ubicación (dirección) del proyecto

El predio donde se realizará el proyecto se encuentra en Avenida Álvaro Obregón. Número: s/n, Colonia Santa Isabel (Cereso), referencia: A un lado del puente, Código postal 77962 Municipio Othón P. Blanco, Estado de Quintana Roo.

1.1.3 Duración del proyecto

El tiempo estimado para concluir la obra es de 1 año.

La vida útil del proyecto se estima en 50 años.

I.2 Datos generales del promovente

I.2.1 Nombre de razón social

SECRETARIA DE LA DEFENSA NACIONAL

I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente

SDN8501014D2

I.2.3 Datos del Representante Legal

M.I.C, I.R.O. Elhí Ricardo García Crisantos, Administrador único de la razón social Secretaría de la Defensa Nacional.

I.2.4 Dirección del promovente para recibir u oír notificaciones

[redacted]

I.3 responsable de la elaboración del documento técnico unificado

I.3.1 Nombre del responsable técnico del documento técnico unificado en materia de impacto ambiental

Enoc Isaí Galván Fuentes, gestor en materia de impacto ambiental

Cedula Profesional: 13694445

I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP

[redacted]

I.3.3 Dirección del responsable técnico del Documento

[redacted]

I.3.4 Datos de inscripción en el Registro de la persona que haya formulado el documento en materia forestal y, en su caso, del responsable de dirigir la ejecución del cambio de uso de suelo

[redacted]

[redacted]

Número de inscripción en Registro Forestal Nacional:

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

DELEGACION FEDERAL EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO

0097 Bitácora: 23/A1-0094/12/10
Oficio No. 03/ARRN/0046/11
Asunto: Certificado de Inscripción en el Registro Forestal Nacional

Por un uso responsable del papel, las copias de conocimiento de este asunto son remitidas vía electrónica

Chetumal, Quintana Roo a 11 de enero de 2011

2010, Año de la Patria. Bicentenario del Inicio de la Independencia y Centenario del Inicio de la Revolución

C. ANGEL FRANCISCO BENITEZ BAEZA
CALLE Y NÚMERO: REFORMA L-11 MZA. 180
COLONIA: SOLIDARIDAD, C.P. 77086
OTHON P. BLANCO; QUINTANA ROO

En atención a su solicitud recibida con fecha 21 de diciembre de 2010 mediante la cual solicita su inscripción en el Registro Forestal Nacional como Prestador de Servicios Técnicos Forestales Persona Física.

Con fundamento en los Artículos 26 y 32 Bis de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, 19 fracción XXV, 37, 38 y 39 fracción XXI del Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 16 fracción VI, 51 fracción IV y 107 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, 16 del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable; y en virtud de haber cumplido con los requisitos que señalan los artículos 75 fracción I y 76 del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, y con lo dispuesto en el artículo 194-N-1 de la Ley Federal de Derechos; **se certifica:**

Que en el Registro Forestal Nacional con fecha 11 de enero de 2011 se realizó su inscripción integrandose en el **Libro QROO, Tipo UI, Volumen 2, Número 19, Año 11**; como Prestador de Servicios Técnicos Forestales Persona Física, lo que le faculta para llevar a cabo las actividades que se enuncian en el artículo 108 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, y en el 77 de su Reglamento.

Lo anterior, para su observancia y cumplimiento de las disposiciones legales aplicables.

A T E N T A M E N T E
LA DELEGADA FEDERAL

LIC. GABRIELA LIMA LAURENTS

C.c.p. Biól. Guy Adrián Pitta Herrera. Delegado Federal de la Profepa en Quintana Roo. Ciudad
Lic. Javier Castro Jiménez. Subdelegado de Gestión para la Protección Ambiental. Edificio Minusario

12 ENE 2011

AV. INSURGENTES #445. QUINTANA ROO. C.P. 77039, (01983) 835-02-16, (01983)835209, delegado@qr.semarnat.gob.mx

Copia de identificación oficial (Credencial de Elector):





CAPÍTULO II

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1- Información general del proyecto

El proyecto "**UNIDAD HABITACIONAL MILITAR" (U.H.M.)**, tiene como objetivo proporcionar un espacio adecuado y funcional para los militares, donde puedan disfrutar de condiciones de vida confortables. Este proyecto incluirá tanto estructuras pequeñas como grandes, cada una pensada para cumplir con las necesidades específicas de los residentes.

Entre las estructuras más sencillas se encuentran:

- **Palapas**: Espacios al aire libre, posiblemente para recreación o reuniones sociales.
- **Cancha de usos múltiples**: Un área versátil para practicar deportes o actividades recreativas.
- **Tanque elevado de cisterna**: Un sistema de almacenamiento de agua para garantizar el suministro constante.
- **Alberca**: Una piscina para el disfrute y esparcimiento de los habitantes.

A su vez, el proyecto contempla estructuras complejas como:

- **Casas**: Viviendas individuales o familiares adaptadas a las necesidades de los militares.
- **Edificios**: Probablemente destinados a alojamientos más grandes o áreas administrativas.

Este tipo de infraestructura busca asegurar que los militares cuenten con un lugar cómodo y funcional, tanto para su descanso como para sus actividades cotidianas.

El proyecto tendrá un área de construcción de 25,437.83 m². El predio cuenta con una superficie total de 29,996.512 m² (02-99-96.512 has). Se ubicará en un polígono actual (Carta 3). Que se encuentra al oste de la ciudad de Chetumal, en el estado de Quintana Roo, capital de dicho estado. La ubicación específica es a un lado del puente situado en la avenida Álvaro Obregón.

El acceso al proyecto se realiza a través de la vialidad de la carretera Federal denominada Álvaro Obregón, lo que proporciona fácil acceso y una vía rápida para quienes se desplacen desde y hacia la ciudad de Chetumal. Esta ubicación es estratégica, ya que permite una conexión directa con la Carretera Federal (libre), en el tramo Chetumal-Villahermosa, lo que facilita el transporte y la logística. la ubicación estratégica de la U.H.M. no solo favorece la seguridad y conectividad, sino que también coloca al proyecto en una zona con un alto potencial de desarrollo regional, con

beneficios directos de la interconexión con el Tren Maya y otras iniciativas de infraestructura en la zona.

La Unidad Habitacional Militar (U.H.M.) se construirá teniendo en cuenta las características del terreno, aprovechando la topografía existente para adaptar las obras necesarias de manera eficiente. Esto permitirá que la construcción sea más funcional, respetuosa con el entorno y optimice el uso del espacio disponible, garantizando la estabilidad y el confort de las estructuras, así como el menor impacto ambiental posible.

II.1.1 Naturaleza del proyecto

El proyecto consiste en la construcción de una Unidad Habitacional donde los militares podrán realizar sus actividades diarias en beneficio de la Guardia Nacional. Es una obra privada, proporcionada por la SECRETARIA DE LA DEFENSA NACIONAL.

El proyecto generará un cambio de uso de suelo, principalmente de la vegetación Selva baja Subperennifolia con sucesión a Selva Mediana Subperennifolia con la presencia de fases sesiónales de vegetación secundaria Arbórea, Arbustiva y Herbácea. Siendo un área por modificar de 25,437.83 m². Por lo tanto, se requiere autorización previa de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) en materia de Impacto Ambiental, con base en lo estipulado en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) en su artículo 28, fracción X y VII. En su Reglamento en el artículo 5°, Inciso O), Fracción I y II, Inciso R), Fracción I. Así como en Cambio de Utilización de Terrenos Forestales, de acuerdo con el articulo 117 y 118 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (2015) y de los artículos del 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126 y 127 del Reglamento de este. Siendo el impacto de la obra la remoción parcial o total de la vegetación, durante la etapa de construcción del proyecto Unidad Habitacional Militar (U.H.M.).

El proyecto consiste en obra nueva, el personal que se vaya a encontrar activo salvaguardará a los ciudadanos y las obras relacionadas como: Tren Maya, Talleres y Cocheras, Parques como el Parque Recinto Ferial de Chetumal y Zonas Arqueológicas rehabilitadas.

La Unidad Habitacional tendrá la capacidad de albergar familias de militares (180 aproximadamente) que cumplan su función operativa.

Las unidades habitacionales militares son parte del patrimonio del Instituto de Seguridad Social para las Fuerzas Armadas Mexicanas (ISSFAM). Entre los beneficios que ofrecen se encuentran: Casa habitación en renta, subsidio básico para alojamiento (BAH), y prestación económica para la adquisición de vivienda nueva o usada. Consulta el enlace: https://www.gob.mx/issfam.

Los diferentes tipos de vegetación se basan de acuerdo con el Sistema de clasificación de la Vegetación Natural e Inducida del INEGI para la generación de Información de suelo y vegetación escala 1:250 000. "El sistema está basado en los trabajos de Faustino Miranda y Efraím. Hernández Xolocotzi (1963) y Jerzy Rzedowski (1978, 2005), otros autores que han publicado sobre diversas

partes del país y aportaciones particulares del INEGI en los 40 años de trabajo de campo para el tema”.

El sistema de clasificación de la vegetación natural e inducida del INEGI se basa en características ecológicas y florísticas similares para determinar la clasificación y descripción de la vegetación en una zona determinada. En el caso del área dentro del polígono del proyecto, la clasificación de la vegetación se considera Selva baja inundable Subperennifolia con sucesión a Selva Mediana Subperennifolia con la presencia de fases sesiónales de vegetación secundaria Arbórea, Arbustiva y Herbácea.

II.1.2 Objetivos del Proyecto

Construir una Unidad Habitacional Militar segura, funcional y sostenible que satisfaga las necesidades de vivienda y bienestar de los miembros del personal militar y sus familias, contribuyendo a la mejora de la calidad de vida y la eficiencia operativa de la construcción militar.

Ambientales

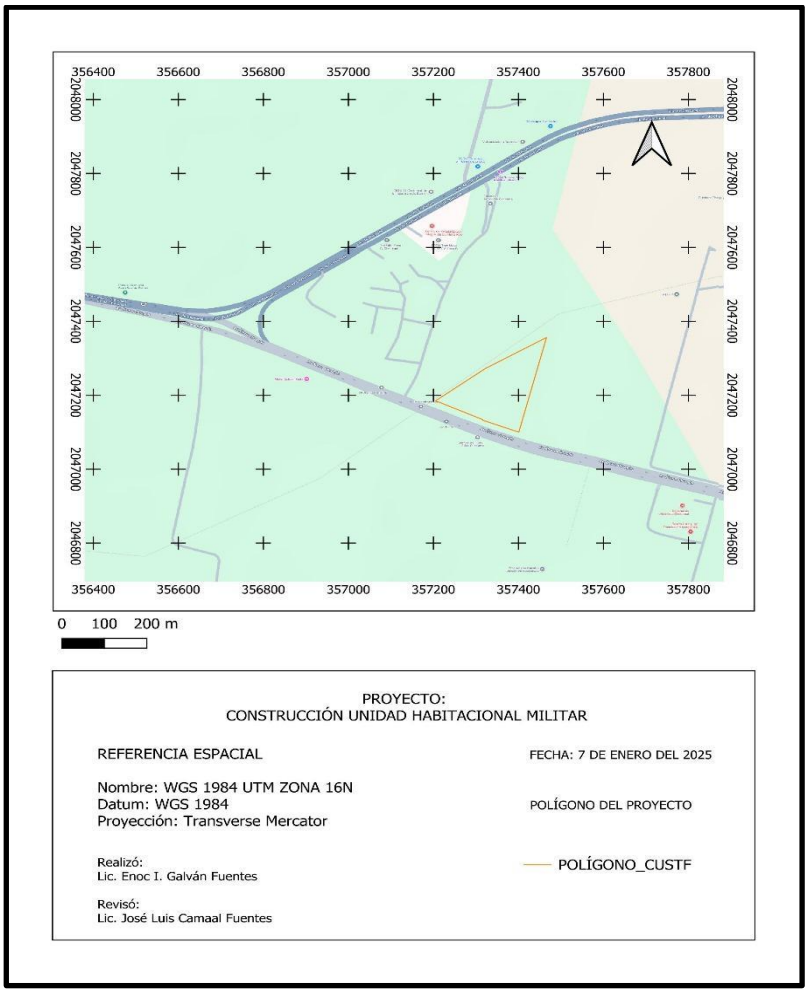
- Diseñar y construir viviendas que cumplan con los estándares de seguridad y habitabilidad establecidos por la institución militar, integrando criterios de sostenibilidad ambiental mediante la gestión adecuada de residuos.
- Proporcionar espacios comunes y servicios básicos diseñados para mejorar la calidad de vida de los residentes, promoviendo la gestión sostenible del agua mediante la instalación de una planta de tratamiento de aguas residuales. Este espacio y servicio contribuirá a un entorno saludable, accesible y ecológicamente responsable para todos.
- Coordinar con las autoridades correspondientes para asegurar el cumplimiento de las regulaciones y normas ambientales, de seguridad y habitabilidad aplicables.
- Aplicar técnicas y estrategias de manejo sostenible para prevenir y minimizar el impacto ambiental provocado por la remoción de vegetación característica del proyecto, incluyendo la reforestación, la restauración ecológica de las áreas afectadas y la implementación de prácticas de conservación del suelo y biodiversidad.
- Durante la ejecución del proyecto y las etapas de preparación del sitio, implementar medidas de control de erosión hídrica, como la estabilización del suelo y la vegetación de áreas afectadas, para reducir al mínimo los riesgos ambientales. En las etapas de construcción y operación del desarrollo habitacional, adoptar estrategias de eficiencia en el uso de recursos naturales, como la optimización en el consumo de agua y la gestión responsable de residuos, para promover la conservación a largo plazo del entorno.

II.1.3 Ubicación física

El proyecto se llevará a cabo en el predio ubicado a 2 kilómetros de la ciudad de Chetumal, en el estado de Quintana Roo, México. En la dirección avenida Álvaro Obregón s/n, CP 77040, Colonia Santa Isabel, a un lado del puente, dentro del área contemplada en el plan urbano en desarrollo urbano (Carta 1).

Específicamente, el área del proyecto se encuentra localizado dentro de las coordenadas geográficas UTM, con Datum WGS 84, zona 16N, y los vértices que definen el polígono, cuyo cuadro de construcción se muestra en la siguiente tabla de coordenadas.

Carta. 1. ubicación del proyecto georreferenciado.



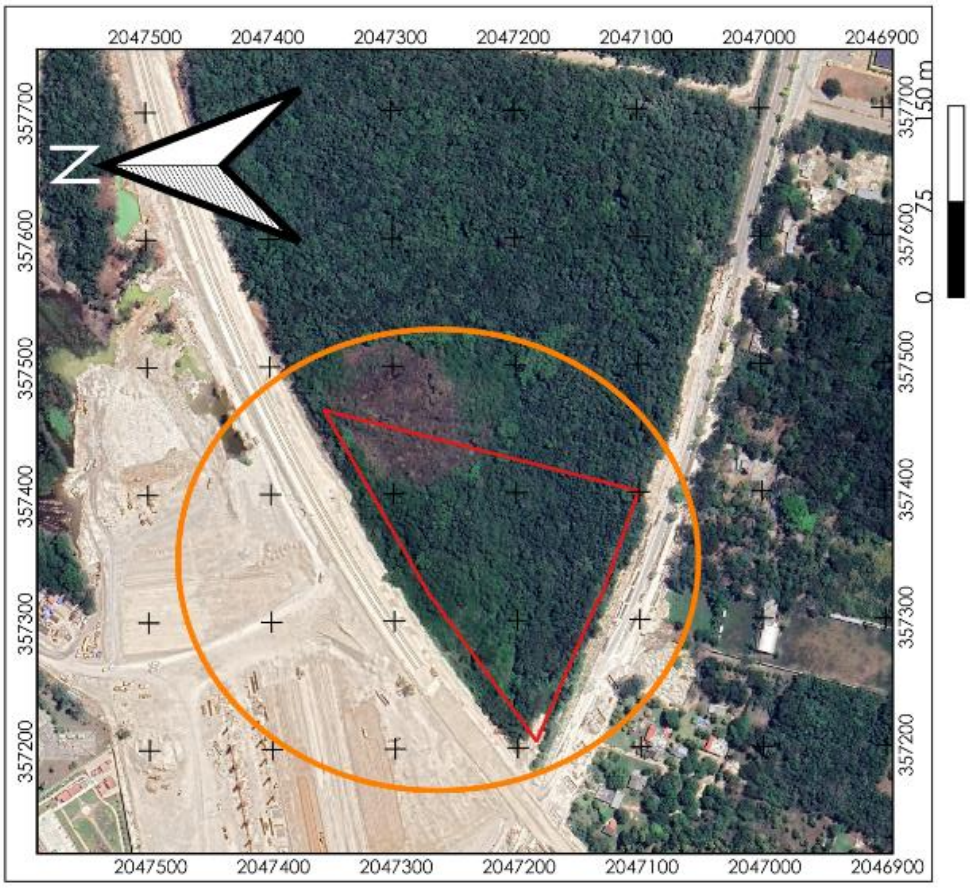
Carta 2.- Ubicación física del proyecto con tabla de coordenadas.

TABLA DE COORDENADAS DEL SITIO

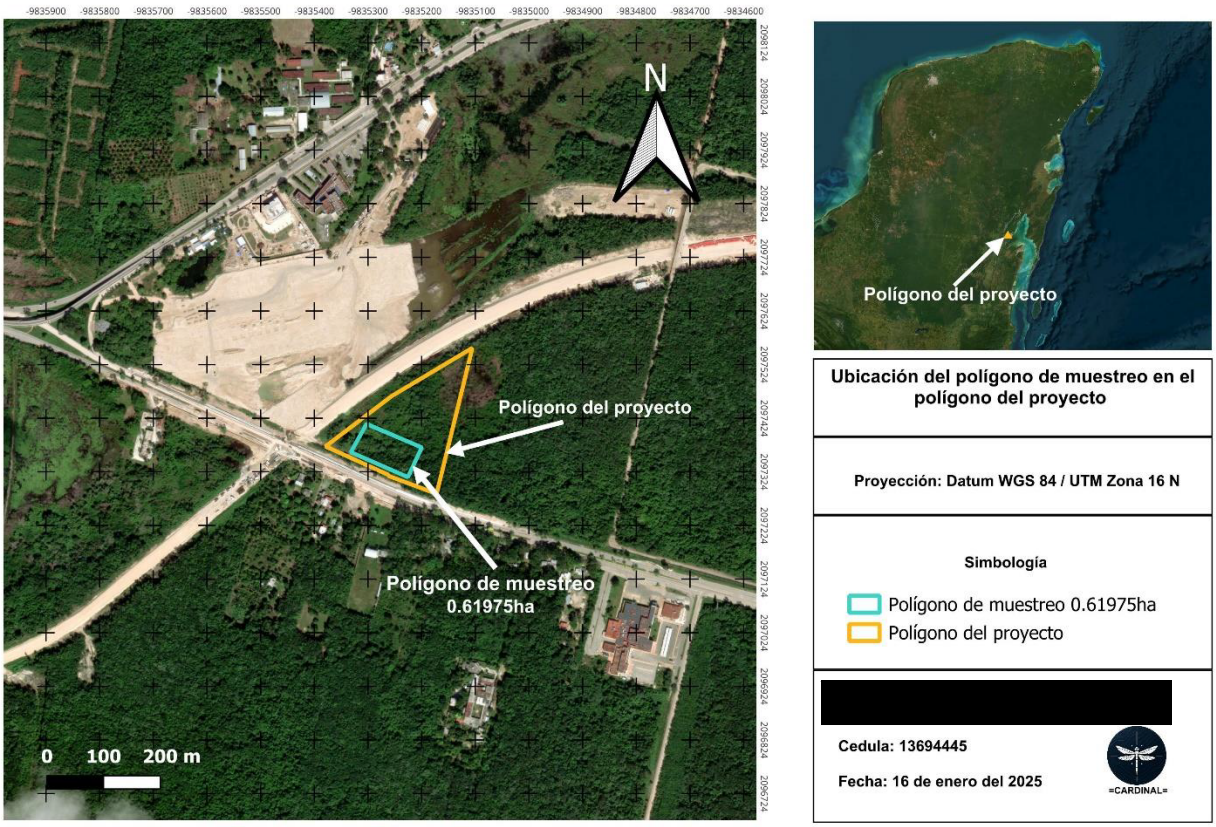
CUADRO DE CONSTRUCCION FRACCION 2 PARCELA NUMERO 78 Z-1 P1/2								
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS			
EST	PV					Y	X	
				1	2,047,294.9137	357,357.0083		
1	3	N 60°34'59.74 E	125.042	3	2,047,356.3290	357,465.9285		
		CENTRO DE CURVA						
		DELTA=05°9'44.15"	LONG. CURVA=125.084	2	2,046,117.6383	358,092.6633		
			SUB.TAN.=62.584					
3	4	S 14°18'20.60 W	264.126	4	2,047,100.3550	357,400.8131		
4	5	N 69°17'06.81 W	91.057	5	2,047,132.5540	357,316.6480		
5	6	N 14°13'31.79 E	1.616	6	2,047,134.1300	357,316.0400		
6	7	N 65° 20'08.14	122.079	7	2,047,185.0740	357,205.0983		
7	1	N 54°07'51.25 E	187.460	3	2,047,294.9137	357,357.0083		
		CENTRO DE CURVA			2,046,117.6383	358,092.6633		
		DELTA=07°44'32.82"	LON.CURVA=187.603	13				
		RADIO=1,388.303	SUB.TAN.=93.945					
			SUPERFICIE = 29,996.512 M²					

SITIO DEL PROYECTO

POLIGONO DEL PROYECTO
29,996.512 m² (02-99-96.512 has)



Carta. 3. Ubicación del polígono de muestreo en el polígono del proyecto: Elaboración propia



La legítima propiedad de los inmuebles que integran “EL PREDIO” base de esta Acta, se acredita mediante sus respectivos Títulos de Propiedad a favor de FONATUR Tren Maya, S.A. DE C.V., los cuales se encuentra debidamente inscritos bajo los siguientes folios: **Parcela 78** con folio traslativo de dominio **No. 1947** y la **Parcela 77** con folio traslativo de dominio **No. 94618,** expedidos el día 23 de mayo de 2023, ante el Registro Público de la Propiedad y del Comercio del Estado de Quintana Roo, documentos que se adjuntan en anexos.

Tabla 1. Cuadro de construcción de la fracción del área del proyecto amparada por la escritura No. 1947 y No. 94618

LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS Y	COORDENADAS X
EST	PV					
				1	2,047,294.9137	357,357.0083
1	3	N 60°34'59.74" E CENTRO DE CURVA DELTA=05"9"44.15"	125.042 LONG, CURVA=125.084 SUB.TAN=62,584	3	2,047,356.3290	357,465.9285
				2	2,046,117.53830	358,092.6533
3	4	S 14°16'20.60" W	264.126	4	2,047,100.3558	357,400.8131
4	5	N 69°17'06.81" W	91.057	5	2,047,132.5640	357,315.6430
5	6	N 14°13'31.73" E	1.616	6	2,047,134.1300	357,316.0400
6	7	N 65°20'08.14	122.079	7	2,047,185.0740	357,205.0983
7	1	N 54°07'51.25" E CENTRO DE CURVA DELTA=07"44"32.82" RADIO=1,388.303	187.46 LON.CURVA=187.603 SUB.TAN.=93.945	3	2,047,294.9137	357,357.0083
				13	2,046,117.5383	358,092.6533
SUPERFICIE = 29,996.512 M²						

II.1.4 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

El área donde se localizará el proyecto se encuentra en la localidad de Chetumal, Quintana Roo (Carta 4). Durante la etapa constructiva del proyecto será necesario el suministro de energía eléctrica, que será provista por medio de la conexión directa de electricidad (Se anexa comprobante de contrato de CFE). El suministro de agua para la construcción será por medio de pipas a razón aproximada de 80,000 litros al día durante la etapa de construcción (11 meses). En cuanto al consumo de agua potable, se utilizarán garrafones de 20 litros, con un consumo estimado de cuatro a cinco litros por persona al día. Se alquilarán sanitarios, asignando uno por cada 15 trabajadores. La misma empresa se encargará de gestionar las aguas residuales y de su disposición final. Además, se contratará una empresa registrada en el padrón de la Secretaría correspondiente.

En la zona de la vialidad existen líneas de transmisión eléctrica y acueductos subterráneos de agua potable. Será necesario garantizar el suministro de estos servicios durante la operación del proyecto. Adicionalmente, se construirá un tanque elevado con capacidad de 73 m³ de agua potable. Asimismo, se construirá una planta de tratamiento de aguas residuales para su uso una vez que el proyecto esté en operación.

II.1.5 Inversión requerida

Se tiene estimada una inversión aproximada de **$391,022,249.28** (Trescientos noventa y un millones veintidós mil doscientos cuarenta y nueve, punto veintiocho pesos m.n.) donde aproximadamente el 10% (Treinta y nueve millones ciento dos mil doscientos veinticuatro con novecientos veintiocho pesos m.n.) será usado para aplicar las diferentes medidas de prevención y mitigación del proyecto, estos gastos se encuentran desglosados de la siguiente manera (Tabla 2):

Tabla 2. Inversión para el proyecto

Inversión para el proyecto Unidad Habitacional Militar (U.H.M)					
Concepto	**Inversión en etapa de preparación de sitio**	**Inversión en etapa de construcción**	**Inversión en etapa de operación**	**Inversión en medidas de prevención y mitigación**	**Inversión total por concepto**
Construcción Unidad Habitacional	$4,692,266.99	$132,947,564.75	$1,955,111.24	$21,506,223.71	$161,101,166.69
Áreas comunes	$3,519,200.24	$99,710,673.56	$1,955,111.24	$5,865,333.74	$111,050,318.78
Cisterna y tanque	$1,759,600.12	$49,855,336.78	$1,955,111.24	$5,865,333.74	$59,435,381.88
PTAR	$1,759,600.12	$49,855,336.78	$1,955,111.24	$5,865,333.74	$59,435,381.88
Total	**$11,730,667.48**	**$332,368,911.89**	**$7,820,444.99**	**$39,102,224.92**	**$391,022,249.28**

II.2 Características particulares del Proyecto

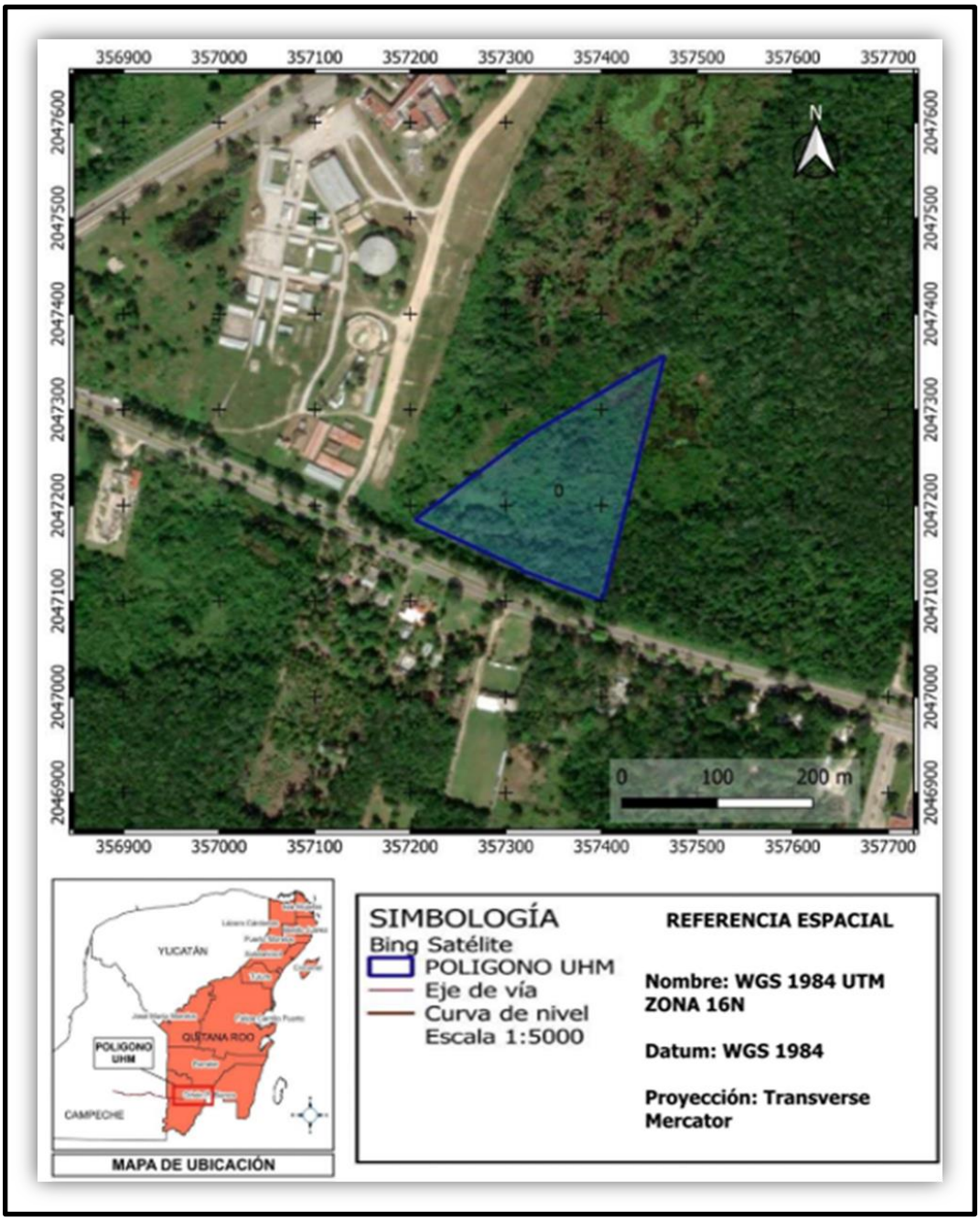
TENENCIA LEGAL DEL TERRENO DEL PROYECTO

Construcción de una Unidad Habitacional Militar en Chetumal, Quintana Roo, construcción de una unidad habitacional militar para el personal que proporcionará seguridad al tren maya en la estación de Chetumal Q. Roo.

1.-COMPRAVENTA:

Escritura Pública; Títulos de Propiedad a favor de FONATUR Tren Maya, S.A. de C.V., protocolizada por el notario Público No. 156; Rogelio Magaña Luna, de la ciudad de México. Número de registro: 13932 del Libro 9. Folios: parcela 78 con número 1947 y la parcela 77 con número 92455. Misma que se ANEXA.

Carta 4. Poligonal del proyecto obtenida de mecánica de suelos.



En los siguientes apartados se describen las obras y actividades que se llevarán a cabo en las etapas del proyecto. Cabe mencionar que se emplearán plantas de tratamiento de aguas residuales.

El proyecto consiste en la construcción de una unidad habitacional militar que incluye: tres edificios con 20 departamentos cada uno, una casa, tres casetas, área de contenedores de basura. También se contemplan áreas comunes, que incluyen:

- Una alberca con una superficie de 84.61 m²
- Una Palapa con una superficie de 44.63 m²
- Cancha de usos múltiples de 551 m²
- Juegos infantiles de 1195 m²

En cuanto al tratamiento de aguas residuales, se utilizarán plantas de tratamiento, la cual utiliza el proceso biológico de lodos activados en la modalidad de aireación extendida y su proceso constructivo es con módulos prefabricados de concreto armado (f'c=250Kg/cm²), la cual tiene las ventajas como bajo consumo de energía y baja producción de lodos.

Se instalará una planta de tratamiento de aguas residuales para tratar 0.72 LPS, cumpliendo con la NOM-001-SEMARNAT-2021, NOM-003-SEMARNAT-1997 y NOM-004-SEMARNAT-2002. Estimado para 250 personas.

La PTAR tendrá las siguientes dimensiones:

Tabla 4. Dimensiones de la PTAR propuesta

LARGO (M)	ANCHO (M)	PROFUNDIDAD (M)	ÁREA (M2)
12.83	7.89	3.14	101.23

Descripción del proceso de tratamiento propuesto

Se comprende una planta con todas las unidades de tratamiento requeridas para garantizar la correcta depuración tanto de las aguas residuales como de los lodos biológicos. La PTAR consta de las siguientes etapas:



Imagen 1. Diagrama de flujo

Las aguas residuales ingresarán a la PTAR con un nivel de arrastre máximo de -4.48; a un cárcamo de 6.36 m de profundidad y 1.4 m de diámetro, con techumbre, riel y polipasto eléctrico.

Pretratamiento

Cibrado

El agua residual al entrar al cárcamo de bombeo pasa a través de una canastilla de acero inoxidable donde se retendrán los sólidos mayores a ½" de diámetro, con el fin de evitar daños a equipos subsecuentes.

Tanque regulador

El agua residual es bombeada del cárcamo de bombeo a un hidrotamiz donde se retienen las particulares mayores a 1mm de diámetro antes de descargar al tanque regulador, el cual funciona como amortiguador de los picos de flujo y de carga, de tal manera que la planta reciba un flujo constante igual al flujo de diseño. De este tanque el agua es bombeada directamente al reactor de lodos activados. Este tanque cuenta con un sistema de aeración mediante difusores de aire ubicados en el fondo de este para evitar la generación de malos olores.

Reactor biológico de las actividades de aireación extendida

Del tanque regulador el agua se bombea al reactor biológico, cuya función es dar al agua el tratamiento requerido para cumplir con las normas ecológicas establecidas. El tanque está diseñado para reducir la carga orgánica de un **90% al 95%.** El aire requerido por los microorganismos es suministrado por un soplador, el cual lo inyecta al agua por medio de difusores de burbuja media de alta eficiencia de transferencia de oxígeno.

Clarificador secundario

El efluente del reactor biológico formado de agua mezclada con lodos biológicos (licor mezclado) es enviado al Clarificador Secundario, en donde los lodos biológicos, así como los sólidos suspendidos, son sedimentados. Este clarificador es del tipo estático, donde los lodos son colectados en el fondo de unas tolvas (tanque con fondo cónico), de donde son recirculados una parte al reactor y el excedente es enviado al digestor de lodos para su estabilización.

Tanque de contacto de cloro

El agua clarificada y aforada pasa al tanque de desinfección, el cual, cuenta con un sistema dosificador de cloro en la forma de hipoclorito de calcio (en tabletas), para así eliminar microorganismos no deseados y obtener un agua tratada con la calidad requerida.

Cisterna de agua tratada

El agua tratada y clorada pasa a una cisterna prefabricada de capacidad de 27 m^3 (THR de 10.4 hrs) en donde es almacenada para su posterior reusó en riego de áreas verdes y sanitarios.

Digestor de lodos

El excedente de lodos durante el proceso de depuración es enviado al tanque digestor, en el cual se oxidan (una reducción del 40% de los sólidos volátiles presentes en los lodos), ya que en esta etapa los microorganismos no reciben materia orgánica como alimento y solo se les proporcionará aíre, propiciando el "canibalismo" (evitando al mismo tiempo la generación de olores) logrando con ello una disminución de los mismo, los cuales estarán listos para su deshidratación.

Lecho de secado de lodos

Los lodos estabilizados en el digestor y libres de olores se envían a lechos de secado para su deshidratación, facilitando su manejo. Un lecho de secado es un filtro horizontal de flujo descendente empacado con gravas y arena, sobre el cual se vierte una cantidad de lodo y se permite su infiltración, dejando secar los lodos por exposición directa a los rayos del sol. Una vez secos, presentan un contenido de humedad menor al 5%, por lo que su disposición final es muy simple ya que cumplen con todas las características para ser empleados como mejoradores de suelos, como abono para plantas de ornato.

II.2.1 Dimensiones del proyecto

Se realizará la construcción de una unidad habitacional militar, contemplando el cambio de uso de suelo, realizando la remoción de vegetación en el predio ubicado en la localidad de Chetumal, Quintana Roo.

a) Superficie total del predio: 29,996.512 m².

Tabla 1. Coordenadas del Predio

LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS Y	COORDENADAS X
EST	PV					
				1	2,047,294.9137	357,357.0083
1	3	N 60°34'59.74" E CENTRO DE CURVA DELTA=05"9"44.15"	125.042 LONG, CURVA=125.084 SUB.TAN=62,584	3	2,047,356.3290	357,465.9285
				2	2,046,117.53830	358,092.6533
3	4	S 14°16'20.60" W	264.126	4	2,047,100.3558	357,400.8131
4	5	N 69°17'06.81" W	91.057	5	2,047,132.5640	357,315.6430
5	6	N 14°13'31.73" E	1.616	6	2,047,134.1300	357,316.0400
6	7	N 65°20'08.14	122.079	7	2,047,185.0740	357,205.0983
7	1	N 54°07'51.25" E CENTRO DE CURVA DELTA=07"44"32.82" RADIO=1,388.303	187.46 LON.CURVA=187.60 3 SUB.TAN.=93.945	3	2,047,294.9137	357,357.0083
				13	2,046,117.5383	358,092.6533
SUPERFICIE = 29,996.512 M²						

b) Superficie a afectar con respecto a la cobertura vegetal del área del proyecto

El área del proyecto presenta la clasificación de la vegetación **Selva baja Subperennifolia con sucesión a Selva Mediana Subperennifolia** con la presencia de fases sesiónales de **vegetación secundaria Arbórea, Arbustiva y Herbácea.**

Se pretende afectar un área de vegetación correspondiente al 84.80% con respecto a la superficie total del proyecto, siendo 25,437.83 m².

c) Superficie para obras permanentes

En relación a las **obras permanentes corresponde a una superficie de 25,437.83 m²**, se presenta a continuación el cuadro de área de construcción de la Unidad Habitacional Militar (Tabla 3):

Tabla 3. Cuadro de áreas de construcción en 25,437.83 m²

UNIDAD HABITACIONAL MILITAR				
NUMERO	CONCEPTO	PLANTAS	CANTIDAD	UNIDAD
1	CASA PARA JEFE	PLANTA BAJA	356	M²
2	BARDA PERIMETRAL	ALTURA 3 MTS	158	M²
3	EDIFICIO A	PLANTA BAJA	777	M²
		PRIMERA PLANTA	777	M²
		SEGUNDA PLANTA	777	M²
		TERCERA PLANTA	777	M²
		CUARTA PLANTA	777	M²
		QUINTO PLANTA	777	M²
4	EDIFICIO B	PLANTA BAJA	777	M²
		PRIMERA PLANTA	777	M²
		SEGUNDA PLANTA	777	M²
		TERCERA PLANTA	777	M²
		CUARTA PLANTA	777	M²
		QUINTO PLANTA	777	M²
5	EDIFICIO C	PLANTA BAJA	777	M²
		PRIMERA PLANTA	777	M²
		SEGUNDA PLANTA	777	M²
		TERCERA PLANTA	777	M²
		CUARTA PLANTA	777	M²
		QUINTO PLANTA	777	M²
6	ADMINISTRACION	PLANTA BAJA	103	M²
7	PALAPA Y ALBERCA	PALAPA	604	M²
8	TANQUE ELEVADO CAP. 73 M³	PLANTA	37.7	M²
9	CANCHAS DE USOS MULT.	PLATAFORMA	551	M²
10	CISTERNA 10 M³	DEPOSITO	14.54	M²
11	JUEGOS INFANTILES	PLATAFORMA	1195	M²
12	CONTENEDOR DE BASURA	PLANTA BAJA	53.2	M²

UNIDAD HABITACIONAL MILITAR				
NUMERO	CONCEPTO	PLANTAS	CANTIDAD	UNIDAD
13	CASETA DE TABLERO DE DISTRI.	PLANTA	4.03	M²
14	CASETA DE PLANTA DE EMERG.	PLANTA	32.67	M²
15	CASETA DE ACCESO	PLANTA	31.42	M²
16	ESTACIONAMIENTOS, VIALIDADES Y BANQUETAS	EDIFICIOS	6293	M²
17	PTAR	PLANTA	515.04	M²
CONSTRUCCIONES TEMPORALES				
18	LABORATORIO DE PRUEBAS	PRUEBES DE CIMENTACION	40.50	M²
19	VIVERO	VIVERO FORESTAL	384.27	M²
20	ALOJAMIENTOS	DORMITORIOS	640.25	M²
21	CASA DE VELADOR DE OBRA	VIGILANTE	9.5	M²
22	COCINAS	COMEDORES	60.8	M²
23	ENFERMERIA	ENFERMERIA	8.16	M²
24	CENTROS DE ACOPIO	PET, MADERA, MATERIAL FERROSO	359.75	M²
AREA DE CONSTRUCCION, PEDRAPLEN, CUSTF.			**25,437.83**	**M²**
AREA PERMEABLE			**4,558.682**	**M²**
AREA TOTAL DEL PREDIO			**29,996.512**	**M²**

d) Superficie del predio, de acuerdo con la siguiente clasificación: Conservación y aprovechamiento restringido, producción, restauración y otros usos

Tabla 5. Superficie con respecto a las clasificaciones siguientes

Superficie	Área (Ha)	%
Superficie con vegetación Forestal maderable	**2,080.20**	**6.94%**
Superficie forestal no maderable	**27,916.31**	**93%**
Superficie total	**29,996.512**	**100%**

II.2.2 Representación gráfica regional

El área del proyecto se encuentra ubicado geográficamente en:

Estado: Quintana Roo

Municipio: Othón P. Blanco

Localidad: Chetumal

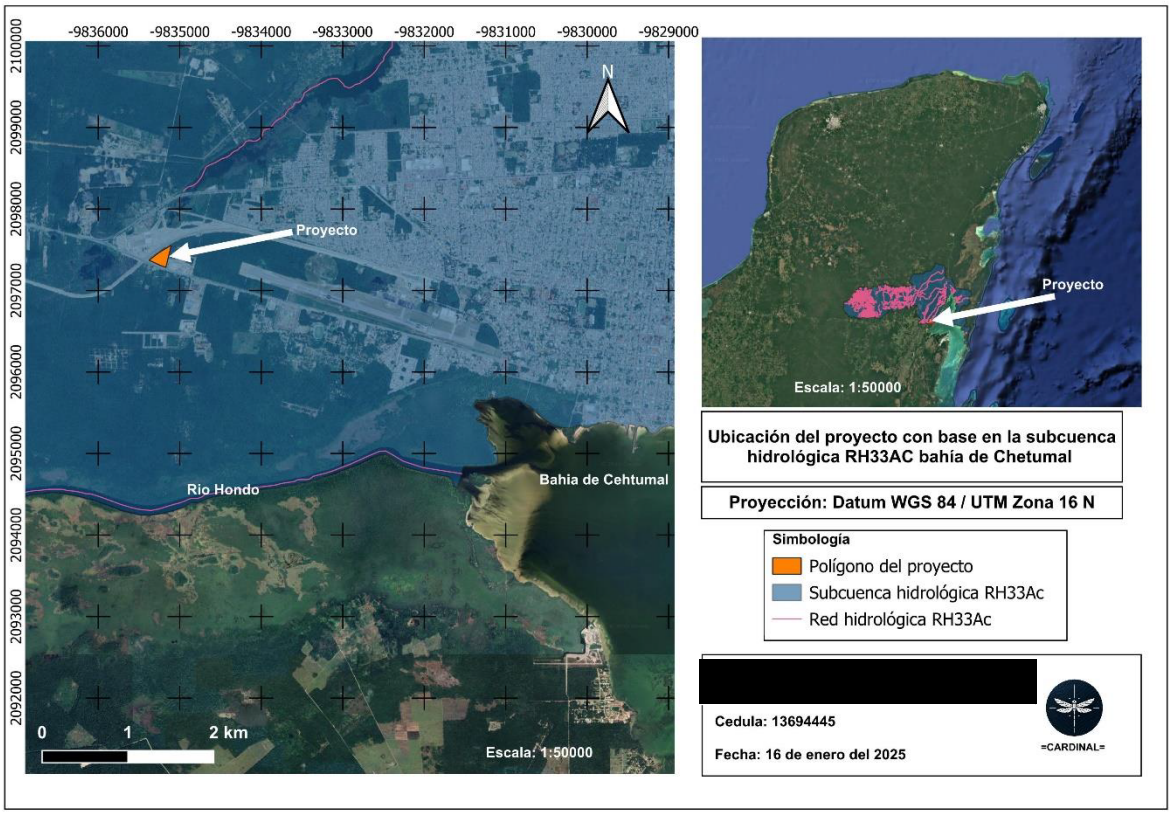
Región Hidrológica: XII Península de Yucatán

Región Hidrológica: RH33-Yucatán este

Cuenca: RH33A-Bahía de Chetumal y otras

Subcuenca: RH33Ac- Bahía de Chetumal

Carta 5. Ubicación del proyecto con base en la subcuenca hidrológica RH33AC bahía de Chetumal



La ubicación geográfica del proyecto en el contexto macro del área, muestra claramente que el proyecto se realizará en los límites de la actual mancha urbana.

Dado que la construcción se llevará a cabo en un área con vegetación relicta, correspondiente a la selva baja subperennifolia con transición a selva mediana subperennifolia, que presenta sucesiones de vegetación arbustiva secundaria, será necesario realizar el trámite de cambio de uso de suelo de terreno forestal (CUSTF). Esto genera efectos ambientales que deben ser atendidos en este estudio.

Se indica, para ser congruente con la presentación en la sección II.1.3 (Ubicación física), que el proyecto “Unidad Habitacional Militar (U.H.M.)” estará en un predio con una superficie de 29,996.512 m² (2-99-96-51 has). En términos absolutos, requiere la remoción de vegetación de una superficie 25,437.83 m² para su ejecución.

II.2.3 Representación gráfica local

Carta del punto II.1.3. Ubicación del predio

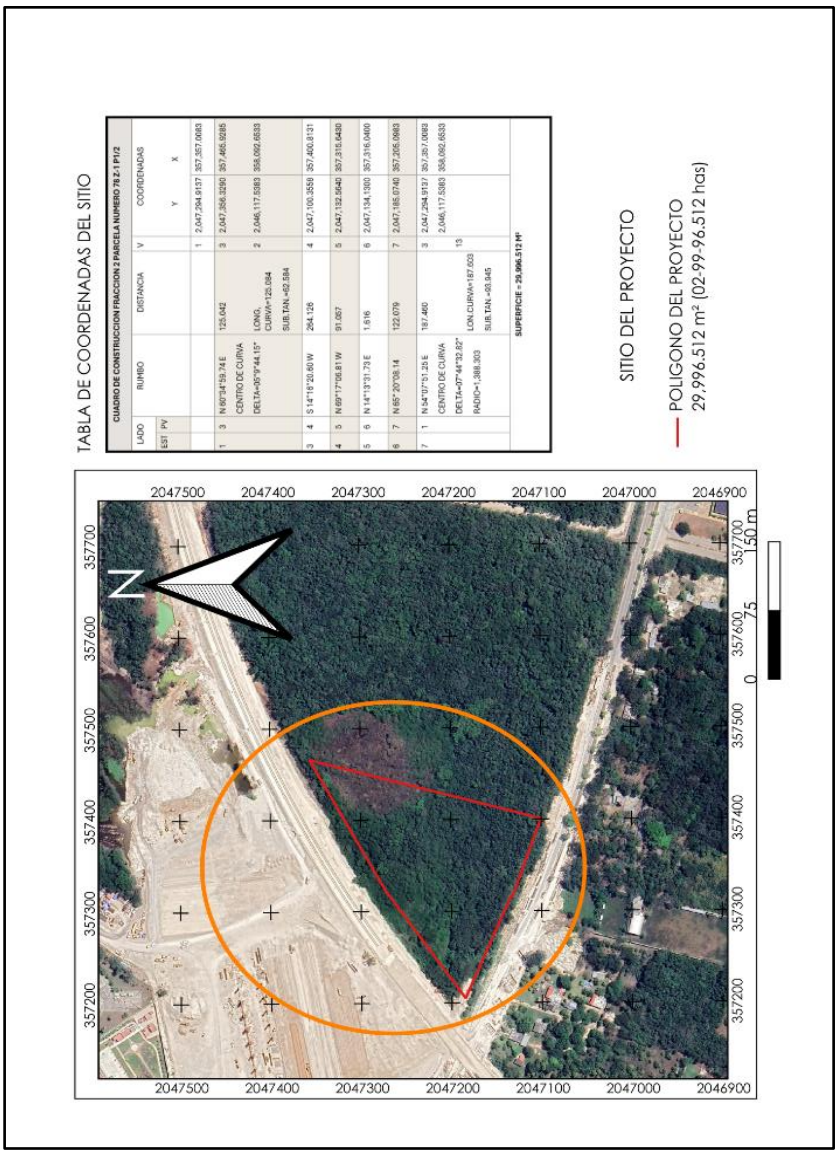


Tabla 1. Coordenadas del predio de acuerdo a las escrituras

LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS Y	COORDENADAS X
EST	PV					
				1	2,047,294.9137	357,357.0083
1	3	N 60°34'59.74" E CENTRO DE CURVA DELTA=05"9"44.15"	125.042 LONG, CURVA=125.084 SUB.TAN=62,584	3	2,047,356.3290	357,465.9285
				2	2,046,117.53830	358,092.6533
3	4	S 14°16'20.60" W	264.126	4	2,047,100.3558	357,400.8131
4	5	N 69°17'06.81" W	91.057	5	2,047,132.5640	357,315.6430
5	6	N 14°13'31.73" E	1.616	6	2,047,134.1300	357,316.0400
6	7	N 65°20'08.14	122.079	7	2,047,185.0740	357,205.0983
7	1	N 54°07'51.25" E CENTRO DE CURVA DELTA=07"44"32.82" RADIO=1,388.303	187.46 LON.CURVA=187.603 SUB.TAN.=93.945	3	2,047,294.9137	357,357.0083
				13	2,046,117.5383	358,092.6533
SUPERFICIE = 29,996.512 M²						

Coordenadas del polígono donde represente el área en la que se hará el cambio de uso de suelo y poner la superficie que será removida la vegetación.

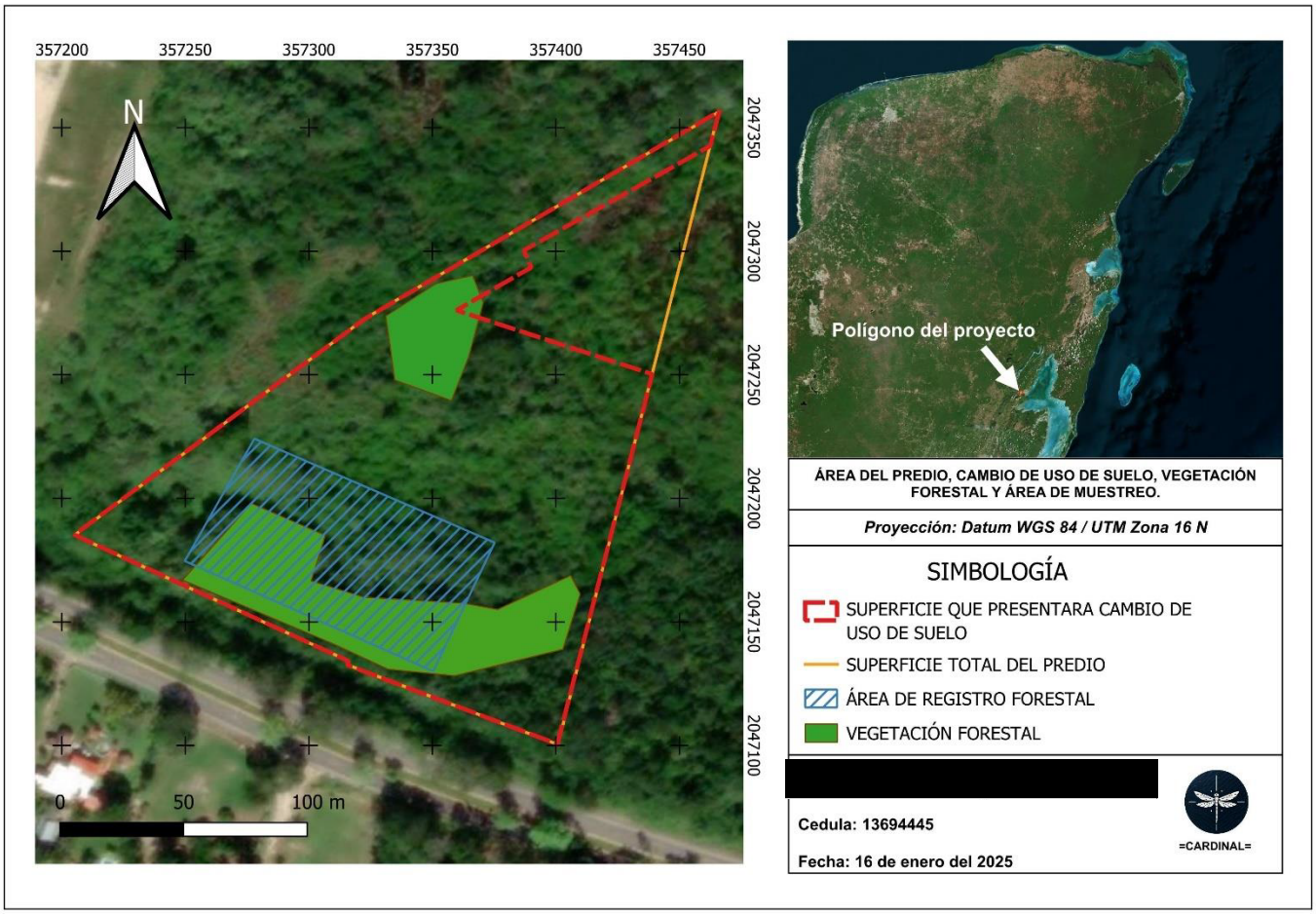
Tabla 6. Vértices área de remoción de vegetación (pedraplén)

N. DE COORDENADA	X	Y
1	**357466**	**2047356**
2	**357323**	**2047273**
3	**357205**	**2047185**
4	**357316**	**2047134**
5	**357316**	**2047133**
6	**357401**	**2047100**
7	**357439**	**2047250**
8	**357360**	**2047276**
9	**357390**	**2047293**
10	**357387**	**2047300**

N. DE COORDENADA	X	Y
11	357462	2047343

La superficie del predio, la cual es de 29,996.512 m², el área donde se realizó el muestreo forestal, así como la superficie que será objeto de cambio de uso de suelo, correspondiente a 25,437.83 m².

Carta 6. Área del predio, cambio de uso de suelo, vegetación forestal representativa y área de muestreo



Se muestra la carta con la superficie total del predio, superficie del predio que presenta vegetación forestal y la superficie del predio que presentará cambio de uso de suelo.

Tabla 7. Coordenadas del polígono de registro forestal

N. DE COORDENADA	X	Y
1	357375	2047182
2	357278	2047224
3	357250	2047175
4	357350	2047130

II.2.4 Preparación del Sitio y construcción

El sitio es un terreno particular adquirido en un proceso de CONTRATO DE COMPRAVENTA las escrituras públicas 73173 y 77291, con número de registro 13932 del libro 9, que consignan una superficie total de 29,996.512 m² (2-99-96-51 has) de ellas para realizar el proyecto, las cuales requieren remoción de vegetación de 25,437.83 m².

Antes de comenzar con la preparación del sitio, se realizó un muestreo forestal, a continuación, se describe brevemente:

Muestreo forestal y ahuyentamiento de fauna silvestre

Se ha llevado a cabo la preparación del polígono para el muestreo forestal, el cual fue georreferenciado como evidencia técnica del área evaluada. Se aplico la metodología de muestreo forestal por conglomerados, y los datos han sido recopilados y procesados como parte del resolutivo para el trámite de cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

Previo a esta actividad se obtuvo el permiso de chapeo y desmonte autorizado por parte del municipio con folio: 262-2025, se anexa la documentación. Cabe señalar que esta actividad se realizará conforme al cronograma de actividades establecido.

Como medida de mitigación, se realizará el ahuyentamiento previo de fauna silvestre, empleando un megáfono y realizando recorridos por el área a despalmar. Una vez autorizado el Documento Técnico Unificado para el Cambio de Uso de Suelo por parte de la Secretaría, se aplicará el Programa de Ahuyentamiento de Fauna Silvestre, así como las actividades de rescate y, posteriormente de la reforestación.

Preparación del sitio

Durante esta etapa, que abarca del primer al tercer mes del proyecto**,** se llevarán a cabo diversas actividades preliminares.

Esta actividad deberá realizarse únicamente una vez obtenido el permiso de chapeo y desmonte, emitido por el municipio correspondiente del estado.

Posteriormente, se llevará a cabo el movimiento de tierra con maquinaria, así como el levantamiento topográfico, en conjunto, se ejecutarán las indicaciones mencionadas en el estudio de mecánica de suelos, trazos y nivelaciones del sitio.

Posteriormente, se iniciará la preparación del sitio, donde a continuación se describen las actividades a realizar en esta etapa:

Como parte de la preparación del sitio se realizará las siguientes actividades:

Tala y despalme del terreno

Será necesario llevar a cabo el desmonte y retiro de toda la capa vegetal en el área de intervención, previo al cual se realizará el correspondiente rescate de flora y ahuyentamiento de fauna silvestre, antes del tiempo estimado para la apertura de brechas y acceso al predio. La metodología de derribo a utilizar será denominada derribo direccionado, la cual consiste en atar una cuerda a la altura del pecho del árbol y efectuar cortes controlados con sierra, orientando la caída del árbol hacia la dirección deseada.

La superficie de construcción del terreno será removida con Maquinaria Bulldozer D8 y una Retroexcavadora case, considerando un área de modificación de **25,437.83 m².**

Este proceso es fundamental para garantizar la viabilidad y calidad de la obra, al mismo tiempo que contribuye a prevenir problemas estructurales futuros y a preservar la integridad del terreno natural.

Movimientos de tierra

En este proceso se trasladará la materia orgánica en un centro de acopio generado en la misma obra con un volquete de 14 m² y maquinaria retro excavadora 320 Caterpillar, posterior a realizar el despalme ya que esta actividad propiciará la clasificación de materia orgánica para futuras áreas verdes de la construcción.

Los trabajos de remoción pesada se realizarán con maquinarias excavadora 318 y Bulldozer D6, este proceso de llevará a cabo del primer mes al tercero como indica el cronograma de construcción.

Levantamiento topográfico

El proceso de topografía se obtendrá en el primer mes al tercero. El terreno cubierto con características vegetativas de selva ya descritas se iniciará con la planeación y reconocimiento del sitio, donde el equipo técnico realizará una visita preliminar para identificar accesos sus condiciones del terreno y posibles obstáculos físicos. Durante esta fase, se verificará el polígono del predio con base en las coordenadas geográficas autorizadas, generalmente provenientes de planos catastrales con número de folio 48867 y 204913, documentos legales para la obtención de la aprobación del presente proyecto.

En terreno, se procede a la apertura de brechas topográficas, que consiste en la limpieza mínima necesaria de la vegetación para permitir el paso del equipo de medición, respetando las especies protegidas y minimizando el impacto ambiental. Esta actividad se realizará manualmente con herramientas como machetes y motosierras, y en todo momento se busca evitar afectaciones mayores a la vegetación no necesaria para el trazado.

Posteriormente, se instalarán los puntos de control topográficos, que son marcas fijas de referencia geoespacial, generalmente con estacas o clavos. Estos puntos se georreferenciarán utilizando equipo GPS de doble frecuencia y estaciones totales, garantizando precisión en la ubicación.

Con los puntos establecidos, se inicia el levantamiento topográfico, utilizando herramientas como estación total, nivel óptico, según las condiciones del sitio. Durante esta etapa se recopilarán datos del relieve (curvas de nivel, pendientes), obstáculos naturales (árboles, cuerpos de agua), y elementos existentes relevantes.

Finalmente, toda la información recopilada se descargará, procesará y validará en gabinete, utilizando software como Autocat, Civil 3D o TopoCAD, generando planos base que servirán para estudios de diseño, proyectos ejecutivos o procesos de regularización del uso del suelo. Este proceso será clave para garantizar un desarrollo ordenado, respetando el entorno ecológico y cumpliendo con la normativa vigente.

Estudios de mecánica de suelo

Las características físicas y geotécnicas del terreno donde se desarrollará el proyecto “Unidad Habitacional Militar”, ubicado en la ciudad de Chetumal, municipio de Othón P. Blanco, se asignó a la empresa Soluciones Integrales para la Calidad en la Construcción S.A. de C.V. la realización de un estudio de mecánica de suelos. Este estudio es fundamental para garantizar un diseño geotécnico adecuado de la cimentación del proyecto y se realizó del primer mes al tercero.

El objetivo de este estudio es determinar la capacidad de carga del terreno y proporcionar las recomendaciones necesarias para el diseño y construcción de la cimentación del proyecto “Unidad Habitacional Militar”. Para lograrlo, se llevaron a cabo sondeos de exploración, muestreos de suelo y pruebas de laboratorio, con el fin de obtener los parámetros técnicos que permitan comprender con precisión las características físicas y mecánicas del suelo donde se desarrollará la obra.

Este estudio tiene como alcance principal la exploración del terreno mediante la realización de sondeos de penetración estándar (SPT) y un pozo a cielo abierto (PCA), así como la toma de muestras en el banco de materiales. El propósito de estas actividades es evaluar la calidad del suelo a través de las pruebas de laboratorio correspondientes. A partir de estos resultados, se realiza un análisis geotécnico basado en la composición estratigráfica del sitio, lo que permite identificar las condiciones más adecuadas del terreno. Con ello, se emiten recomendaciones específicas para la preparación del suelo y el diseño adecuado de la cimentación que dará soporte a la construcción del proyecto.

Trazos y Nivelaciones

El procedimiento comienza con la verificación del terreno, donde el equipo de topografía confirma los límites del predio con base en las coordenadas oficiales y documentación catastral. Para ello se utilizan equipos como estaciones totales, GPS geodésicos y niveles automáticos, asegurando la correcta ubicación del polígono. Posteriormente, se colocan mojones o estacas de referencia en los vértices del terreno, que servirán como base para el resto de los trazos.

Una vez definido el polígono base, se procede al trazo de ejes principales, marcando con precisión los puntos de intersección que definen la ubicación de cada edificación contemplada en el proyecto: viviendas, oficinas administrativas, casetas, áreas recreativas, servicios generales. Estos ejes se trazan con hilos, cal y pintura, y se revisan constantemente para garantizar que estén alineados y nivelados. Cada eje debe referenciarse con respecto a puntos fijos o bancas topográficas previamente instaladas.

Luego se realiza el replanteo específico de las estructuras, trazando los perímetros de cimentaciones, muros, columnas y demás elementos constructivos. En el caso de una unidad habitacional militar, esto implica trazar viviendas para jefes, áreas comunes (alberca, palapa), tanques de almacenamiento, vialidades interiores, y zonas verdes, conforme a los planos arquitectónicos aprobados. Es esencial en esta fase dejar indicadas las cotas métricas (niveles) y pendientes necesarias para drenajes, caminos y plataformas.

Durante todo el proceso se mantiene una estrecha coordinación entre el responsable técnico del proyecto, el residente de obra, el topógrafo y el personal de supervisión militar este proceso se realiza en el primer mes.

Al concluir los trazos y ubicar los niveles de proyecto sobre el terreno se recomienda de acuerdo con la mecánica de suelo empresa (Soluciones Integrales para la Calidad de la Construcción) con base en los resultados obtenidos durante el avance de los trabajos de campo que permiten conocer las condiciones iniciales del sitio como la topografía, uso de suelo y vegetación; la estratigrafía identificada mediante los sondeos de exploración directa, así como los requerimientos de las edificaciones a desarrollar. (Se anexa mecánica de suelo).

De acuerdo con los niveles de proyecto y atendiendo a la condición inundable del sitio se recomienda la construcción de un pedraplén con diferentes capas y espesores agregando una malla de geotextil en la capa final de la transición con el propósito de filtrar finos y evitar la mezcla entre el suelo de fundación y el material del pedraplén, conservando su estructura, mejora la distribución de cargas y refuerza la estructura en suelos blandos y permite el paso del agua, reteniendo las partículas finas del suelo con finalidad de alejar el desplante de la cimentación del nivel de aguas freáticas, así como una posible condición de inundación durante la época de lluvias dada la topografía natural.

El cuerpo de pedraplén deberá alcanzar una cota de 0.50 m por arriba del nivel de aguas extraordinarias (n.a.m.e.) y el sobre ancho será mínimo la mitad de la altura del pedraplén colocado en el punto de trabajo; construido con un talud de inclinación 2.0:1.0 (H:V). El material será colocado en capas de 0.60 m de espesor y la compactación se realizará de afuera hacia el centro mediante un rodillo vibratorio de al menos 12.0 toneladas, en franjas como mínimo de 2.0 m considerados a partir del borde del talud.

El pedraplén será conformado por fragmentos de roca no sensibles al agua, sin alteración apreciable, compactas y estables frente a la acción de los agentes externos. Cuya granulometría comprenderá tamaños de 7.5 cm a 75.0 cm.

Enseguida arriba del pedraplén será colocada una zona de transición con espesor mínimo de 1.0 m.

Cercado de obra

Se realiza el trazo del perímetro, marcando sobre el terreno las líneas rectas que conectan cada vértice, utilizando hilo, cal y cinta métrica. Con base en este trazo se establece la ubicación de los postes, que se colocan a intervalos regulares entre 2.5 y 3 metros y en todos los cambios de dirección del cercado. En función el tipo de cercado definido en el proyecto se utilizó malla electrosoldada de 2.3 metros de alto, el tipo de anclaje para los postes es de 40 cm de profundidad compactando a los alrededores de los postes hasta llegar a una fijación máxima.

Posteriormente, se realiza la excavación manual o mecánica de las cepas para los postes, con una profundidad de entre 40 y 60 cm. Los postes se colocan en plomo y se fijan con concreto simple. Una vez fraguado, se instala la malla o alambre de seguridad, estirándola firmemente entre

cada poste y asegurándola con grapas, amarres o tornillos, se coloca lona para cercado como medida de mitigación de polvos en los alrededores.

El cercado incluye la fabricación de un portón de madera con dimensiones de 7 metros de largo por 2.5 metros de alto para el debido acceso a la obra. Durante todo el proceso se aplicaron las medidas de seguridad, y se realizaron bitácoras de avance, con verificación constante por parte del responsable técnico y el supervisor militar.

Este cercado temporal delimita de forma segura el terreno de la obra, protege los activos en el sitio y establece un perímetro de control que facilita la organización y vigilancia durante la construcción de la Unidad Habitacional Militar.

Construcción del sitio

Esta etapa comprenderá la construcción del pedraplén, integrado por sus distintas capas conforme a las recomendaciones del estudio de mecánica de suelos. De igual forma, se ejecutarán las cimentaciones, así como la construcción de las estructuras metálicas, muros y losas de las edificaciones, junto con las instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas.

Se incluirán además la construcción de una cisterna, un tanque elevado, la barda perimetral, los pisos de los edificios, así como la pintura general y los acabados de muros. También se contempla la instalación de juegos infantiles, construcción de vialidades y estacionamientos, la jardinería general, canchas deportivas, construcción de dos palapas, alumbrado exterior, planta de emergencia, planta de tratamiento y, como punto final, la limpieza general del área intervenida.

Todas estas actividades se llevarán a cabo de acuerdo con el cronograma de actividades constructivas, comprendido entre el segundo y el doceavo mes, como se muestra más adelante en la Tabla 6.

Como parte de la construcción del sitio, se llevarán a cabo las siguientes actividades:

Construcción de pedraplén y cimentación

Dado que el sitio presenta condiciones propensas a inundaciones y considerando los niveles establecidos en el proyecto, se recomienda construir un pedraplén. Esta estructura permitirá elevar el nivel de desplante de la cimentación, alejándolo del nivel freático detectado y protegiéndolo ante posibles inundaciones durante la temporada de lluvias, las cuales son comunes por la topografía natural del terreno. Este proceso se llevó a cabo del segundo al tercer mes.

El pedraplén también actuará como una barrera contra la humedad del subsuelo, rompiendo la capilaridad y evitando así asentamientos desiguales en las estructuras que se construirán sobre él. Esto asegurará que la plataforma, conformada con material de banco, se asiente de forma estable y uniforme. La altura del pedraplén deberá superar en al menos 0.50 metros el nivel de

aguas extraordinarias (n.a.m.e.), y su base debe extenderse lateralmente un mínimo de la mitad de su altura en el punto donde se coloque. Además, deberá construirse con un talud con inclinación 2:1 (horizontal: vertical) para garantizar su estabilidad.

Construcción de estructuras de concreto

Las estructuras de concreto son la base que da firmeza y seguridad a una construcción. Están hechas a partir de una mezcla de cemento, agua, arena, grava y, en la mayoría de los casos, acero de refuerzo. Este proceso se lleva a cabo del tercer mes al sexto mes. Esta combinación crea un material resistente y duradero, ideal para soportar el peso de los edificios y resistir los efectos del clima y del uso constante. Gracias a su solidez, el concreto es ampliamente utilizado en proyectos que requieren una vida útil prolongada y un alto nivel de seguridad estructural como el que se realiza.

Las estructuras de concreto se encargan de dar soporte a todo el conjunto.
Estas estructuras incluyen cimientos que sostienen la edificación desde su base, columnas y muros que reparten el peso entre los diferentes niveles, así como vigas y losas que conforman los pisos y techos de cada nivel. Todos estos elementos trabajan en conjunto para formar un sistema estructural fuerte, estable y confiable, que permitirá brindar espacios seguros y duraderos para el personal militar y sus familias.

Construcción de estructuras metálicas

Las estructuras metálicas en la construcción son sistemas formados principalmente por elementos de acero, diseñados para soportar cargas y dar forma a edificaciones u obras civiles. Estas estructuras se destacan por su alta resistencia, flexibilidad y rapidez de montaje, lo que las convierte en una opción eficiente y duradera. Su función principal es brindar soporte y estabilidad a la construcción, ya sea como estructura principal o como complemento de otras (por ejemplo, techumbres, cubiertas, marcos o soportes). Además, son ideales para proyectos que requieren grandes claros, cambios en el diseño o facilidad para futuras ampliaciones, como almacenes, naves industriales, espacios recreativos o zonas comunes dentro de desarrollos habitacionales. Se anexan las memorias de cálculos estructurales.

Muros

Los muros son uno de los elementos más visibles y esenciales en cualquier construcción, ya que no solo delimitan espacios, sino que también protegen, resguardan y dan forma a los ambientes donde vivimos, trabajamos o convivimos. Más allá de su función estructural, los muros representan una barrera frente a las inclemencias del tiempo, brindan privacidad y confort, y ayudan a crear entornos seguros y funcionales para las personas. Su presencia define el carácter y distribución de una edificación, haciendo posible organizar espacios interiores de manera armónica y práctica.

Desde el punto de vista técnico, los muros pueden ser estructurales cuando soportan cargas de la edificación o divisorios, cuando su función principal es separar ambientes sin intervenir directamente en la estabilidad del edificio. Están construidos con distintos materiales como block, tabique, concreto, madera o paneles prefabricados, dependiendo de las necesidades del proyecto. En conjunto con otros elementos, los muros no solo sostienen y delimitan, sino que también influyen en aspectos como la acústica, aislamiento térmico y estética del lugar, siendo una parte fundamental del bienestar de quienes habitan los espacios. El proceso de construcción de los muros se lleva del quinto mes al octavo mes estimado.

Losas

Las losas son elementos fundamentales en una construcción, ya que forman los pisos y techos de una edificación, permitiendo dividir los diferentes niveles de manera segura y funcional. Más allá de su función estructural, las losas representan la superficie sobre la que caminamos, habitamos y desarrollamos nuestras actividades cotidianas. Son la base donde colocamos nuestros muebles, compartimos momentos en familia y descansamos al final del día, por lo que su diseño y resistencia tienen un impacto directo en la comodidad y seguridad del espacio en donde se habita. Proceso que se lleva a cabo del quinto mes al octavo mes.

Instalaciones hidráulicas

El proceso de instalaciones hidráulicas es una parte esencial en toda construcción, ya que permite llevar el agua limpia a cada rincón donde se necesita: baños, cocinas, áreas de lavado o espacios comunes. Esta red de tuberías, conexiones y accesorios se diseña cuidadosamente para garantizar un suministro eficiente y seguro, brindando a las personas comodidad y bienestar en sus actividades diarias. Desde el momento en que se abre una llave para lavarse las manos o preparar los alimentos, hay detrás un sistema que ha sido pensado para hacer la vida más fácil y saludable.

Durante la construcción, la instalación hidráulica comienza con la planeación y trazado de rutas, siguiendo los planos para colocar las tuberías correctamente, evitando interferencias con otras instalaciones. Posteriormente, se realiza el tendido y conexión de tubos, válvulas y dispositivos, asegurando que el flujo del agua sea continuo y con buena presión. Una vez instalado, el sistema se somete a pruebas para detectar posibles fugas o fallas, garantizando así que funcione de forma segura y confiable para quienes habitarán el lugar.

Instalaciones sanitarias

Las instalaciones sanitarias son un componente vital en cualquier construcción, ya que permiten la recolección y evacuación adecuada de las aguas residuales generadas en baños, cocinas y otras áreas de uso diario. Este sistema, aunque no siempre visible, es indispensable para mantener la higiene, salud y comodidad de las personas, contribuyendo a un entorno limpio y funcional donde vivir, trabajar o convivir sea seguro y agradable.

El proceso inicia con el diseño y trazo de las rutas que seguirán las tuberías, considerando pendientes y conexiones que faciliten el flujo por gravedad. Luego se procede a la instalación de tuberías, registros y trampas, asegurando que todos los desechos se conduzcan hacia el sistema de drenaje o planta de tratamiento sin obstrucciones ni filtraciones. Finalmente, se realizan pruebas de hermeticidad para garantizar un sistema eficiente, silencioso y duradero, cuidando no solo el funcionamiento del edificio, sino también el bienestar de sus ocupantes y el entorno natural.

Instalaciones eléctricas

Las instalaciones eléctricas permiten dotar de luz y energía a cada espacio que será habitado o utilizado. A través de ellas, es posible encender una lámpara, conectar un electrodoméstico o cargar un dispositivo, acciones que forman parte de la rutina diaria de las personas. Por ello, una instalación eléctrica bien diseñada no solo garantiza funcionalidad, sino también seguridad y confort, siendo esencial para el buen funcionamiento del hogar o espacio de trabajo.

El proceso comienza con una planeación detallada, en la que se definen los puntos de contacto como apagadores, contactos, luminarias y centros de carga, de acuerdo con las necesidades del proyecto y la distribución arquitectónica. Después, se realiza el tendido del cableado eléctrico por medio de tuberías o canaletas, cuidando que cada conductor tenga el calibre adecuado y que las rutas estén libres de interferencias con otras instalaciones. También se instalan los tableros de distribución, protecciones térmicas y dispositivos de seguridad que evitarán sobrecargas o cortocircuitos.

Una vez concluida la instalación física, se llevan a cabo pruebas y verificaciones para asegurar el correcto funcionamiento del sistema y el cumplimiento de las normas de seguridad eléctrica. Este proceso no solo busca alimentar de energía la construcción, sino también ofrecer tranquilidad a quienes la habitarán, sabiendo que cuentan con una red eléctrica confiable, eficiente y pensada para cubrir sus necesidades cotidianas de manera segura y responsable.

Cisterna

La construcción de una cisterna es mucho más que una tarea técnica: es una acción pensada para brindar seguridad y bienestar a quienes vivirán o trabajarán en un espacio. El proceso comienza con la excavación cuidadosa del terreno, respetando el entorno y tomando todas las precauciones necesarias para garantizar un trabajo seguro. Luego se prepara una base firme de concreto que dará estabilidad y durabilidad a la estructura. Sobre ella se levantan los muros y la cubierta, utilizando materiales resistentes y sellados con esmero para evitar cualquier filtración. Cada paso se realiza con atención al detalle, sabiendo que esta estructura será la encargada de almacenar el agua que abastecerá necesidades básicas como el aseo, la limpieza, la cocina o el cuidado personal. Tener una cisterna bien construida significa dar tranquilidad a las personas, asegurando que el recurso más valioso esté disponible cuando se necesite, sin depender de factores externos.

Tanque elevado

La construcción de un tanque elevado es una labor que va más allá de la ingeniería; es un compromiso con el abastecimiento constante y seguro de agua para una comunidad, una familia o una unidad habitacional. El proceso inicia con la preparación del terreno y la cimentación, donde se colocan bases sólidas de concreto que soportarán el peso del tanque y el agua que contendrá. Posteriormente, se levantan las columnas o estructuras metálicas que sostendrán el depósito a una altura previamente calculada, permitiendo que el agua llegue con presión natural a todos los puntos del proyecto. Cada fase se ejecuta con cuidado y precisión, sabiendo que de este sistema dependerá el acceso al agua en momentos críticos o cuando la red general falle.

Una vez instalado el tanque, se conectan las tuberías de alimentación y distribución, así como válvulas y dispositivos de control que regulan el flujo del agua. Además, se realizan pruebas de funcionamiento para garantizar su hermeticidad, resistencia y correcta operación. Este tipo de infraestructura no solo representa un logro técnico, sino una forma tangible de cuidar la calidad de vida de las personas, asegurando que nunca falte el agua para lo más esencial: beber, cocinar, bañarse o limpiar. Un tanque elevado bien construido es símbolo de previsión, servicio y respeto por el bienestar colectivo.

Barda perimetral

La construcción de una barda perimetral es más que levantar una estructura; es crear un límite físico que brinda seguridad, privacidad y pertenencia a quienes habitarán un espacio. El proceso comienza con el trazo y nivelación del terreno, marcando cuidadosamente el recorrido que seguirá la barda. Luego se realiza la excavación para las zapatas o cimientos, donde se colocará concreto reforzado que dará estabilidad a toda la estructura. Posteriormente, se levantan los muros, generalmente con block o tabique, cuidando que cada elemento quede bien alineado y firme, respetando siempre el entorno y la estética del lugar.

Más allá de su función de protección, la barda delimita un espacio que será habitado, resguardando los momentos de vida que ahí ocurrirán. En la etapa final, se realizan acabados como repellado, pintura o colocación de elementos decorativos que no solo embellecen, sino que también reflejan el cuidado y la intención de ofrecer un entorno digno y armonioso. Construir una barda perimetral es, en esencia, poner los primeros ladrillos del hogar o comunidad, generando un sentido de resguardo, orden y tranquilidad para quienes vivirán dentro de sus límites.

Pisos

La instalación de pisos en la construcción no solo representa el cierre de una etapa técnica, sino también el inicio de una vida que se desarrollará sobre ellos. Este proceso comienza con la preparación de la superficie, nivelándola y limpiándola cuidadosamente para garantizar que cada pieza se coloque con precisión. Después, se aplica el adhesivo o mortero y se procede a colocar

cada loseta, losa o recubrimiento con atención al detalle, alineando formas y cuidando acabados. Es un trabajo que se realiza con dedicación, sabiendo que ese piso será recorrido diariamente por personas que caminarán, jugarán, descansarán o compartirán momentos importantes sobre él.

Una vez colocadas todas las piezas, se dejan secar y se realiza el emboquillado y limpieza final, dando paso a un acabado uniforme, resistente y estéticamente agradable. Más allá de su función práctica, el piso da identidad y calidez a cada espacio, aportando armonía visual y confort. Es en este punto donde la construcción deja de ser solo una obra y comienza a transformarse en un hogar o espacio humano. Por eso, instalar un piso es mucho más que colocar materiales: es preparar el terreno para la vida que ahí ocurrirá.

Pintura

El proceso de pintura en la construcción es mucho más que aplicar color a las paredes; es dar vida, personalidad y calidez a los espacios donde se desarrollarán historias, sueños y rutinas cotidianas. Todo comienza con la preparación cuidadosa de las superficies: se limpia, se resana y se lija para lograr una base uniforme y lista para recibir el acabado. Luego, con brochas, rodillos o pistolas, se aplica la pintura en capas, cuidando cada trazo para que el resultado sea duradero, armónico y agradable a la vista. Más allá de lo estético, la pintura también protege los muros y techos, sellándolos contra la humedad y el paso del tiempo. Es en este acto sencillo pero significativo donde los espacios comienzan a sentirse habitables, acogedores, listos para convertirse en hogar, oficina o refugio.

Acabados de muros

proceso de acabado en muros representa el momento en que una construcción comienza a tomar forma como un espacio habitable, cálido y digno. Inicia con la preparación de la superficie, aplicando un repellado que corrige imperfecciones y proporciona firmeza. Posteriormente se coloca el afinado, un trabajo cuidadoso que alisa y embellece cada muro, dejándolo listo para recibir pintura o cualquier otro recubrimiento. Cada capa se aplica con esmero, sabiendo que esos muros no solo sostendrán una estructura, sino que también envolverán momentos, emociones y memorias. Acabar un muro es transformar lo rudo en armonía, lo técnico en humano; es crear la piel del espacio donde la vida cotidiana encontrará su refugio.

Instalaciones de juegos infantiles

La instalación de juegos infantiles en una unidad habitacional militar no solo responde a una necesidad funcional, sino que representa la creación de un espacio de alegría, convivencia y desarrollo para los más pequeños. El proceso inicia con la selección del área más segura y accesible del conjunto, donde se prepara el terreno nivelándolo y acondicionándolo con materiales suaves y amortiguantes, como arena o caucho reciclado, para prevenir accidentes. Luego, se colocan cuidadosamente los juegos como resbaladillas, columpios, puentes y trepadores asegurándolos con anclajes firmes y resistentes.

Cada estructura es revisada con detalle para garantizar su estabilidad y durabilidad. Esta etapa no solo transforma un rincón del proyecto en un lugar lleno de color, sino que también refleja el compromiso con el bienestar integral de las familias, generando un entorno que fomenta la imaginación, la socialización y el juego seguro. Este proceso se lleva a cabo del séptimo mes al décimo mes de la obra.

Andadores, vialidades, estacionamientos

La construcción de andadores, vialidades y estacionamientos es una fase esencial en cualquier proyecto habitacional, ya que no solo conecta los espacios físicos, sino también los recorridos de la vida cotidiana de quienes habitarán el lugar. Este proceso inicia con el trazo y nivelación del terreno, definiendo por dónde caminarán, transitarán o se detendrán las personas. Se prepara el suelo con capas de material de banco bien compactado, lo que garantiza estabilidad y durabilidad para soportar el paso del tiempo, del clima y del uso constante. En esta etapa, se cuida cada detalle pensando en la comodidad, accesibilidad y seguridad de los futuros usuarios.

Luego se continúa con la colocación de la base hidráulica o asfáltica, dependiendo del tipo de vialidad, así como del colado de concreto en los andadores y cajones de estacionamiento. Todo se realiza con precisión, buscando superficies firmes, lisas y bien delimitadas. Es en esta fase donde el proyecto comienza a tomar forma como un entorno ordenado, funcional y digno, permitiendo la circulación eficiente tanto de peatones como de vehículos. Cada línea trazada, cada pendiente calculada y cada junta de dilatación colocada tienen el propósito de hacer más fácil y segura la vida diaria de quienes ocuparán el espacio.

Finalmente, se integran los acabados y señalamientos: guarniciones, rampas, pintura de líneas, señalética, jardineras o luminarias, según el diseño del proyecto. Esta última etapa no solo embellece el entorno, sino que también refuerza su utilidad y armonía. Andadores y vialidades bien construidos no son solo caminos físicos, son rutas de encuentro, de rutina y de posibilidad, donde caminarán niños hacia la escuela, familias a sus hogares.

Jardineras

El proceso de jardinería en una unidad habitacional no es solo una labor estética, sino un acto de respeto y conexión con la naturaleza del lugar. Comienza con la preparación del terreno: se limpia, se remueve y se enriquece con sustratos adecuados para asegurar que las plantas crezcan sanas y fuertes. Se traza cuidadosamente el diseño del jardín, pensando en la armonía visual, la funcionalidad y la convivencia con el entorno natural. La elección de especies endémicas, como el huano, la palma xiat, la Zamia prasina, Arboles de Maculix y otras palmas nativas, no solo promueve la conservación del ecosistema local, sino que también fortalece la identidad del paisaje y reduce el impacto ambiental al favorecer plantas adaptadas al clima y suelo de la región.

Estas especies se plantan con cuidado, respetando sus necesidades de luz, agua y espacio, y se integran con caminos, jardineras o áreas de descanso para ofrecer espacios de sombra, frescura y belleza. Con el tiempo, estos jardines no solo embellecen el entorno, sino que también brindan bienestar a las personas, ofrecen refugio a la fauna local y permiten que la comunidad crezca rodeada de vida.

Cancha deportiva

La construcción de una cancha de usos múltiples representa mucho más que una obra física; es la creación de un espacio donde la comunidad se encontrará para convivir, jugar y compartir momentos que fortalecen lazos humanos. El proceso comienza con el desmonte y nivelación del terreno, asegurando una base firme y uniforme sobre la cual se trazan cuidadosamente las dimensiones reglamentarias. Posteriormente, se prepara una subbase con material de banco compactado, seguida del colado de una losa de concreto que garantice resistencia al uso continuo. Cada paso se ejecuta con esmero, pensando en los niños que correrán, los jóvenes que competirán y las familias que se reunirán en este espacio.

Una vez que la losa está lista, se realiza el acabado superficial, generalmente con pintura especial para canchas, aplicando líneas y divisiones para distintos deportes como básquetbol, fútbol rápido o voleibol. Se colocan porterías, tableros y luminarias si el diseño lo contempla. Más allá de su funcionalidad, esta cancha se convierte en un centro de encuentro, salud y recreación, un lugar donde el deporte no solo fortalece el cuerpo, sino también el espíritu de comunidad. Construir una cancha es sembrar oportunidades para el juego, la inclusión y el crecimiento colectivo, convirtiendo un espacio abierto en un punto vital para la vida social y emocional del entorno.

Palapas

La construcción de dos palapas dentro de una unidad habitacional militar no solo responde a una necesidad funcional, sino a un deseo profundo de crear espacios de encuentro, sombra y descanso en medio del entorno. El proceso inicia con la selección y limpieza del terreno, donde se delimita cuidadosamente el espacio que ocuparán las estructuras. En esta etapa se busca respetar el entorno natural y, si es posible, incorporar la vegetación existente como parte del paisaje. Una vez definido el lugar, se realiza el trazo y nivelación, asegurando que la cimentación se coloque sobre terreno firme, estable y libre de irregularidades.

Posteriormente, se lleva a cabo la excavación de zapatas aisladas, que servirán como base para los postes que sostendrán la estructura de la palapa. Se coloca concreto con acero de refuerzo, garantizando solidez y resistencia al paso del tiempo y a las condiciones climáticas. Cada elemento estructural, desde los apoyos verticales hasta las vigas superiores, se ensambla con precisión y cuidado, con materiales tradicionalmente duraderos como madera de chicozapote o pino tratado, que aportan tanto calidez visual como integridad estructural. Esta combinación de técnica y tradición permite que las palapas no solo se integren armónicamente al paisaje, sino que se conviertan en refugios confiables y seguros.

La siguiente fase contempla la colocación del techado, uno de los aspectos más representativos y simbólicos de la palapa. Se utilizan hojas de palma de huano, previamente tratadas, que se colocan con habilidad artesanal para garantizar protección contra el sol y la lluvia. Este paso es realizado muchas veces por manos expertas, que no solo conocen la técnica, sino que entienden el valor cultural y climático de este tipo de cubierta. El resultado es un techo fresco, estéticamente armonioso y perfectamente adaptado al clima tropical de la región. El acabado natural de la palma permite que las palapas respiren, generando sombra y ventilación cruzada, elementos esenciales para el confort de quienes las usen.

Finalmente, se acondiciona el entorno inmediato: se puede incluir un piso firme, jardineras, iluminación ambiental o bancas rústicas para hacer del espacio un verdadero punto de convivencia. Las palapas así construidas no solo cumplen con una función recreativa o de descanso, sino que se transforman en un símbolo de comunidad y bienestar. Son el escenario de conversaciones, juegos, celebraciones y momentos cotidianos que fortalecen la vida en comunidad. En este sentido, el proceso constructivo de una palapa va más allá de la técnica; es la creación de un espacio humano, diseñado para cobijar encuentros, ofrecer abrigo natural y dignificar el entorno desde el respeto a las tradiciones y al entorno ambiental.

Alumbrado exterior

El proceso constructivo del alumbrado exterior en una unidad habitacional militar va mucho más allá de instalar luminarias; es iluminar los caminos de quienes vivirán allí, brindar seguridad, comodidad y una sensación de hogar incluso cuando cae la noche. Todo comienza con la planeación del sistema eléctrico, donde se determinan cuidadosamente las ubicaciones estratégicas para cada poste, lámpara o luminaria, considerando la circulación peatonal, vialidades y áreas comunes como canchas, andadores o zonas verdes. Se trazan canalizaciones subterráneas o aéreas según el diseño, procurando causar la menor afectación posible al entorno y conservando la armonía con el paisaje.

Una vez realizadas las excavaciones para las bases, se instalan postes metálicos o de concreto, fijados con cimentaciones firmes y bien alineadas. Se colocan las luminarias LED o de bajo consumo, buscando siempre eficiencia energética y buena cobertura lumínica. El cableado se protege con tubería adecuada y se conecta a tableros eléctricos previamente diseñados para soportar la carga. Cuando se encienden por primera vez, esas luces no solo marcan el final de un proceso técnico, sino el comienzo de una nueva etapa: son faros cotidianos que guiarán pasos, acompañarán retornos a casa, darán tranquilidad y permitirán que los espacios exteriores se vivan también de noche, creando un ambiente seguro y acogedor para todos.

Planta de emergencia

La construcción de una planta de emergencia dentro de una unidad habitacional militar representa una acción preventiva y comprometida con el bienestar colectivo. Este tipo de infraestructura no es solo un respaldo técnico, sino una garantía de que, aún en los momentos más difíciles, la vida dentro del conjunto podrá continuar con seguridad. El proceso inicia con la preparación del terreno donde se colocará la planta: se traza el área designada, se nivela el suelo y se construye una losa de cimentación firme que soporte adecuadamente el peso del equipo y permita un fácil acceso para su operación y mantenimiento. Todo se realiza con precisión, pensando en que este espacio resista las condiciones del entorno y cumpla con su función crítica.

Después, se procede a la instalación del cuarto de resguardo o caseta, fabricada comúnmente con muros de block o prefabricados, que protegen el generador del clima y posibles actos vandálicos. Este proceso se culmina en el mes doceavo.

En su interior, se acondicionan instalaciones eléctricas y mecánicas necesarias para la correcta operación de la planta. Se coloca el generador, ya sea a diésel o gas, junto con su sistema de control, banco de baterías, tanque de combustible y sistema de ventilación. La instalación eléctrica se conecta a los circuitos principales del conjunto habitacional, a través de un sistema de transferencia automática, que activa la planta en caso de corte de energía, permitiendo que áreas críticas como alumbrado exterior, oficinas o sistemas de bombeo sigan operando.

Finalmente, se realizan pruebas funcionales para asegurar que todo el sistema opere de forma adecuada y se capacita al personal encargado en su uso correcto. Esta planta de emergencia no solo aporta confiabilidad técnica, sino tranquilidad emocional. Saber que en un apagón o contingencia se cuenta con un respaldo que protege a las familias y mantiene activos los servicios básicos, convierte a esta instalación en un pilar silencioso de la seguridad comunitaria. Su construcción refleja la visión de un entorno habitable, resiliente y digno, donde cada detalle está pensado para proteger la vida en todas sus formas.

Planta de tratamiento (PTAR)

La construcción de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) prefabricada dentro de una unidad habitacional militar refleja un compromiso claro con el cuidado del medio ambiente y la sostenibilidad del entorno. Su implementación permite tratar las aguas residuales generadas por la comunidad antes de ser devueltas al subsuelo o reutilizadas, promoviendo un ciclo responsable del recurso hídrico.

El proceso inicia con la selección y preparación del sitio, donde se realiza el desmonte, nivelación y compactación del terreno, asegurando condiciones óptimas de soporte. A continuación, se construye una losa de cimentación de concreto armado, diseñada para resistir el peso y las vibraciones del equipo, brindando estabilidad y seguridad a largo plazo.

Una vez lista la base, se lleva a cabo el traslado e instalación del sistema prefabricado, compuesto generalmente por módulos de acero o plástico reforzado que contienen las distintas etapas del tratamiento: pretratamiento, tratamiento biológico y clarificación. Estos módulos llegan ensamblados o semiensamblados, lo que reduce significativamente el tiempo de construcción en sitio. Con la ayuda de grúas o maquinaria ligera, se posicionan cuidadosamente sobre la cimentación, procurando mantener su alineación y nivelación para garantizar un funcionamiento eficiente. Durante esta fase también se instalan las conexiones hidráulicas de entrada y salida, así como las ventilaciones necesarias.

El siguiente paso consiste en realizar las conexiones eléctricas y mecánicas, las cuales alimentan los sistemas de bombeo, aireación, control automatizado y monitoreo de la planta. Se habilita un tablero de control que regula cada proceso, permitiendo que la operación sea precisa y segura. Además, se instalan protecciones, señalética y accesos adecuados para el personal encargado del mantenimiento. Todo esto se realiza bajo normas ambientales y de construcción vigentes, cuidando tanto la eficiencia del tratamiento como la seguridad de quienes operan la planta. La instalación se prueba en condiciones reales para garantizar su correcto funcionamiento antes de iniciar operaciones permanentes.

Finalmente, la PTAR entra en funcionamiento como un elemento vital del ecosistema de la unidad habitacional, contribuyendo activamente al equilibrio ambiental y a la calidad de vida de sus habitantes. Su presencia evita la contaminación de cuerpos de agua y del manto freático, protegiendo la salud de las personas y la biodiversidad local. Más allá de su utilidad técnica, esta planta representa una visión responsable y consciente del desarrollo urbano: una en la que el crecimiento humano no ocurre a costa del entorno, sino en armonía con él. Así, la PTAR no solo trata aguas residuales, sino que limpia también nuestro compromiso con el planeta y con las futuras generaciones. La PTAR se lleva a cabo en el mes doceavo de la obra.

Limpieza general

La limpieza final de una obra es mucho más que una etapa técnica; representa el cierre de un proceso lleno de esfuerzo, dedicación y trabajo en equipo. Es en este momento donde cada rincón cobra vida y el espacio comienza a sentirse como un verdadero hogar o lugar de servicio. Se realiza una limpieza profunda en todas las áreas construidas: se eliminan residuos de materiales, polvo acumulado, manchas de pintura o cemento, y se limpian a fondo ventanas, puertas, pisos, instalaciones sanitarias y eléctricas. Es una labor detallada y minuciosa, llevada a cabo con cuidado, donde se revisa que todo esté en su sitio, funcionando y en óptimas condiciones para su uso inmediato.

Este proceso también tiene un valor emocional, pues marca la transición de la obra a un espacio habitable, digno y seguro para quienes lo ocuparán. Es cuando el concreto, el acero y los acabados se transforman en ambientes listos para ser vividos. La limpieza no solo revela la calidad del trabajo realizado, sino que es una forma de respeto hacia los futuros usuarios, asegurando que reciban un entorno limpio, acogedor y libre de peligros. Es el toque final, silencioso pero esencial, que envuelve todo lo construido con una sensación de bienestar y pertenencia.

Las construcciones temporales se explican a continuación, estas áreas se realizaron en el segundo mes al tercero del cronograma de la obra.

Laboratorio de Pruebas

Un laboratorio de pruebas temporal es un espacio provisional que se instala cerca de donde se realiza una obra o proyecto, con el propósito de llevar a cabo análisis y ensayos técnicos sin tener que trasladarse a laboratorios externos. Su función es asegurar que los materiales y procesos utilizados cumplan con los estándares de calidad requeridos. Puede enfocarse en distintas áreas, como pruebas de concreto, suelos o soldaduras, y resulta especialmente útil cuando se necesita rapidez y precisión en los resultados para tomar decisiones durante el desarrollo de la obra.

El proceso para construir este tipo de laboratorio comienza eligiendo un lugar adecuado, de fácil acceso y cercano a la zona de trabajo. Luego, se prepara el terreno y se monta una estructura sencilla con polines de madera forrando el laboratorio con hojas de madera de pino de 14 milímetros de grosor, con tejado de láminas de cartón como una caseta o una carpa reforzada que albergue tanto los equipos de prueba como las áreas de trabajo. También se instalan servicios básicos como luz, agua y ventilación. Una vez listo el espacio, se equipa con los instrumentos necesarios y se organiza el funcionamiento del laboratorio, buscando siempre que las pruebas se realicen con seguridad, orden y precisión, en beneficio del avance y la calidad del proyecto.

Vivero temporal

La construcción de un vivero temporal para 3,000 plantas comienza eligiendo un terreno que reciba buena luz solar, tenga un drenaje adecuado y sea de fácil acceso para el riego. Se limpia y nivela el área, retirando maleza y obstáculos, y se traza un diseño sencillo que contemple pasillos, espacios para las plantas, y una pequeña zona de almacenamiento. También se planea desde el inicio un sistema de riego práctico como goteo o aspersión para mantener a las plantas bien hidratadas sin desperdiciar agua.

Después de preparar el terreno, se levantan estructuras ligeras para proteger las plantas del sol fuerte y los vientos. Se utiliza malla sombra, sostenida por postes de madera o metal, y se instalan mesas, bancales o camas elevadas donde se colocan las plantas en bolsas o charolas. También se acondiciona un rincón para preparar el sustrato y llenar los contenedores, lo que facilita el trabajo diario y permite que las plántulas crezcan en condiciones adecuadas.

Con el vivero ya montado, se organizan las tareas de cuidado: se riega a diario, se revisa que no haya plagas ni enfermedades, y se lleva un seguimiento del crecimiento de las plantas. Aunque es un espacio temporal, se cuida como si fuera permanente, ya que de su buen manejo depende que las 3,000 plantas crezcan sanas y listas para ser trasplantadas cuando llegue el momento. Todo el proceso se enfoca en crear un entorno funcional, ordenado y adaptado al ciclo de vida de las plantas.

Alojamientos temporales

La construcción de alojamientos temporales en una obra comienza con la identificación del lugar más adecuado dentro del sitio. Se busca un área segura, de fácil acceso y alejada de zonas de riesgo como frentes de trabajo activos o zonas propensas a inundación. Una vez elegido el terreno, se limpia y se nivela, creando una base firme que permita montar las estructuras sin problemas. En esta etapa se prioriza siempre el bienestar de las personas que los ocuparán, pues estos espacios serán su lugar de descanso diario.

Luego se procede a la instalación de las estructuras, que suelen ser módulos prefabricados, casetas móviles o construcciones ligeras de madera o metal. Se distribuyen de manera ordenada, dejando pasillos de circulación, zonas comunes y accesos visibles. Cada módulo se adapta para alojar a varias personas, con ventilación, iluminación básica y espacio suficiente para descansar dignamente. También se consideran áreas para servicios como baños, regaderas, comedores y lavandería, garantizando así condiciones mínimas de comodidad e higiene.

Durante el proceso, se instala el suministro eléctrico, agua potable y drenaje, ya sea mediante conexiones temporales o sistemas independientes. Se colocan también extintores, señalización y salidas de emergencia, cumpliendo con medidas básicas de seguridad. La prioridad es crear un espacio funcional y ordenado, pero sobre todo humano, donde los trabajadores puedan recuperar energías después de largas jornadas, en un entorno limpio, seguro y con cierto grado de privacidad.

Finalmente, se revisa cada detalle antes de habilitar los alojamientos se prueban las instalaciones, se verifican las condiciones estructurales y se realiza una limpieza general. Aunque estas construcciones no son permanentes, su propósito es profundamente importante, ofrecer un lugar digno y seguro que haga sentir a cada persona valorada y cuidada. Un alojamiento temporal bien construido no solo cumple con una función práctica, sino que también refleja el respeto que se tiene por quienes hacen posible el avance de la obra.

Caseta temporal de vigilancia

La construcción de una caseta temporal de vigilancia de 9.5 metros cuadrados comienza con la preparación de un espacio seguro y visible dentro del sitio de obra, generalmente cerca del acceso principal. Se limpia y nivela el terreno para asegurar una base estable, y se instala una pequeña plataforma de concreto o una base modular que soporte adecuadamente la estructura. Enseguida, se levantan muros ligeros con materiales prefabricados o paneles metálicos, pensando no solo en la rapidez del montaje, sino en ofrecer protección contra el sol, el viento y la lluvia a quien estará ahí durante varias horas del día.

Se coloca una cubierta resistente, se instalan ventanas para ventilación cruzada y una puerta segura que permita el control del ingreso al sitio. También se conecta la caseta a una fuente de energía eléctrica, se coloca iluminación, y si es posible, un pequeño ventilador o aire acondicionado para hacer el espacio más cómodo. Aunque es una construcción sencilla y temporal, se cuida cada detalle para que el personal de vigilancia tenga un espacio funcional, digno y protegido, desde donde pueda realizar su labor con seguridad y tranquilidad. La caseta no solo resguarda materiales y acceso, sino también a las personas que cuidan de todo el proyecto.

Cocina y comedores

La construcción de dos cocinas con comedor de 30 metros cuadrados cada una inicia con la selección de un área cercana a los alojamientos o zonas de trabajo, asegurando fácil acceso, buen drenaje y ventilación natural. Se limpia y nivela el terreno, y sobre él se traza la base de cada cocina-comedor. Para la estructura principal se utilizan polines de madera tratada como columnas y vigas, ya que ofrecen resistencia y son fáciles de montar. Estas estructuras se fijan sobre zapatas sencillas o bloques de concreto para protegerlas de la humedad del suelo.

Las paredes se construyen con triplay de 12 mm reforzado, al que se le aplica sellador e impermeabilizante para prolongar su durabilidad ante la intemperie. El techo se arma con lámina galvanizada o de PVC sobre una estructura de madera, y se inclina ligeramente para permitir el escurrimiento del agua de lluvia. Se abren ventanas amplias con malla para permitir la ventilación y mantener alejados a los insectos. El piso puede ser de madera tratada o de concreto afinado para facilitar la limpieza. También se incorporan mesas y bancas hechas con madera reciclada o tablones, ofreciendo un espacio cálido y funcional.

El área de cocina se equipa con mesas de trabajo, estufa industrial o anafres, tarjas de lavado con instalación hidráulica básica, y estanterías para utensilios y alimentos. Se instala un sistema de ventilación natural o extractores si es posible, y se habilita iluminación con focos LED conectados a una red eléctrica temporal. Aunque son cocinas y comedores provisionales, se cuida

cada detalle para que quienes ahí cocinan y comen lo hagan en un ambiente digno, seguro y ordenado, que reconozca la importancia de su labor y su bienestar diario. Estas construcciones temporales se convierten en espacios esenciales de convivencia y recuperación durante la jornada. Cabe mencionar que se instalan biodigestores para el proceso de lavado de utensilios que son desazolvados al momento de su desinstalación.

II.2.5 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto

Como parte de las obras y actividades provisionales, el proyecto contempla la instalación de baños portátiles, considerando un baño por cada 15 trabajadores. Se tiene previsto contratar 20 unidades sanitarias portátiles, las cuales se ubicarán en el área de estacionamiento al inicio de la obra, con el fin de atender oportunamente las necesidades fisiológicas del personal. Estas permanecerán durante toda la etapa constructiva, estimada en cuatro meses.

Asimismo, se colocarán contenedores de basura clasificados para residuos sólidos orgánicos e inorgánicos, así como madera, papel, escombros, entre otros. También se habilitará un almacén de combustibles, el cual estará ubicado sobre una superficie impermeable y contará con bandejas de contención para evitar filtraciones al suelo.

II.2.6 Descripción de obras asociadas al proyecto

La construcción de la unidad habitacional militar asocia a otras obras contempladas tales como: la construcción de una oficina administrativa de 103 m², una palapa y alberca de 604 m², tanque elevado con capacidad de 73 m³ y un área de 37.7 m², canchas de usos múltiples de 551 m², área de juegos infantiles de 1195 m², un contenedor de residuos sólidos urbanos de 53.3 m², una caseta de distribución de 4.03 m², caseta planta de emergencia 32.67 m², una caseta de vigilancia de 31.42 m² y una P.T.A.R. de 515.04 m².

II.2.7 Estimación del volumen por especie de las materias primas forestales derivadas del cambio de uso del suelo

Diseño de muestreo

Un inventario forestal es fundamental porque permite conocer con precisión la composición, estado y la distribución de los recursos forestales, aspectos esenciales para una gestión sostenible del bosque. A través de este proceso se recopilan datos clave sobre las especies presentes, el volumen de madera, biodiversidad y las condiciones generales del ecosistema, lo que proporciona una base sólida para la toma de decisiones informadas en materia de conservación, aprovechamiento y restauración.

Además, un inventario bien realizado no solo posee un alto valor técnico y económico, sino que también refleja el compromiso con el uso responsable y la protección de los recursos naturales, en beneficio de las generaciones presentes y futuras.

Forma y tamaño de los sitios

Se realizo un censo delimitando un polígono con una superficie total de 6,197.52 m², tal como se muestra en la carta número 6.

Intensidad de muestreo

Se realizo un censo que abarco el 20.68% del área con vegetación más representativa, con el propósito de evaluar el cambio de uso de suelo.

Número total del sitio muestreado

Debido a la condición inundable del sitio, se realizó un censo de la vegetación más representativa, cubriendo el 20.68% del total del predio, lo que equivale a 6,197.52 m² de un total de 29,996.512 m².

Volúmenes de las materias primas forestales

Se determinaron los volúmenes por especie mediante la medición directa de todo el arbolado ubicado dentro del área censada. Además de la identificación de las especies, se obtuvieron los parámetros dasométricos de cada árbol con un diámetro mayor o igual a 5 cm. Con estos parámetros-diámetro y altura por especie- y con el apoyo de una hoja de cálculo en Excel, se estimaron tanto el número de árboles como el volumen a afectar en la superficie a despalmar.

Para el cálculo de los volúmenes por especie, y una vez realizado el censo forestal y recopilado los datos necesarios, se aplicó la siguiente fórmula:

$$V = \frac{2}{3} \times \left(\pi \times \frac{DAP^2}{4} \right) \times Alt$$

Donde:

2/3 = Factor de forma

π = 3.1416

DAP² = Diámetro altura al pecho al cuadrado.

4= Es una constante que surge al convertir el diámetro en radio y calcular el área.

ALT= Altura

En el contexto forestal, el volumen de un árbol (o una sección de este) se calcula multiplicando el área basal, es decir, la sección transversal en la base del tronco por la altura del árbol. Esta ecuación representa una versión simplificada para estimar el volumen, en la que el área basal se multiplica por algún factor, como la altura o un coeficiente de forma.

En esta fórmula, la expresión 3.1416 x DAP²/4 representa el área basal del árbol, donde el área basal se multiplica por el factor coeficiente de forma. El número 4 en el dominador proviene de la formula del área de un círculo, cuando se expresa en términos del diámetro en lugar del radio, es una constante que surge al convertir el diámetro en radio y calcular el área.

Tabla 8. Volumen forestal del estrato arbóreo con la estimación del volumen forestal por especie

N. IND.	FAMILIA	NOMBRE COMUN	*NOMBRE CIENTIFICO*	*VOLUMEN m³*
1	Moraceae	k'an oox	*Brosimum alicastrum*	0.029
2	Burseraceae	chakaj	*Bursera simaruba*	0.016
3	Malpighiaceae	Nance	*Byrsonima crassifolia*	0.052
4	Malpighiaceae	Nance	*Byrsonima crassifolia*	0.025
5	Malpighiaceae	Nance	*Byrsonima crassifolia*	0.077
6	Malpighiaceae	Nance	*Byrsonima crassifolia*	0.053
7	Malpighiaceae	Nance	*Byrsonima crassifolia*	0.041
8	Fabaceae	ya' ax eek	*Chloroleucon mangense*	0.067
9	Sapotaceae	caimito	*Chrysophyllum mexicanum*	0.049
10	Polygonaceae	boob ch'iich'	*Coccoloba barbadensis*	0.059
11	Polygonaceae	boob ch'iich'	*Coccoloba barbadensis*	0.176
12	Polygonaceae	boob ch'iich'	*Coccoloba barbadensis*	0.049
13	Polygonaceae	boob ch'iich'	*Coccoloba barbadensis*	0.027
14	Polygonaceae	Ch´iich boob	*Coccoloba diversifolia*	0.028
15	Polygonaceae	Ch´iich boob	*Coccoloba diversifolia*	0.010
16	Polygonaceae	Ch´iich boob	*Coccoloba diversifolia*	0.087
17	Polygonaceae	Ch´iich boob	*Coccoloba diversifolia*	0.108
18	Polygonaceae	Ch´iich boob	*Coccoloba diversifolia*	0.077
19	Rubiaceae	taastaab	*Guettarda combsii*	0.014
20	Rubiaceae	taastaab	*Guettarda combsii*	0.012
21	Rubiaceae	taastaab	*Guettarda combsii*	0.011
22	Rubiaceae	taastaab	*Guettarda combsii*	0.024
23	Malvaceae	k'an jóol	*Hampea trilobata*	0.013

N. IND.	FAMILIA	NOMBRE COMUN	*NOMBRE CIENTIFICO*	*VOLUMEN m³*
24	Euphorbiaceae	Pomolche	*Jatropha gaumeri*	0.012
25	Euphorbiaceae	Pomolche	*Jatropha gaumeri*	0.013
26	Fabaceae	baal che'	*Lonchocarpus punctatus*	0.188
27	Fabaceae	baal che'	*Lonchocarpus punctatus*	0.145
28	Fabaceae	baal che'	*Lonchocarpus punctatus*	0.042
29	Fabaceae	baal che'	*Lonchocarpus punctatus*	0.057
30	Fabaceae	k'anasín	*Lonchocarpus rugosus*	0.169
31	Fabaceae	k'anasín	*Lonchocarpus rugosus*	0.127
32	Fabaceae	k'anasín	*Lonchocarpus rugosus*	0.060
33	Fabaceae	k'anasín	*Lonchocarpus rugosus*	0.058
34	Fabaceae	k'anasín	*Lonchocarpus rugosus*	0.058
35	Fabaceae	Tzalam	*Lysiloma latisiliquum*	0.353
36	Fabaceae	Tzalam	*Lysiloma latisiliquum*	0.290
37	Fabaceae	Tzalam	*Lysiloma latisiliquum*	0.090
38	Fabaceae	Tzalam	*Lysiloma latisiliquum*	0.114
39	Fabaceae	Tzalam	*Lysiloma latisiliquum*	0.242
40	Fabaceae	Tzalam	*Lysiloma latisiliquum*	0.285
41	Fabaceae	Tzalam	*Lysiloma latisiliquum*	0.334
42	Fabaceae	Tzalam	*Lysiloma latisiliquum*	0.128
43	Fabaceae	Tzalam	*Lysiloma latisiliquum*	0.242
44	Fabaceae	Tzalam	*Lysiloma latisiliquum*	0.143
45	Fabaceae	Tzalam	*Lysiloma latisiliquum*	0.204
46	Sapotaceae	Chicozapote	*Manilkara zapota*	0.014
47	Anacardiaceae	Chechem	*Metopium brownei*	0.038
48	Anacardiaceae	Chechem	*Metopium brownei*	0.037
49	Anacardiaceae	Chechem	*Metopium brownei*	0.017
50	Anacardiaceae	Chechem	*Metopium brownei*	0.012
51	Anacardiaceae	Chechem	*Metopium brownei*	0.025
52	Anacardiaceae	Chechem	*Metopium brownei*	0.116
53	Anacardiaceae	Chechem	*Metopium brownei*	0.035
54	Anacardiaceae	Chechem	*Metopium brownei*	0.052
55	Anacardiaceae	Chechem	*Metopium brownei*	0.030
56	Anacardiaceae	Chechem	*Metopium brownei*	0.067
57	Anacardiaceae	Chechem	*Metopium brownei*	0.153
58	Anacardiaceae	Chechem	*Metopium brownei*	0.172
59	Anacardiaceae	Chechem	*Metopium brownei*	0.047
60	Anacardiaceae	Chechem	*Metopium brownei*	0.231
61	Anacardiaceae	Chechem	*Metopium brownei*	0.129
62	Anacardiaceae	Chechem	*Metopium brownei*	0.087
63	Anacardiaceae	Chechem	*Metopium brownei*	0.159
64	Anacardiaceae	Chechem	*Metopium brownei*	0.104
65	Anacardiaceae	Chechem	*Metopium brownei*	0.062
66	Anacardiaceae	Chechen	*Metopium brownei*	0.034
67	Lauraceae	jobon che'	*Nectandra coreaea*	0.054
68	Lauraceae	jobon che'	*Nectandra coriacea*	0.041

N. IND.	FAMILIA	NOMBRE COMUN	*NOMBRE CIENTIFICO*	*VOLUMEN m³*
69	Arecaceae	bon xa'an	*Sabal mexicana*	0.211
70	Arecaceae	xa'an	*Sabal yapa*	0.407
71	Arecaceae	xa'an	*Sabal yapa*	0.220
72	Simaroubaceae	pa' sak	*Simarouba glauca*	0.109
73	Simaroubaceae	pa' sak	*Simarouba glauca*	0.083
74	Simaroubaceae	pa' sak	*Simarouba glauca*	0.047
75	Fabaceae	k'aatal oox	*Swartzia cubensis*	0.038
76	Fabaceae	k'aatal oox	*Swartzia cubensis*	0.050
77	Bignoniaceae	mak'ulis	*Tabebuia rosea*	0.117
78	Bignoniaceae	mak'ulis	*Tabebuia rosea*	0.062
79	Bignoniaceae	mak'ulis	*Tabebuia rosea*	0.018
80	Bignoniaceae	mak'ulis	*Tabebuia rosea*	0.017
81	Bignoniaceae	mak'ulis	*Tabebuia rosea*	0.122
82	Bignoniaceae	mak'ulis	*Tabebuia rosea*	0.155
83	Bignoniaceae	mak'ulis	*Tabebuia rosea*	0.059
84	Bignoniaceae	mak'ulis	*Tabebuia rosea*	0.050
85	Bignoniaceae	mak'ulis	*Tabebuia rosea*	0.185
86	Bignoniaceae	mak'ulis	*Tabebuia rosea*	0.014
87	Bignoniaceae	mak'ulis	*Tabebuia rosea*	0.108
88	Combretaceae	puk'te	*Terminalia buceras*	0.300
89	Combretaceae	puk'te	*Terminalia buceras*	0.127
90	Combretaceae	puk'te	*Terminalia buceras*	0.105
91	Combretaceae	puk'te	*Terminalia buceras*	0.668
92	Combretaceae	puk'te	*Terminalia buceras*	0.231
93	Combretaceae	puk'te	*Terminalia buceras*	0.189
94	Apocynaceae	je' kéej	*Thevetia ahouai*	0.015
95	Lamiaceae	ya'axnik	*Vitex gaumeri*	0.060

Tabla 9. Volumen por especie de las materias primas forestales maderales y no maderables

FAMILIA	NOMBRE COMUN	*NOMBRE CIENTIFICO*	*VOLUMEN m³*	Maderable
Moraceae	***k'an oox***	***Brosimum alicastrum***	**0.029**	Sí
Burseraceae	***chakaj***	***Bursera simaruba***	**0.016**	Sí
Fabaceae	***ya' ax eek***	***Chloroleucon mangense***	**0.067**	Sí
Sapotaceae	***caimito***	***Chrysophyllum mexicanum***	**0.049**	Sí
Polygonaceae	***Ch´iich boob***	***Coccoloba diversifolia***	**0.309**	Sí
Malvaceae	***k'an jóol***	***Hampea trilobata***	**0.013**	Sí
Fabaceae	***baal che'***	***Lonchocarpus punctatus***	**0.432**	Sí
Fabaceae	***k'anasín***	***Lonchocarpus rugosus***	**0.471**	Sí
Fabaceae	***Tzalam***	***Lysiloma latisiliquum***	**2.426**	Sí
Sapotaceae	***Chicozapote***	***Manilkara zapota***	**0.014**	Sí
Anacardiaceae	***Chechem***	***Metopium brownei***	**1.609**	Sí
Lauraceae	***jobon che'***	***Nectandra coreaea***	**0.094**	Sí
Simaroubaceae	***pa' sak***	***Simarouba glauca***	**0.239**	Sí
Fabaceae	***k'aatal oox***	***Swartzia cubensis***	**0.088**	Sí
Bignoniaceae	***mak'ulis***	***Tabebuia rosea***	**0.906**	Sí
Combretaceae	***puk'te***	***Terminalia buceras***	**1.620**	Sí
Lamiaceae	***ya'axnik***	***Vitex gaumeri***	**0.060**	Sí
Malpighiaceae	***Nance***	***Byrsonima crassifolia***	**0.247**	No
Polygonaceae	***boob ch'iich'***	***Coccoloba barbadensis***	**0.311**	No
Rubiaceae	***taastaab***	***Guettarda combsii***	**0.061**	No
Euphorbiaceae	***Pomolche***	***Jatropha gaumeri***	**0.025**	No
Arecaceae	***bon xa'an***	***Sabal mexicana***	**0.211**	No
Arecaceae	***xa'an***	***Sabal yapa***	**0.627**	No
Apocynaceae	***je' kéej***	***Thevetia ahouai***	**0.015**	No

La anterior tabla muestra el volumen de materia prima forestal por especie, con base a los resultados obtenidos del censo forestal realizado en el área de estudio existe una riqueza de 24 especies de las cuales 17 son maderables y 7 no se consideran maderables.

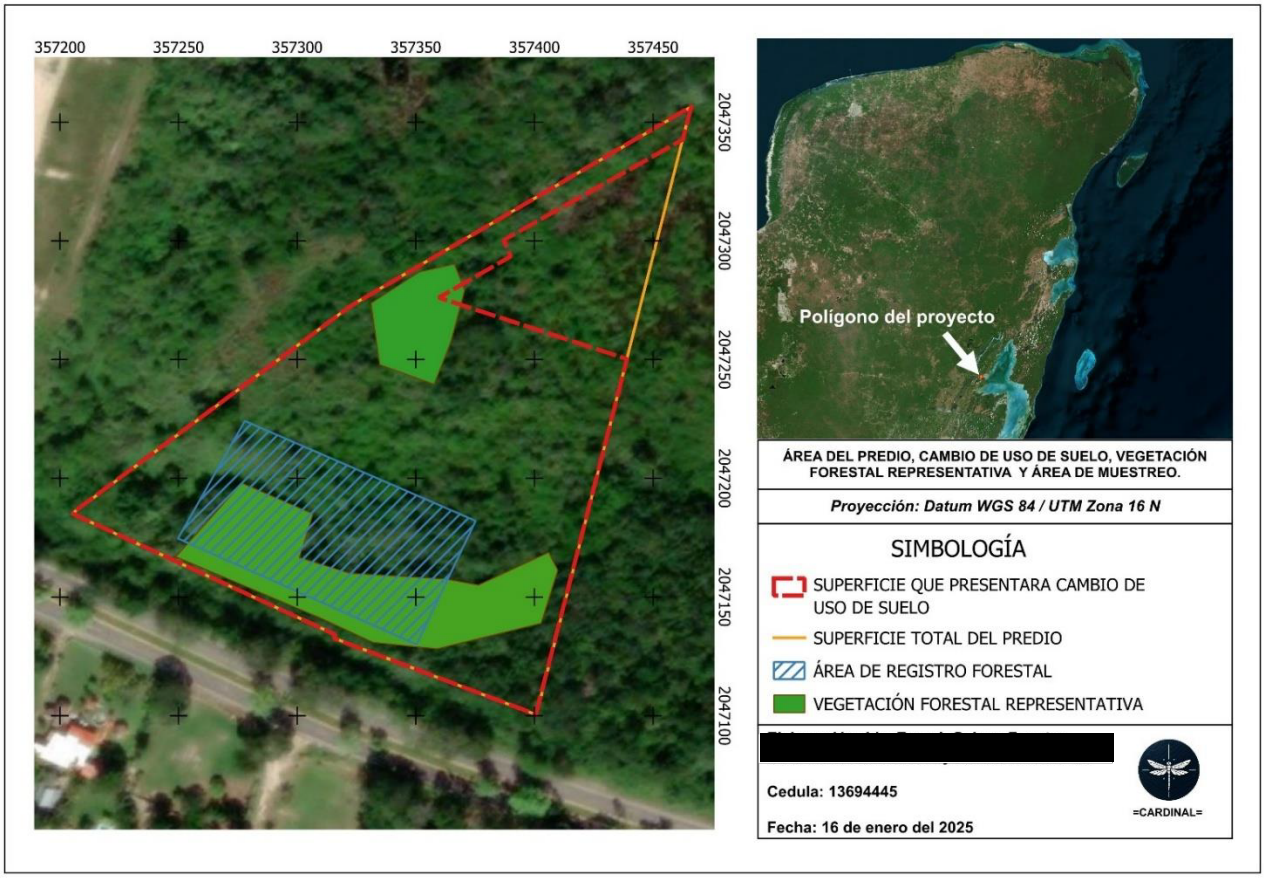
Tabla 10. Representación del número de familias censadas y número de Arboles clasificados de acuerdo con su familia

Familia	Número de Arboles
Fabaceae	**5**
Polygonaceae	**2**
Sapotaceae	**2**
Arecaceae	**2**
Moraceae	**1**
Burseraceae	**1**
Malvaceae	**1**
Anacardiaceae	**1**
Lauraceae	**1**
Simaroubaceae	**1**
Bignoniaceae	**1**
Combretaceae	**1**
Lamiaceae	**1**
Malpighiaceae	**1**
Rubiaceae	**1**
Euphorbiaceae	**1**
Apocynaceae	**1**

Como se describe, representa un total de 24 especies distribuidas en 17 familias botánicas. La tabla muestra la riqueza de especies por familia botánica en el área de estudio denominada selva baja inundable subperennifolia con manchones de selva mediana subperennifolia. La familia Fabaceae es la más representada con 5 especies, seguida por Polygonaceae, Sapotaceae y Arecaceae, cada una con 2 especies. Las demás familias tienen 1 especie cada una, lo que refleja una alta diversidad de familias con baja representación individual.

A continuación, se presenta la carta que muestra la superficie total del predio, la cual es de 29,996.512 m², el área donde se realizó el muestreo forestal, así como la superficie que será objeto de cambio de uso de suelo, correspondiente a **25,437.83 m².**

Carta 6. Área del predio, cambio de uso de suelo, vegetación forestal representativa y área de muestreo



Se realizo un censo que abarco el **20.68%** del área con vegetación más representativa, con el propósito de evaluar el cambio de uso de suelo.

Debido a la condición inundable del sitio, se realizó un censo de la vegetación más representativa, cubriendo el **20.68%** del área total del predio, lo que equivale a **6,197.52 m²,** de un total de **29,996.512 m².**

Se determinaron los volúmenes por especie mediante la medición directa de todo el arbolado ubicado dentro del área censada. Además de la identificación de las especies, se registraron los parámetros dasométricos de cada uno de los árboles con un diámetro igual o superior a 5 cm. Con estos datos diamétricos por especie, y mediante el uso de una hoja de cálculo en Excel, se estimó el número de árboles y el volumen que será afectado en la superficie destinada al despalme. La memoria de cálculo fue elaborada en una hoja de Excel, diferenciando entre especies maderable y no maderable. La memoria se presenta en los anexos del presente documento.

Cálculo del volumen del estrato arbustivo

El cálculo forestal son estimaciones realizadas por los profesionales forestales para establecer la cantidad de madera de una o varias especies existentes en una determinada zona. Para este estrato se utilizó un muestreo del sitio con más representación arbórea.

De forma general se calculó con la formula:

V= (2/3 x So x h)

Donde:

V= Volumen total del árbol.

So= Área basal o se toma en cuenta el diámetro de base de cada arbusto donde se asumió que la forma de la sección es circular, Expresada por ($\pi X(d^2/4)$)

H= Altura

Factor de forma

En el último tramo del siglo XIX, Toward introduce el uso de factores como alternativa frente a las limitaciones del modelo de sólidos en revolución. Su enfoque señala que el factor de forma vincula la geometría del tronco con su volumen, mediante la comparación entre el volumen verdadero del fuste y el de una figura geométrica regular que simula su forma.

Para este caso en la formula se utiliza la constante de "2/3" (0.666)

Tabla 11. Estimación del volumen para el estrato arbustivo por cada especie censada en el polígono de 6,197.52 m²

FAMILIA	NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	DAP (cm)	DAP (M)	ALT (m)	So	Volumen m³
Apocynaceae	*je' kéej*	*Thevetia ahouai*	10.3	0.103	3.2	0.00833	0.018
Fabaceae	*k'anasín*	*Lonchocarpus rugosus*	7.5	0.075	2.5	0.00442	0.007
Polygonaceae	*Ch´iich boob*	*Coccoloba diversifolia*	7.2	0.072	1.7	0.00407	0.005

FAMILIA	NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	DAP (cm)	DAP (M)	ALT (m)	So	Volumen m^3
Sapotaceae	*Chicozapote*	*Manilkara zapota*	8.3	0.083	4.2	0.00541	0.015
Polygonaceae	*Ch´iich boob*	*Coccoloba diversifolia*	10.5	0.105	4.4	0.00882	0.026
Sapotaceae	*caimito*	*Chrysophyllum mexicanum*	10.3	0.103	3.5	0.00663	0.015
Fabaceae	*k'anasín*	*Lonchocarpus rugosus*	8.3	0.083	4.5	0.00293	0.009
Fabaceae	*k'anasín*	*Lonchocarpus rugosus*	4.3	0.043	2.3	0.00194	0.003
Malvaceae	*k'an jóol*	*Hampea trilobata*	9.1	0.091	4.8	0.00911	0.029
Bignoniaceae	*mak'ulis*	*Tabebuia rosea*	1.2	0.012	1.4	0.00013	0.000
Bignoniaceae	*mak'ulis*	*Tabebuia rosea*	2.4	0.024	1.6	0.00065	0.001
Rubiaceae	*taastaab*	*Guettarda combsii*	4.3	0.043	2.1	0.00106	0.001
Rubiaceae	*taastaab*	*Guettarda combsii*	4.1	0.041	2.1	0.00202	0.003
Polygonaceae	*Ch´iich boob*	*Coccoloba diversifolia*	2.3	0.023	1.4	0.00019	0.000
Polygonaceae	*Ch´iich boob*	*Coccoloba diversifolia*	2.1	0.021	1.2	0.00018	0.000
Apocynaceae	*je' kéej*	*Thevetia ahouai*	2.9	0.029	1.1	0.00044	0.000
Fabaceae	*k'anasín*	*Lonchocarpus rugosus*	2.3	0.023	2.3	0.00028	0.000
Sapotaceae	*caimito*	*Chrysophyllum mexicanum*	2.3	0.023	1.8	0.00019	0.000
Sapotaceae	*Chicozapote*	*Manilkara zapota*	4.3	0.043	2.7	0.00055	0.001
Sapotaceae	*Chicozapote*	*Manilkara zapota*	4.2	0.042	3.2	0.00049	0.001
Polygonaceae	*Ch´iich boob*	*Coccoloba diversifolia*	12.1	0.121	4.6	0.00842	0.026
Polygonaceae	*boob ch'iich'*	*Coccoloba barbadensis*	12.1	0.121	4.6	0.00659	0.020
Rubiaceae	*taastaab*	*Guettarda combsii*	9.1	0.091	3.2	0.00559	0.012
Rubiaceae	*taastaab*	*Guettarda combsii*	2.3	0.023	1.9	0.00042	0.001
Lamiaceae	*ya'axnik*	*Vitex gaumeri*	3.2	0.032	1.8	0.00118	0.001
Salicaceae	*sabak che'*	*Casearia laetioides*	2.8	0.028	2.4	0.00090	0.001
Polygonaceae	*Ch´iich boob*	*Coccoloba diversifolia*	2.1	0.021	1.8	0.00035	0.000
Polygonaceae	*Ch´iich boob*	*Coccoloba diversifolia*	2.0	0.02	1.9	0.00019	0.000
Polygonaceae	*Ch´iich boob*	*Coccoloba diversifolia*	13.9	0.139	5	0.00869	0.029
Simaroubaceae	*Negrito*	*Simarouba glauca*	1.1	0.011	1.3	0.00007	0.000
Anacardiaceae	*chechen*	*Metopium brownei*	2.4	0.024	2	0.00026	0.000
Malvaceae	*k'aatal oox*	*Swartzia cubensis*	2.9	0.029	2.2	0.00040	0.001
Polygonaceae	*Ch´iich boob*	*Coccoloba diversifolia*	6.6	0.066	4.05	0.00545	0.015
Polygonaceae	*Ch´iich boob*	*Coccoloba diversifolia*	3.5	0.035	1.7	0.00040	0.000
Malvaceae	*k'an jóol*	*Hampea trilobata*	4.3	0.043	3.2	0.00092	0.002
Malvaceae	*k'an jóol*	*Hampea trilobata*	4.2	0.042	3.68	0.00097	0.002
Bignoniaceae	*mak'ulis*	*Tabebuia rosea*	3.5	0.035	2.2	0.00124	0.002
Lauraceae	*jobon che'*	*Nectandra salicifolia*	12.5	0.125	5.51	0.00664	0.024
Fabaceae	*k'anasín*	*Lonchocarpus rugosus*	11.5	0.115	4.38	0.01058	0.031
Ochnaceae	*buy ch'iich'*	*Ouratea lucens*	3.2	0.032	2.1	0.00094	0.001
Malvaceae	*k'an jóol*	*Hampea trilobata*	3.1	0.031	2.3	0.00053	0.001
Polygonaceae	*boob*	*Coccoloba cozumelensis*	8.2	0.082	3.2	0.00926	0.020
Ochnaceae	*buy ch'iich'*	*Ouratea lucens*	3.3	0.033	1.9	0.00119	0.002
Ochnaceae	*buy ch'iich'*	*Ouratea lucens*	3.2	0.032	2.5	0.00054	0.001
Apocynaceae	*uts'um péek'*	*Tabernaemontana alba*	3.1	0.031	2.3	0.00055	0.001
Lauraceae	*jobon che'*	*Nectandra coreaea*	3.3	0.033	2.1	0.00087	0.001

FAMILIA	NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	DAP (cm)	DAP (M)	ALT (m)	So	Volumen m^3
Sapotaceae	*chi'kéej*	*Chrysophyllum mexicanum*	3.5	0.035	2.7	0.00058	0.001
Malvaceae	*k'an jóol*	*Hampea trilobata*	3.5	0.035	1.8	0.00077	0.001
Fabaceae	*k'anasín*	*Lonchocarpus rugosus*	2.4	0.024	1.8	0.00033	0.000
Ochnaceae	*buy ch'iich'*	*Ouratea lucens*	2.1	0.021	1.5	0.00023	0.000
Malvaceae	*k'an jóol*	*Hampea trilobata*	6.3	0.063	2.6	0.00268	0.005
Malvaceae	*k'an jóol*	*Hampea trilobata*	9.3	0.093	3.7	0.00389	0.010
Malvaceae	*k'an jóol*	*Hampea trilobata*	9.5	0.095	3.8	0.00406	0.010
Malvaceae	*k'an jóol*	*Hampea trilobata*	9.4	0.094	3.8	0.00331	0.008
Polygonaceae	*boob*	*Coccoloba cozumelensis*	4.2	0.042	1.7	0.00115	0.001
Fabaceae	*k'anasín*	*Lonchocarpus rugosus*	6.2	0.062	3.4	0.00356	0.008
Fabaceae	*k'anasín*	*Lonchocarpus rugosus*	3.1	0.031	2.2	0.00091	0.001
Burseraceae	*Chakaj*	*Bursera simaruba*	4.2	0.042	4.2	0.00168	0.005
Rubiaceae	*taastaab*	*Guettarda combsii*	5.5	0.055	3.2	0.00129	0.003
Apocynaceae	*je' kéej*	*Thevetia ahouai*	4.3	0.043	2.5	0.00157	0.003
Apocynaceae	*je' kéej*	*Thevetia ahouai*	1.9	0.019	1.3	0.00020	0.000
Polygonaceae	*boob*	*Coccoloba cozumelensis*	2.5	0.025	2.7	0.00066	0.001
Rubiaceae	*taastaab*	*Guettarda combsii*	3.2	0.032	3.15	0.00082	0.002
Polygonaceae	*boob*	*Coccoloba cozumelensis*	2.1	0.021	1.6	0.00028	0.000
Fabaceae	*k'anasín*	*Lonchocarpus rugosus*	4.1	0.041	4.1	0.00055	0.001
Rubiaceae	*taastaab*	*Guettarda combsii*	4.5	0.045	4.12	0.00137	0.004
Rubiaceae	*taastaab*	*Guettarda combsii*	5.6	0.056	4.3	0.00247	0.007
Rubiaceae	*taastaab*	*Guettarda combsii*	12.3	0.123	5.2	0.00605	0.021
Polygonaceae	*Ch´iich boob*	*Coccoloba diversifolia*	9.1	0.091	3.1	0.00849	0.018
Anacardiaceae	*chechen*	*Metopium brownei*	13.2	0.132	4.9	0.01795	0.059
Combretaceae	*puk'te*	*Terminalia buceras*	8.1	0.081	4.3	0.00705	0.020
Combretaceae	*puk'te*	*Terminalia buceras*	8.9	0.089	4.2	0.01030	0.029
Anacardiaceae	*chechen*	*Metopium brownei*	12.3	0.123	5.1	0.01172	0.040
Fabaceae	*Babalche*	*Diphysa carthagenensis*	3.5	0.035	3.2	0.00150	0.003

La muestra arbórea recolectada incluye un total de más de 75 registros individuales, distribuidos en **18 familias botánicas**, siendo las más representadas **Polygonaceae**, **Fabaceae, Malvaceae y Rubiaceae**, lo que sugiere una notable diversidad florística típica de ecosistemas tropicales o subhúmedos. La especie ***Coccoloba diversifolia*** **(Ch'iich boob)** de la familia **Polygonaceae** destaca con mayor frecuencia de aparición, reflejando su capacidad de adaptación a las condiciones ecológicas del sitio. La recurrencia de especies como ***Lonchocarpus rugosus*** **(k'anasín)** y ***Guettarda combsii*** **(taastaab)** también sugiere un papel dominante en la estructura forestal secundaria.

Tabla 12. Volumen total de estrato arbóreo no maderable

Resumen de la existencia de volumen no maderables del estrato arbustivo del área de cambio de uso del suelo		
	Área de 6,197.52 m²	
	N° Ind.	Volumen m³
Total, no maderable	74	0.226

Tabla 13. Volumen total de estrato arbóreo

Resumen de la existencia de volumen maderables del estrato arbóreo del área de cambio de uso del suelo		
	Área de 6,197.52 m²	
	N° Ind.	Volumen m³
Total, maderable	95	9.94

Tabla 14. Estimación de porcentajes de materia prima forestal del estrato Arbóreo del área de cambio de uso de suelo

Tipo de estrato	Ind.
Arbóreos	386
Arbustivos	304
Herbáceos	209
Total	899

En el estrato arboreo se estimó que se cuenta con un 20.21% de especies no maderables y para las especies maderables se estimó un 79.79%.

Determinación del valor de importancia de las especies

En toda comunidad vegetal, coexiste una diversidad de especies que varían tanto en número como en abundancia. Cada una de ellas interactúa y compite constantemente por recursos esenciales como la luz solar, el dióxido de carbono, el agua, los nutrientes y el espacio. En este contexto, aquellas especies que logran utilizar estos recursos con mayor eficiencia suelen destacarse como dominantes dentro del ecosistema.

Para comprender mejor el papel que desempeña cada especie dentro de la comunidad, es útil ordenarlas desde las más hasta las menos eficientes en el aprovechamiento de la energía disponible en el sistema. Una herramienta práctica para evaluar este comportamiento ecológico es el valor de importancia, un índice que permite medir el peso relativo de cada especie dentro del ecosistema.

El valor de importancia de Cottam se calcula sumando tres componentes clave: la frecuencia relativa, la densidad y la cobertura relativas o área basal relativa. Esta combinación ofrece una visión más completa y representativa de la relevancia ecológica de cada especie que si se analizaran estas variables por separado.

Este enfoque nos permite apreciar de manera más precisa cómo cada especie contribuye al equilibrio y funcionamiento del ecosistema, reconociendo su verdadero papel dentro de la comunidad vegetal.

Dominancia, es la cobertura de todos los individuos de una especie, medida en unidades de superficie, MOPT (1985) la define como las especies con mayor biomasa total o gran competencia, la medida de dominancia indica el espacio de terreno ocupado actualmente por una especie y dominancia relativa, es la dominancia de una especie, referida a la dominancia de todas las especies. Reportada por Edwards et al. (1993) como:

$$Dr = \frac{ABi}{ABT} * 100$$

Donde:
ABi = Área basal de la especie i.
ABT = Área basal de todas las especies.

Densidad, Franco et al. (1996) define densidad como el número de individuos de una especie por unidad de área o volumen y densidad relativa, es la densidad de una especie referida a la densidad

de todas las especies del area. La densidad relativa reportada por Edwards et al. (1993) se describe como:

$$Dr = \frac{NAi}{NAT} * 100$$

Donde:
NAi = Número de árboles de la especie i.
NAT = Número de árboles de las especies presentes.

Frecuencia, según Franco et al. (1989) es el número de muestras en la que se encuentra una especie y frecuencia relativa, es la frecuencia de una especie referida a la frecuencia total de todas las especies.

$$Fr = \frac{Fri}{Ft} * 100$$

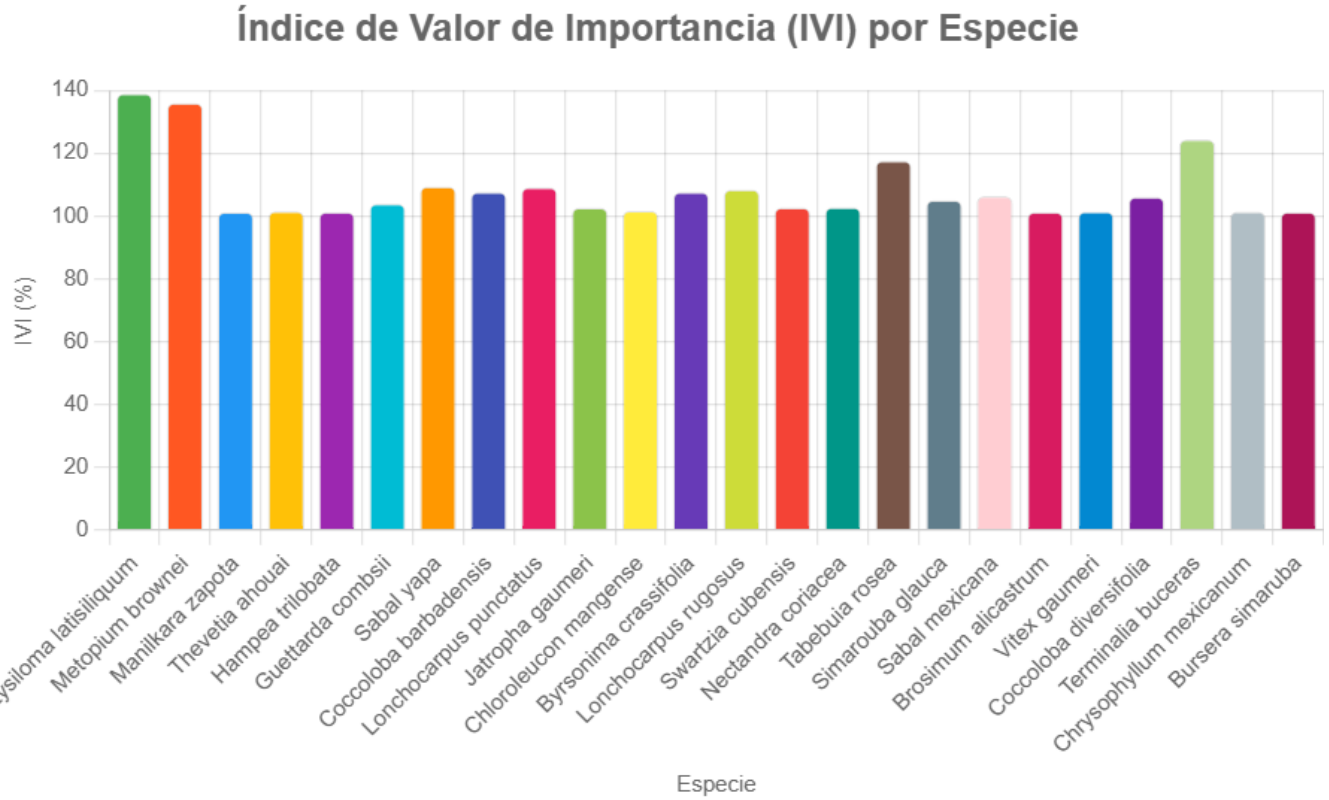
Donde:

Fri = Número de sitios de muestreo en que aparece una especie.
Ft = Número total de sitios de muestreo.

Resultados del valor de importancia de las especies censadas

Se estimo el Indice de Valor de Importancia (IVI) de las 24 especies, mostrando los valores calculados previamente. Dado que el IVI refleja la importancia ecológica de cada especie se representa con la siguiente grafica. Las barras más altas indican las especies con mayor IVI, como *Lysiloma latisiliquum* (139.04%), *Metopium brownei* (136.02%), y *Terminalia buceras* (124.40%), que son las más importantes en el sitio según densidad, frecuencia (constante en este caso), y dominancia. Las especies con IVI más bajo (alrededor de 101%) tienen menor densidad y dominancia, como *Brosimum alicastrum* y *Bursera simaruba*.

Grafica 1. Representación de Indice de Valor de Importancia por especie



II.2.8 Estimación económica de los recursos biológicos forestales del área sujeta al cambio de uso de suelo

Se realizo un censo forestal para conocer las especies dentro del polígono de muestreo representativo (20.68%). Se trata de selva baja inundable subperennifolia con sucesión a selva mediana subperennifolia.

La importancia de la valoración económica ambiental radica en el intento de asignar valores cuantitativos a los bienes y servicios proporcionados por recursos naturales independientemente de si existen o no precios de mercado que nos ayuden a hacerlo o si son o no comercializables que nos permita analizar en qué medida se estará aprovechando o afectando el entorno natural.

La valoración económica ambiental cobra gran relevancia al ofrecernos una forma de reconocer y cuantificar los beneficios que los recursos naturales brindan a la sociedad, más allá de su presencia en el mercado o su capacidad de ser comercializados. Se trata de un esfuerzo por traducir en números aquello que muchas veces damos por sentado: el aire limpio, el agua, la biodiversidad, los paisajes y tantos otros servicios vitales que nos ofrece la naturaleza.

Se realizo un análisis y valoración de los recursos biológicos disponibles que se afectarían en el ecosistema donde se hará el cambio de uso de suelo, basándose en las estimaciones

realizadas en el estrato arboreo. Se obtuvo un volumen forestal de 9.94 m^3, y para el estrato arbustivo un volumen de 0.226 m^3, en el estrato herbáceo se encontraron 51 Individuos en el área de 6,197.52 m^2 del polígono del censo por lo que no se estimara la valoración económica a causa de que la mayoría de las especies no tienen un tamaño para aprovechamiento forestal como tal.

Los recursos biológicos forestales, cuyo precepto se establece en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable en su artículo 7 fracción XLVI. Recursos biológicos forestales: Comprende las especies y variedades de plantas, hongos y microorganismos de los ecosistemas forestales y su biodiversidad y en especial aquéllas para la investigación.

Los valores se basan en estimaciones derivadas de CONABIO (usos de especies nativas), FAO (precios de maderas y productos no madereros), y mercados de viveros mexicanos. Las referencias web proporcionadas mencionan algunas especies (***Brosimum alicastrum, Bursera simaruba, Manilkara zapota***). (Tabla 15.)

Tabla 15. Costo estimado por planta en vivero.

Especie	Costo estimado por planta (MXN)
Brosimum alicastrum	**32.5**
Bursera simaruba	**28**
Chloroleucon mangense	**30**
Chrysophyllum mexicanum	**34**
Coccoloba diversifolia	**29.5**
Hampea trilobata	**27**
Lonchocarpus punctatus	**30.5**
Lonchocarpus rugosus	**28**
Lysiloma latisiliquum	**33**
Manilkara zapota	**35**
Metopium brownei	**31**
Nectandra coreaea	**32**
Simarouba glauca	**30**
Swartzia cubensis	**28.5**
Tabebuia rosea	**29**
Terminalia buceras	**34.5**
Vitex gaumeri	**31.5**
Byrsonima crassifolia	**30**
Coccoloba barbadensis	**28.5**
Guettarda combsii	**29.5**
Jatropha gaumeri	**26**
Sabal mexicana	**27.5**
Sabal yapa	**27.5**
Thevetia ahouai	**28**

II.2.9 Operación y mantenimiento

Operación

Esta etapa comienza una vez concluida la obra, incluyendo las obras complementarias, y marca el inicio de la operación de la Unidad Habitacional Militar. En esta fase, se verificará que cada uno de los elementos que conforman el proyecto garantice, un funcionamiento adecuado y seguro.

La operación y mantenimiento de la Unidad Habitacional Militar son fundamentales para asegurar el correcto desempeño, la seguridad y la conservación de las instalaciones, así como para proteger el bienestar de sus usuarios. Las actividades de mantenimiento se dividen en preventivas y correctivas, y deben aplicarse de forma periódica y planificada a todas las edificaciones e infraestructuras del conjunto. Se describen las actividades de mantenimiento que se realizarán a las infraestructuras del proyecto:

Las casas para jefes, con una superficie de 356 m², requerirán labores de mantenimiento en instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias, así como la limpieza profunda, verificación del sistema de impermeabilización y conservación de los acabados interiores y exteriores. Por su parte, las oficinas administrativas, con una superficie 103 m², deberán mantenerse operativas mediante la revisión continua de sistemas eléctricos, el mantenimiento del mobiliario y de los equipos de cómputo, garantizando además condiciones adecuadas de ventilación e iluminación.

En la zona recreativa, la palapa y alberca (604 m²) deberán recibir mantenimiento semanal, que incluya limpieza general, revisión del sistema de filtración, control químico del agua y conservación de mobiliario exterior.

La pintura de las canchas de usos múltiples (551 m²) requerirá repintado periódico, así como la revisión de drenajes y señalización horizontal y vertical.

Los juegos infantiles (1,195 m²) demandarán inspecciones frecuentes para garantizar la seguridad estructural y el estado de los materiales, además de limpieza constante.

El tanque elevado (73 m²) debe someterse a inspecciones estructurales periódicas, limpieza interna anual y pruebas de estanqueidad, a fin de garantizar su funcionamiento optimo.

La planta de tratamiento de aguas residuales (31.42 m²) requerirá monitoreo técnico regular, revisión de bombas, válvulas y sistemas de control, así como limpieza de filtros y registros.

La planta de emergencia, ubicada en una caseta de 32.67 m², deberá someterse pruebas mensuales de funcionamiento, control niveles de combustible y verificación de los sistemas eléctricos asociados.

Las casetas de vigilancia (4.03 m²), de acceso (31.42 m²) y de la planta de emergencia deben mantenerse en condiciones óptimas, lo que incluye su limpieza periódica, la seguridad física del área y la funcionalidad de los equipos de comunicación instalados.

El contenedor de basura (53.2 m²) deberá ser higienizado regularmente y supervisado para evitar acumulación excesiva de residuos, minimizando riesgos sanitarios y ambientales.

La correcta ejecución de estas tareas contribuye a asegurar la durabilidad de las instalaciones y a mantener un entorno seguro y funcional para el personal militar y sus familias. A continuación, se presenta el Cronograma de mantenimiento a las instalaciones de la Unidad Habitacional Militar (Tabla 5).

Mantenimiento

Esta etapa se desarrolla de forma simultánea a la operación y tiene como finalidad proporcionar mantenimiento a las obras y áreas previamente descritas, con el objetivo de asegurar que se mantengan en buen estado y que su funcionalidad sea el adecuado, evitando así daños en los equipos y prolongando la vida útil de los elementos e instalaciones.

Las frecuencias de mantenimiento preventivo se establecerán de acuerdo con las necesidades específicas de cada componente, realizándose revisiones semanales, mensuales, trimestrales y anuales. En caso de detectar fallas o deterioros, se procederá con el mantenimiento correctivo correspondiente.

Tabla 16. Mantenimiento de instalaciones de la Unidad Habitacional Militar

Área o instalación	Frecuencia de Mantenimiento	Actividades Principales
Casa de jefes	Mensual / Anual (impermeabilización)	Revisión de instalaciones eléctricas, limpieza, impermeabilización
Oficinas administrativas	Mensual	Revisión de sistemas eléctricos y limpieza
Palapa y alberca	Semanal	Limpieza, revisión de filtros, control químico del agua
Canchas de usos múltiples	Trimestral	Revisión de pintura, drenajes y señalización
Juegos infantiles	Mensual	Inspección estructural, limpieza, mantenimiento general
Tanque elevado	Anual	Inspección estructural, limpieza interna
Planta de tratamiento de aguas residuales	Mensual	Revisión de bombas, limpieza de filtros, monitoreo técnico

Área o instalación	Frecuencia de Mantenimiento	Actividades Principales
Planta de emergencia	Mensual	Pruebas de funcionamiento, verificación de sistemas
Caseta de vigilancia	Mensual	Limpieza, verificación de equipos
Caseta de acceso	Mensual	Limpieza, verificación de control de acceso
Contenedor de basura	Semanal	Higienización y control de residuos

II.2.10 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones

Debido al tipo de proyecto, no se contempla el abandono del sitio. Se considera que, por el carácter permanente de la obra y a su longevidad, no resulta aplicable el desarrollo de un Programa de Restitución del sitio. Esto se debe a que la expectativa de la vida útil de los proyectos habitacionales es indefinida, por lo que no se establece un horizonte temporal representativo para el presente proyecto.

II.2.11 Programa de trabajo

El proyecto contempla una operación de 50 años.

El cambio de uso de suelo se ejecutará de la siguiente manera:

El proceso de cambio de uso de suelo mediante técnicas como los derribos y cortes direccionados con motosierra y maquinaria pesada. Comienza con una fase de planificación y evaluación. Esta etapa incluye el análisis de la cobertura vegetal existente, la identificación de especies protegidas y la elaboración de un plan de manejo forestal. Se delimitan las áreas a intervenir y se marcan los árboles a derribar, priorizando aquellos de menor valor ecológico o que interfieren con los nuevos usos del terreno. Asimismo, se establecen medidas de mitigación para minimizar los impactos ambientales durante el proceso.

Una vez concluida la planificación, se procede al derribo de árboles mediante cortes direccionados con motosierra. Mediante cortes estratégicos, orienta la caída del árbol hacia una zona segura, evitando daños a la vegetación circundante o al personal operativo. El corte debe realizarse considerando factores como la inclinación natural del tronco, la dirección del viento y la estructura del árbol. Este método es preferido en áreas donde se requiere precisión para preservar parte del entorno o reducir riesgos operativos.

La obra tendrá una duración de un año (12 meses). Las etapas que se llevarán a cabo se detallan en el siguiente programa:

Tabla 17. Programa de trabajo

CRONOGRAMA DE CONSTRUCCION	ACTIVIDADES PRINCIPALES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ETAPA DE MUESTREO FORESTAL	MUESTREO FORESTAL												
PREPARACIÓN DEL TERRENO	TALA Y DESPALME DEL TERRENO												
	MOVIMIENTOS DE TIERRA												
	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO												
	ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS												
	TRAZOS												
	NIVELACIONES												
	CERCADO DE OBRA												
ETAPA DE CONSTRUCCION	CONSTRUCCION DE PEDRAPLEN Y CIMENTACION												
	CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO												
	CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS METALICAS												
	MUROS												
	LOSAS												
	INSTALACIONES HIDRAULICAS												
	INSTALACIONES SANITARIAS												

CRONOGRAMA DE CONSTRUCCION	ACTIVIDADES PRINCIPALES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	INSTALACIONES ELECTRICAS												
	CISTERNA												
	TANQUE ELEVADO												
	BARDA PERIMETRAL												
	PISOS												
	PINTURA												
	ACABADOS DE MUROS												
	INSTALACION DE JUEGOS INFANTILES												
	ANDADORES, VIALIDADES,ESTACIONAMIENTOS												
	JARDINERIA												
	CANCHA DEPORTIVA												
	PALAPAS												
	ALUMBRADO EXTERIOR												
	PLANTA DE EMERGENCIA												
	PLANTA DE TRATAMIENTO PTAR												
	LIMPIEZA GENERAL												
ETAPA DE CONSTRUCCION	LABORATORIO DE PRUEBAS												

CRONOGRAMA DE CONSTRUCCION	ACTIVIDADES PRINCIPALES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	VIVERO												
	ALOJAMIENTOS												
	CASETA DE VIGILANCIA												
	COCINA, COMEDORES												
	ENFERMERIA												
	CENTROS DE ACOPIO DE PET, MADERA, MATERIAL FERROSO												

II.2.12 Generación y manejo de residuos líquidos y emisiones a la atmosfera

RESIDUOS SOLIDOS URBANOS

Los residuos sólidos urbanos generados durante la etapa de construcción del proyecto serán originados por el personal como resultado del consumo de alimentos y bebidas. Para su manejo, se colocarán recipientes identificados con separación (residuos orgánicos, PET, etc.) en la zona del predio. Para su disposición final, estos serán trasladados cada dos días mediante un volquete al basurero municipal del municipio de Othón P. Blanco, debido a que el sistema de recolección municipal no cubre esa dirección.

Estimando los residuos sólidos urbanos por etapa: Para esta estimación, se ha tomado como referencia lo establecido en el *Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos y Anexos* emitido por la SEMARNAT (2020), con base en la tabla 12 en el anexo 2.

Tabla 18. Estimación de generación de residuos sólidos urbanos por etapas

Concepto			Estimación (kg/hab/día)
Generación per cápita de RSU para Othón P. Blanco*			0.300
Etapas	**# de trabajadores o habitantes**	**Días de trabajo u ocupación**	**Generación de residuos (kg)**
Generación de RSU en la etapa de preparación del sitio	**30**	**48**	**432**
Generación de RSU en la etapa de construcción	**30**	**264**	**2,376**
Generación de RSU en la etapa de operación al año	**250**	**365**	**27,375**

*El resultado de la estimación se obtuvo multiplicando la generación per cápita de RSU x número de trabajadores o habitantes x días de trabajo u ocupación.

RESIDUOS LIQUIDOS

Estos residuos serán generados por el uso de sanitario de los trabajadores, en la etapa de preparación del sitio y construcción, utilizando baños portátiles, siendo la empresa misma la encargada de la limpieza y el destino final de las aguas residuales.

En la etapa de operación se utilizará una planta de tratamiento de aguas residuales, con modulares prefabricados en concreto armado de alta resistencia y rápida instalación, se anexa ficha técnica y manual. La PTAR emplea un proceso bioquímico donde las bacterias aerobias van absorbiendo el oxígeno y en solución degradan y oxidan la materia orgánica. Este proceso, llamado digestión aerobia, es también utilizado en las grandes centrales de tratamiento. Se utilizará 2 módulos de 1,500 GPD cada uno.

RESIDUOS DE MANEJO ESPECIAL

Durante la etapa de preparación del sitio no se considera la generación de este tipo de residuos.

Los residuos estimados de manejo especial a generar durante la construcción del proyecto estarán compuestos principalmente por restos de escombro, madera y derivados de las actividades de la construcción, los cuales serán almacenados temporalmente en el predio, tomando las medidas necesarias para evitar que entren en contacto con otras áreas. Se contratará a una empresa debidamente autorizada por la autoridad estatal para asegurar una disposición final adecuada y segura.

Durante la operación del proyecto no se contempla la generación de este tipo de residuos.

RESIDUOS PELIGROSOS

Este tipo de residuo provendrá de la maquinaria que se utilizará durante la etapa de construcción. El mantenimiento se realizará dentro del predio, en un sitio debidamente establecido, con el fin de evitar la contaminación. El aceite usando se **drenará** en recipientes limpios y cerrados inmediatamente después del mantenimiento.

Para su adecuado almacenamiento, se utilizarán recipientes herméticos, etiquetados y resistentes a derrames, destinados específicamente para aceites usados. Estos residuos se almacenarán en una zona techada, con piso impermeable y bandejas de contención que evitarán filtraciones al suelo. El área de almacenamiento de residuos peligrosos (RP) estará debidamente señalizada.

Para su disposición final, se contratará una empresa certificada por la Secretaría correspondiente.

En la etapa de operación no se contemplarán este tipo de residuos.

II.2.13 Residuos

EMISIONES

Derivado de las actividades y del diseño del proyecto, se considera la emisión de dióxido de carbono (CO_2) como consecuencia del uso de diésel y gasolina, principalmente por el funcionamiento de la maquinaria a implementar en el proceso constructivo y los generadores auxiliares.

Para estimar las emisiones de gases generadas durante la etapa de construcción, se utilizó la Calculadora de Emisiones del Registro Nacional de Emisiones (RENE), versión 9.0, Actualizada en marzo 2025.

La estimación se elaboró con base en el listado de maquinaria y generadores que serán utilizados en el proyecto, información proporcionada por el responsable técnico de obra. En las siguientes tablas se presenta la descripción del equipo a utilizar, el tipo de combustible, el consumo semanal estimado, el tiempo de uso, y el consumo total proyectado.

Asimismo, en la tabla 9 se muestra el análisis de estimación de gases de efecto invernadero, derivado del uso de estos equipos, conforme a los factores de emisión establecidos por la herramienta RENE.

Tabla 19. Estimación de la maquinaria y vehículos, así como del combustible a utilizar en el proyecto

MAQUINARIA/VEHÍCULO A UTILIZAR	COMBUSTIBLE A UTILIZAR	CONSUMO SEMANAL	TIEMPO DE USO	CONSUMO TOTAL
EXCAVADORA 320	DIESEL	120 LTS	17 SEMANAS	2,040 LTS
EXCAVADORA 318	DIESEL	693 LTS	24 SEMANAS	16, 632 LTS
EXCAVADORA 312	DIESEL	535 LTS	13 SEMANAS	8,025 LTS
GENERADOR 6H4X1KOCER	GASOLINA	9.14 LTS	7 SEMANAS	63.98 LTS
GENERADOR LEENJY AZUL	GASOLINA	290 LTS	16 SEMANAS	4,640 LTS
GENERADOR APD 1800	DIESEL	410 LTS	8 SEMANAS	3,280 LTS
GENERADOR APD 1800	DIESEL	200 LTS	6 SEMANAS	1,200 LTS
BULLDOZER D6	DIESEL	988 LTS	17 SEMANAS	16,796 LTS

MAQUINARIA/VEHÍCULO A UTILIZAR	COMBUSTIBLE A UTILIZAR	CONSUMO SEMANAL	TIEMPO DE USO	CONSUMO TOTAL
VIBRO COMPACTADORA	DIESEL	350 LTS	3 SEMANAS	1,050 LTS
RETROEXCAVADORA	DIESEL	685 LTS	13 SEMANAS	8,905 LTS
BULLDOZER D6	DIESEL	6760 LTS	6 SEMANAS	40,560 LTS
BULLDOZER D8	DIESEL	1750 LTS	3 SEMANAS	5,250 LTS
MOTOCONFORMADORA	DIESEL	646 LTS	17 SEMANAS	10,982 LTS
VIBRO COMPACTADORA 10 TONS	DIESEL	530 LTS	5 SEMANAS	2,650 LTS
MOTOCONFORMADORA CATERPILLAR 120H	DIESEL	1108 LTS	5 SEMANAS	5,540 LTS
VIBRO COMPACTADORA CAT CS-11 GC	DIESEL	204 LTS	13 SEMANAS	2,652 LTS
RETROEXCAVADORA CASE	DIESEL	35 LTS	5 SEMANAS	175 LTS
BOB CAT	DIESEL	72 LTS	21 SEMANAS	1,512 LTS

A continuación, se presenta la tabla 20, correspondiente a la estimación de gases de efecto invernadero, elaborada con base en los sectores, subsectores y actividades establecidos en la Calculadora de Emisiones del RENE. Esta estimación considera el consumo total de combustible detallado en la tabla anterior.

Tabla 20. Registro estimado de total de emisiones generadas durante el proyecto

MAQUINARIA O VEHÍCULO PARA UTILIZAR	COMBUSTIBLE	CANTIDAD NECESARIA (LITROS)	EMISIONES GEI (TCO_2E)	EMISIONES CO2 (TCO2)	EMISIONES CH4 (TCH4)	EMISIONES N2O (TN2O)
MAQUINARIA Y GENERADORES	DIESEL	127,249	365.25	359.70	0.02	0.02
GENERADORES	GASOLINA	4,703.98	11.98	11.51	0.00	0.00

CAPÍTULO III.

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

III.1 Ordenamientos jurídicos federales

CONSTITUCIÓN POLITICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

Tabla 21. Vinculación del proyecto con la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

Criterio	Vinculación
ARTICULO 4.- Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley.”	Se presenta la manifestación de impacto ambiental con el fin de respetar este derecho. Garantizando el respeto a un medio ambiente sano en el presente proyecto.
ARTICULO 27.- La propiedad de las tierras y aguas comprendidas dentro de los límites del territorio nacional corresponde originariamente a la Nación, la cual ha tenido y tiene el derecho de transmitir el dominio de ellas a los particulares, constituyendo la propiedad privada.	La autoridad es la encargada de otorgar los permisos necesarios sobre el territorio, por lo que se gestionarán todos los permisos que sean requeridos para el presente proyecto.

LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE

Tabla 22. Vinculación del proyecto con la LGEEPA

Criterio	Vinculación
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.	El proyecto CUMPLE con lo señalado, por lo que se elabora el presente Documento Técnico Unificado (DTU) conforme a los términos establecidos en la fracción VII del presente artículo, ya que se trata de la construcción de una unidad habitacional militar y se requiere realizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales en una superficie de 2.54 hectáreas.

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: Fracción VII.- **Cambios de uso del suelo de áreas** forestales, así como en **selvas** y zonas áridas; Fracción X.- **Obras y actividades en humedales**, ecosistemas costeros, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales.	
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 proyecto CUMPLE con lo establecido en el artículo anterior, al presentar y elaborar el presente Documento Técnico Unificado (DTU) ante la Secretaría, el cual incluye el análisis de los efectos ambientales que pudiera generar el desarrollo del proyecto, proponiendo medidas para la prevención y mitigación de estos efectos, con el fin de minimizar las afectaciones a los ecosistemas presentes en el área donde se pretende ubicar el proyecto.
ARTÍCULO 109 BIS 1.- La Secretaría deberá establecer los mecanismos y procedimientos necesarios, con el propósito de que los interesados realicen un solo trámite, en aquellos casos en que, para la operación y funcionamiento de establecimientos industriales, comerciales o de servicios se requiera obtener diversos permisos, licencias o autorizaciones que deban ser otorgados por la propia dependencia.	El proyecto CUMPLE con lo establecido en este artículo, ya que el promovente presenta el presente Documento Técnico Unificado (DTU) con el fin de obtener la autorización en materia de impacto ambiental y cambio de uso de suelo, a efecto de llevar a cabo las obras de construcción descritas en el apartado II.2.1 "Dimensiones del proyecto".

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

Tabla 23. Vinculación del proyecto con el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Impacto Ambiental

Criterio	Vinculación
Artículo 5o.- 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:	El presente proyecto CUMPLE con lo establecido en este artículo, al presentar el Documento Técnico Unificado (DTU), **a fin de que sea evaluado conforme a lo dispuesto en el inciso O, fracción I, e inciso R fracción I**, ya que se trata de la construcción de unidad habitacional militar, que abarca parte de un humedal.

I. **Cambio de uso del suelo para actividades** agropecuarias, acuícolas, **de desarrollo 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, con excepción de la construcción de vivienda unifamiliar y del establecimiento de instalaciones comerciales o de servicios en predios menores a 1000 metros cuadrados, cuando su construcción no implique el derribo de arbolado en una superficie mayor a 500 metros cuadrados, o la eliminación o fragmentación del hábitat de ejemplares de flora o fauna sujetos a un régimen de protección especial de conformidad con las normas oficiales mexicanas y otros instrumentos jurídicos aplicables; **R) OBRAS Y ACTIVIDADES EN HUMEDALES**, MANGLARES, LAGUNAS, RÍOS, LAGOS Y ESTEROS CONECTADOS CON EL MAR, ASÍ COMO EN SUS LITORALES O ZONAS FEDERALES: I. **Cualquier tipo de obra civil**, con excepción de la construcción de viviendas unifamiliares para las comunidades asentadas en estos ecosistemas	Asimismo, es importante mencionar que la vegetación predominante en el área del proyecto corresponde a selva baja inundable, de la cual será necesario realizar el cambio de uso de suelo en una superficie de 2.54 hectáreas.
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.	Por otro lado, se señala que el presente proyecto CUMPLE con la información enlistada en el artículo 12 de este reglamento. A continuación, se describen algunas de las medidas de mitigación que se llevaran a cabo: 1) Programa de rescate y reubicación de fauna silvestre. 2)instalación de señalamientos preventivos de atropello, de carácter temporal, durante las actividades de desmonte y despalme. 3) instalación de señalamientos prohibitivos para evitar la captura o el tráfico de especies. 4) Capacitación del personal sobre la importancia de la conservación de la fauna. 5) Reforestación de sitios fuera del área del proyecto. 6) Control de emisiones contaminantes de polvo, cubriendo los materiales sueltos (arena, grava, tierra) durante su transporte o almacenamiento, asimismo, se colocará una barrera cortaviento temporal alrededor del área del proyecto. 7) Control en los niveles de ruido y horarios de trabajo.

	8) Control de la zona de desmonte, mediante la delimitando previa del área y la colocación de señalizaciones visibles, una vez que se cuente con el permiso de desmonte otorgada por el municipio.

LEY DEL EQUILIBRIO ECOLOGICO Y LA PROTECCION AL AMBIENTE DEL ESTADO DE QUINTANA ROO

Tabla 24. Vinculación del proyecto con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo.

Criterio	Vinculación
Artículo 24.- La realización de las obras o actividades a que se refiere este artículo, se sujetarán al procedimiento de evaluación de la manifestación de impacto ambiental, mismo que será autorizado por el Instituto conforme al procedimiento previsto en el Reglamento correspondiente:	**El proyecto es de competencia federal**, por lo que su evaluación corresponde a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, al incluir un cambio de uso de suelo, conforme a los señalado en las Tabla 11 y 12.

Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

Tabla 25. Vinculación del proyecto con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

Criterio	Vinculación
Artículo 1.- La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos, en el territorio nacional. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente sano y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, valorización y gestión integral de los residuos peligrosos, mineros y metalúrgicos, sólidos urbanos, de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación	El proyecto CUMPLE con el presente artículo de la LGPGIR, ya que realizará una gestión integral de los residuos generados en sus etapas de desarrollo, tales como: colocar depósitos para basura en sitios estratégicos, rotulados y con tapa, pudiendo así lograr su separación y reutilización según sea el caso, para evitar contaminar sitios aledaños al proyecto y los ecosistemas que se encuentra en el área de este.
Artículo 10.- Los municipios tienen a su cargo las funciones de manejo integral de residuos sólidos urbanos, que consisten en la recolección, traslado, tratamiento, y su disposición final	El proyecto CUMPLE con este artículo, ya que los residuos sólidos generados por las obras serán dispuestas a través del servicio de manejo de residuos que presta el Ayuntamiento de Othón P.Blanco.
Artículo 18.- Los residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria, de conformidad con los	El proyecto CUMPLE con el presente artículo porque colocará depósitos para los residuos sólidos urbanos en sitios estratégicos, rotulados y con tapa, pudiendo así lograr su separación en

Programas Estatales y Municipales para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos, así como con los ordenamientos legales aplicables.	orgánicos e inorgánicos con el objeto de facilitar su separación primaria secundaria.
Artículo 22.- Las personas que generen o manejen residuos y que requieran determinar si éstos son peligrosos, conforme a lo previsto en este ordenamiento, deberán remitirse a lo que establezcan las normas oficiales mexicanas que los clasifican como tales.	El proyecto CUMPLE con este artículo, dado que el promovente se remitirá a lo que establecen las normas oficiales mexicanas para decidir si los residuos son generados clasificados como peligrosos.
Artículo 99.- Los municipios, de conformidad con las leyes estatales, llevarán a cabo las acciones necesarias para la prevención de la generación, valorización y la gestión integral de los residuos sólidos urbanos, considerando: I. Las obligaciones a las que se sujetarán los generadores de residuos sólidos urbanos; II. Los requisitos para la prestación de los servicios para el manejo integral de los residuos sólidos urbanos, y III. Los ingresos que deberán obtener por brindar el servicio de su manejo integral.	El proyecto CUMPLE con este artículo, dado que los residuos sólidos que se generen, serán dispuestos a través del servicio de manejo de residuos que presta el Ayuntamiento del Municipio de Othón P. Blanco, donde se ubica el proyecto. Asimismo, el promovente cumplirá con los requisitos que la prestación de los servicios de manejo integral de los residuos sólidos urbanos requiere.
Artículo 106. De conformidad con esta Ley y su Reglamento, serán sancionadas las personas que lleven a cabo cualquiera de las actividades mencionadas de la fracción I a la XXIV especificadas en el presente artículo.	El proyecto CUMPLE con este artículo, ya que no realizara ninguna de las actividades que en él se mencionan. Asimismo, es importante mencionar que los residuos sólidos urbanos serán depositados en contenedores para su recolección y su posterior disposición final. Los residuos de manejo especial deberán ser depositados en un solo sitio para su disposición en una planta de reciclaje o según lo determine la supervisión o la autoridad competente.

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

Tabla 26. Vinculación del proyecto con el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

Criterio	Vinculación
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.	El proyecto CUMPLE con el presente artículo del Reglamento, ya que busca tener un manejo integral de residuos bajo condiciones de eficiencia ambiental, económica y social, sin dejar a atrás la responsabilidad compartida en el municipio Othón P. Blanco, del Estado de Quintana Roo.
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;	El proyecto CUMPLE con el artículo del Reglamento, ya que se seguirán las especificaciones que describen para identificar si un residuo es peligroso, así como se tomará en cuenta los clasificados en las normas oficiales mexicanas, y así, lograr un adecuado manejo y disposición de estos.

II. Los clasificados en las normas oficiales mexicanas a que hace referencia el artículo 16 de la Ley, mediante: a) Listados de los residuos por características de peligrosidad: corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad e inflamabilidad o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad; agrupados por fuente específica y no especifica; por ser productos usados, caducos, fuera de especificación o retirados del comercio y que se desechen; o por tipo de residuo sujeto a condiciones particulares de manejo. La Secretaría considerará la toxicidad crónica, aguda y ambiental que les confieran peligrosidad a dichos residuos, y b) Criterios de caracterización y umbrales que impliquen un riesgo al ambiente por corrosividad, reactividad, explosividad, inflamabilidad, toxicidad o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, y III. Los derivados de la mezcla de residuos peligrosos con otros residuos; los provenientes del tratamiento, almacenamiento y disposición final de residuos peligrosos y aquellos equipos y construcciones que hubiesen estado en contacto con residuos peligrosos y sean desechados. Los residuos peligrosos listados por alguna condición de corrosividad, reactividad, explosividad e inflamabilidad señalados en la fracción II inciso a) de este artículo, se considerarán peligrosos, sólo si exhiben las mencionadas características en el punto de generación, sin perjuicio de lo previsto en otras disposiciones jurídicas que resulten aplicables.	

LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE

Tabla27. Vinculación del proyecto con la LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE

Criterio	Vinculación
<u>Artículo 4o.</u> Es deber de todos los habitantes del país conservar la vida silvestre; queda prohibido cualquier acto que implique su destrucción, daño o perturbación, en perjuicio de los intereses de la Nación. Los propietarios o legítimos poseedores de los predios en donde se distribuye la vida silvestre tendrán derechos de aprovechamiento	El proyecto CUMPLE con el presente artículo de la LGVS, ya que llevara a cabo diversas medidas enfocadas a la conservación de la vida silvestre que se encuentra en el predio del proyecto. Asimismo, durante la construcción de este, quedara prohibido cualquier acto que implique la destrucción, daño o perturbación de la vida silvestre.

sustentable sobre sus ejemplares, partes y derivados en los términos prescritos en la presente Ley y demás disposiciones aplicables. Los derechos sobre los recursos genéticos estarán sujetos a los tratados internacionales y a las disposiciones sobre la materia.	
Artículo 27 Bis.- No se permitirá la liberación o introducción a los hábitats y ecosistemas naturales de especies exóticas invasoras. La Secretaría determinará dentro de normas oficiales mexicanas y/o acuerdos secretariales las listas de especies exóticas invasoras. Las listas respectivas serán revisadas y actualizadas cada 3 años o antes si se presenta información suficiente para la inclusión de alguna especie o población. Las listas y sus actualizaciones indicarán el género, la especie y, en su caso, la subespecie y serán publicadas en el Diario Oficial de la Federación y en la Gaceta Ecológica. Asimismo, expedirá las normas oficiales mexicanas y/o acuerdos secretariales relativos a la prevención de la entrada de especies exóticas invasoras, así como el manejo, control y erradicación de aquéllas que ya se encuentren establecidas en el país o en los casos de introducción fortuita, accidental o ilegal.	El proyecto CUMPLE con el artículo de la presente ley, porque no liberará o introducirá a los hábitats y ecosistemas naturales presente en el sitio del proyecto, especies exóticas invasoras. Se contribuirá al rescate y reubicación de especies nativas.
Artículo 31. Cuando se realice traslado de ejemplares vivos de fauna silvestre, éste se deberá efectuar bajo condiciones que eviten o disminuyan la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, teniendo en cuenta sus características.	El proyecto cumple con el artículo al garantizar un traslado seguro y especializado de la fauna silvestre dentro del área.

REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE

Tabla 28. Vinculación del proyecto con el REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE

Criterio	Vinculación
Artículo 90. Queda prohibida la liberación de ejemplares de especies domésticas o exóticas	El proyecto CUMPLE con el presente artículo, ya que no se realizarán liberaciones de especies domesticas o exóticas.

LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE

Tabla 29. Vinculación del proyecto con la LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE

Criterio	Vinculación
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	El proyecto CUMPLE con este artículo, ya que el DTU establecido demostrará que la biodiversidad del predio no se verá comprometida, evitando la erosión del suelo, la degradación de la calidad del agua y la disminución en su captación. Además, se garantiza que los nuevos usos del suelo serán más productivos a largo plazo. Con ello, se busca obtener la autorización de la **SEMARNAT** para llevar a cabo el cambio de uso de suelo.

REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE

Tabla30. Vinculación del proyecto con el REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE

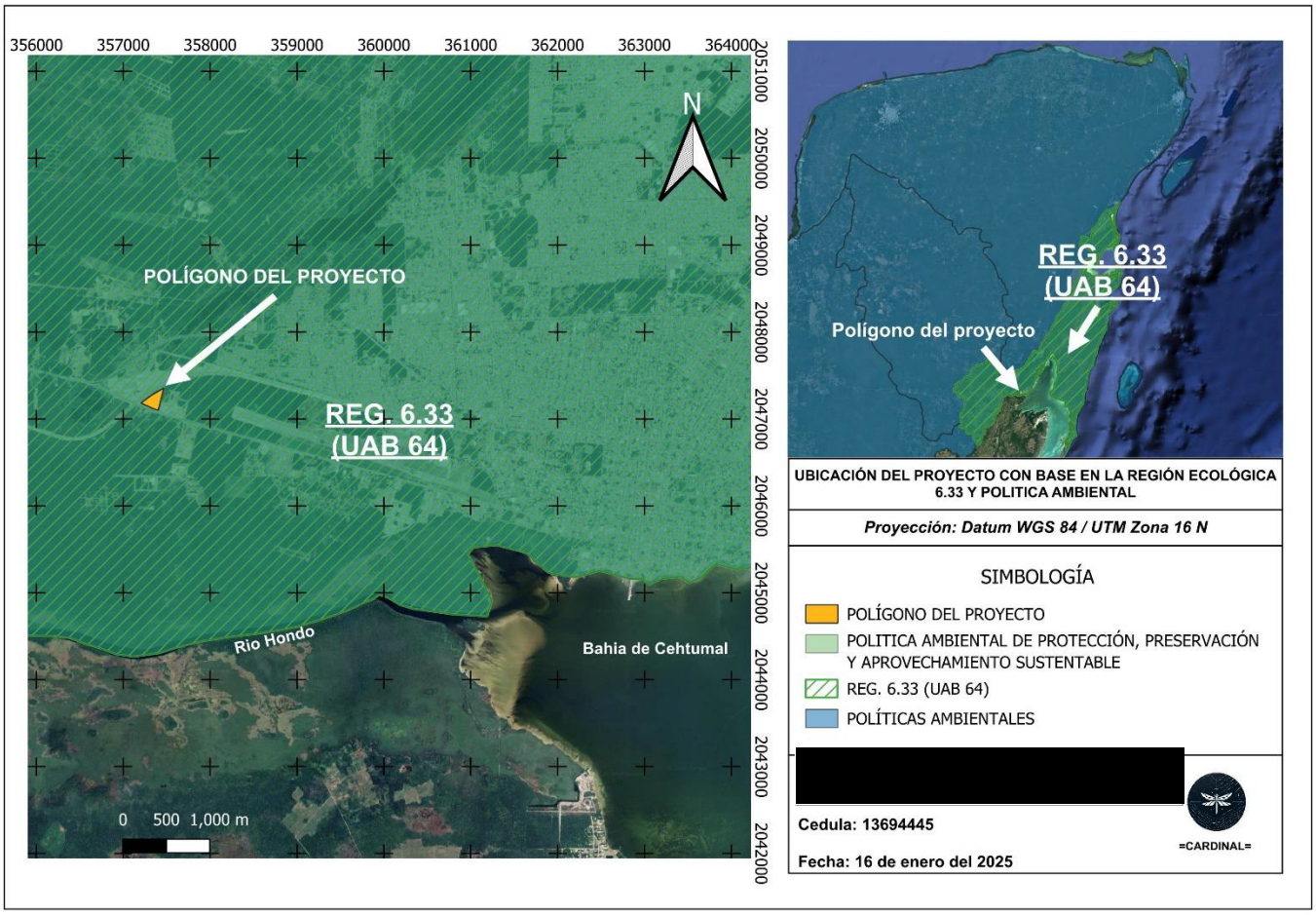
Criterio	Vinculación
Artículo 49. Tratándose de los aprovechamientos forestales a que se refiere el artículo 75 de la Ley, las solicitudes se acompañarán, además de lo previsto en el artículo 38 del presente Reglamento, de un documento técnico unificado que contendrá la información correspondiente a la manifestación de impacto ambiental, en su modalidad particular, prevista en el artículo 12 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, así como la información relativa al Programa de manejo forestal, de conformidad con el artículo 39 del presente Reglamento y demás disposiciones jurídicas aplicables.	El proyecto CUMPLE con este artículo, ya que elabora el presente DTU con el fin de obtener autorización por parte de la SEMARNAT, en materia de impacto ambiental y para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales de 2.54has

III. 2 Programas de ordenamiento ecológico del territorio (POET)

Programa de Ordenamiento Ecológico General Territorial

La UGA correspondiente para el área del proyecto se encuentra en la región **ecológica 6.33** y en la **Unidad ambiental biofísica 64 (Karst del sur de Quintana Roo). Política ambiental 6 (Protección, Preservación y Aprovechamiento Sustentable).** Como se puede observar en la siguiente carta:

Carta 7. Ubicación del proyecto con respecto al POEGT



A continuación, se presenta la tabla 25, mencionando la vinculación del proyecto con los grupos y subgrupos descritos en los anexos del POEGT:

Tabla 31. vinculación del proyecto con el POEGT

Grupo	Subgrupo	Estrategia	Acción	Vinculación
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad	A. Dirigidas a la Preservación	Estrategia 1. Conservación in situ	Fortalecer la conservación de los ecosistemas y las especies, en	El proyecto no afectará la conservación de los ecosistemas, incluyendo entre sus

Grupo	Subgrupo	Estrategia	Acción	Vinculación
ambiental del Territorio		de los ecosistemas y su biodiversidad	especial, de aquellas especies en riesgo.	medidas de mitigación plan de reubicación y reforestación, el cual podrá implementarse en caso de ser necesario durante la construcción y operación del proyecto
			Fomentar acciones para proteger y conservar los recursos hídricos, superficiales y del subsuelo, a partir de las cuencas hidrológicas en el territorio nacional	El proyecto contará con un P.T.A.R. Para conservar los recursos hídricos.
	C. Dirigidas a la protección de los recursos naturales.	Estrategia 9. Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados.	Propiciar la preservación de los ecosistemas del país procurando mantener el caudal ecológico	El proyecto no afecta los niveles acuíferos, debido a que no infiltra ni extrae más agua de la que tiene el propio nivel hídrico del ecosistema. Utilizando una planta de tratamiento.
		Estrategia 10: Reglamentar el uso del agua en las principales cuencas y acuíferos para su protección.	Identificar cuerpos de agua de atención prioritaria.	El proyecto realizará un adecuado uso del agua, utilizando una planta de tratamiento.
	D. Dirigidas a la Restauración	Estrategia 14: Restauración de ecosistemas forestales y suelos agropecuarios.	Compensar las superficies forestales perdidas debido a autorizaciones de cambio de uso del suelo, con acciones de restauración de suelos y reforestaciones en otras áreas.	El proyecto mitigara a partir de la reubicación y de ser necesario, reforestación, por el cambio de uso de suelo
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura humana	C. Agua y Saneamiento.	Estrategia 29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.	Fomentar y promover el mantenimiento y la ampliación de una red de infraestructura de captación, almacenamiento y distribución, evitando el desvío o modificación de cauce.	El proyecto realizará un adecuado uso del agua, utilizando una planta de tratamiento
Grupo III. Dirigidas al fortalecimiento de la	B. Planeación del ordenamiento territorial	Estrategia 44. Impulsar el desarrollo	Fomentar la formulación y aplicación de los programas de	En todo momento el proyecto aplicará los programas de ordenamiento ecológico

Grupo	Subgrupo	Estrategia	Acción	Vinculación
gestión y de la coordinación institucional		regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concentradas en la sociedad civil.	ordenamiento ecológico en las costas, estados y municipios que con sus características ambientales resulten de atención prioritaria.	vigentes que apliquen.
			Promover que los instrumentos de planeación y gestión del territorio que se pretendan realizar en las diferentes regiones del país sean congruentes con los programas de ordenamiento ecológico vigentes, mediante una adecuada y eficaz coordinación interinstitucional y concertación con la sociedad organizada	Todo caso que las leyes, reglamentos y normas se apliquen será congruente con los criterios implementados de los programas de ordenamientos en el proyecto.
			Generar sinergia entre los sectores que tienen a cargo otros instrumentos de planeación territorial a fin de complementar e integrar políticas públicas. Tal como puede ser el ordenamiento territorial, integrado con el ordenamiento ecológico. Asimismo, hacer del conocimiento de legisladores e inversionistas estos instrumentos a fin de obtener presupuesto y recursos adicionales.	El proyecto contempla cumplir con la normativas locales y nacionales (verificar el **Programa de Ordenamiento Territorial** (POT) y el **Programa de Ordenamiento Ecológico** (POE) aplicables en la región.), para una vivienda armonizada con su entorno natural y social, además está a disposición de fomentar el uso de tecnologías sustentables para reducir presión sobre recursos.

PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL

El proyecto se desarrolla dentro de la **UGA 33** determinado por el POEL y el PDU, conforme a los criterios de delimitación que la definen.

UGA 33.- Programa de Desarrollo Urbano de Chetumal, Calderitas, Subteniente López, Huay-Pix y Xul-Há

La delimitación de las UGA's son el resultado de la información recopilada y del análisis de resultados obtenidos a través de las distintas etapas señaladas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento, que hasta el momento se ha descrito con sus productos más relevantes.

Para la definición de las UGA's que integran en su conjunto el Modelo se utilizó una combinación de los siguientes elementos de análisis:

- Límites internacionales, estatales y municipales.
- Grupos de aptitud.
- Delimitación de áreas para preservar, proteger, restaurar y conservar, así como aquellas que requieran de medidas de mitigación para atenuar y compensar impactos ambientales definidos en el diagnóstico.
- Regionalización natural (unidades de paisaje, geomorfología, vegetación y uso de suelo, etc.).
- Los centros de población son considerados como unidades de gestión ambiental, en las cuales no se podrán establecer los usos del suelo, sino únicamente se asignarán criterios de regulación ecológica.
- Las Áreas Naturales Protegidas son consideradas unidades de gestión ambiental, en las cuales se especifica que la regulación de los usos y las actividades está determinada en el decreto y el programa de manejo correspondiente.
- La delimitación de algunas UGA's de los Programas de Ordenamiento Ecológico vigentes en las cuales existen expectativas reales de desarrollo en base a las consideraciones y limitantes a las que se sujetan actualmente dichas unidades.

Criterios de Delimitación:

Esta UGA se delimitó conforme al decreto de Programa de Desarrollo Urbano del área metropolitana de Chetumal, Calderitas, Xul-Ha y a la ampliación de la reserva urbana de la Cuidad de Chetumal, publicada en el Periódico Oficial el 31 de agosto de 2005.

Tabla 32. Condiciones de la vegetación.

CLAVE	CONDICIONES DE LA VEGETACIÓN	HECTÁREAS	%
VSA/SMQ	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBÓREA DE SELVA MEDIANA SUBPERENNIFOLIA	5,855.76	31.23
VSA/SMQ	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE SELVA MEDIANA SUBPERENNIFOLIA	3,231.74	17.23
PC	PASTIZAL CULTIVADO	2,252.70	12.01
VM	MANGLAR	1,971.95	10.52
ZU	ZONA URBANA	1,895.07	10.11
AH	ASENTAMIENTO HUMANO	1,695.84	9.04
H2O	CUERPO DE AGUA	575.48	3.07
TA	AGRICULTURA DE TEMPORAL CON CULTIVO ANUAL	559.49	2.98
VT	TULAR	361.96	1.93
RS	AGRICULTURA DE RIEGO SEMIPERMANENTE	198.17	1.06
DV	ÁREA SIN VEGETACIÓN APARENTE	105.85	0.56
TP	AGRICULTURA DE TEMPORAL CON CULTIVO PERMANENTE	47.77	0.25
TOTAL		**18,751.78**	**100**
% DE UGA QUE POSEE VEGETACIÓN EN BUEN ESTADO DE CONSERVACIÓN: 12.45%		**SUPERFICIE DE LA UGA CON IMPORTANCIA PARA LA RECARGA DE ACUÍFEROS: 48.46%**	

Objetivo de la UGA:

Impulsar que el crecimiento sea controlado buscando una mejor calidad de vida en base al manejo óptimo de las aguas residuales, una gestión integral de los residuos sólidos, establecimiento de espacios verdes, así como diseños constructivos adaptados al clima y uso de ecotecnologías para el ahorro eficiente de energéticos.

Descripción Biofísica:

Esta unidad ocupa 1.59% del territorio municipal, tiene una forma irregular que se extiende de Este a Oeste, contempla la ampliación del PDU de Chetumal, en la reserva de crecimiento de la ciudad de Chetumal. Los ecosistemas terrestres que existen dentro de esta unidad están muy fragmentados y deteriorados por las actividades antrópicas, modificando sustancialmente el paisaje.

Descripción Socioeconómica:

Esta UGA presenta 147 localidades. 142 son muy pequeñas (rancherías), 4 son pueblos que poseen desde 1,649 hasta 5,326 habitantes, y la ciudad de Chetumal con 151,243 habitantes. El número total de habitantes para esta UGA es de 162,872 (INEGI, 2010). Esta UGA corresponde a la zona urbana actual y al Programa de Desarrollo Urbano (denominado Metropolitano) de la ciudad de Chetumal, y que abarca las principales localidades cercanas a la capital del estado y del municipio, entre las que destacan Calderitas (al Norte), Subteniente López, Laguna Milagros, Huay-Pix y Xul-Ha, además de varias poblaciones menores, colonias y rancherías.

Esta unidad, como capital del municipio y del estado, abarca una gran variedad de actividades entre las que destacan el crecimiento urbano de alta densidad, aprovechamiento turístico, zonas industriales, aprovechamiento de materiales pétreos, y aprovechamientos agrícolas y pecuarios. Por lo antes mencionado y una mejor atención se tiene una aeropista. Las características ambientales, la presencia de servicios y el decreto de centro de población con Programa de Desarrollo Urbano vigente le confieren a esta zona un alto potencial urbano y turístico.

Por otra parte, esta UGA presenta una red carretera de 160.48 km lineales (sin considerar las vialidades de los centros de población).

Lineamientos Ecológicos:

- Las autoridades competentes deben propiciar que el crecimiento urbano sea ordenado y compacto y estableciendo al menos 12 m2 de áreas verdes accesibles por habitante, acorde a la normatividad vigente en la materia.
- Las autoridades competentes deben propiciar el tratamiento del 100 % de las aguas residuales domésticas, así como la gestión integral de la totalidad de los residuos sólidos generados en esta localidad.
- Todos los centros de población deberán considerar un sitio de disposición final de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) en la modalidad de Parques de Tecnologías, adecuados para su capacidad futura de generación, en proyecciones de al menos 15 años. Los centros de población

con menos de 15,000 habitantes que carezcan de sitios para la disposición final de residuos sólidos urbanos que cumplan con la normatividad vigente deberán considerar dentro de su PDU, la presencia de al menos un sitio de disposición temporal de los RSU, o terminal de trasferencia.

- Su aprovechamiento estará sujeto a lo establecido en su Programa de Desarrollo Urbano.

Para el municipio de Othón P. Blanco, Quintana Roo, aplicables al proyecto

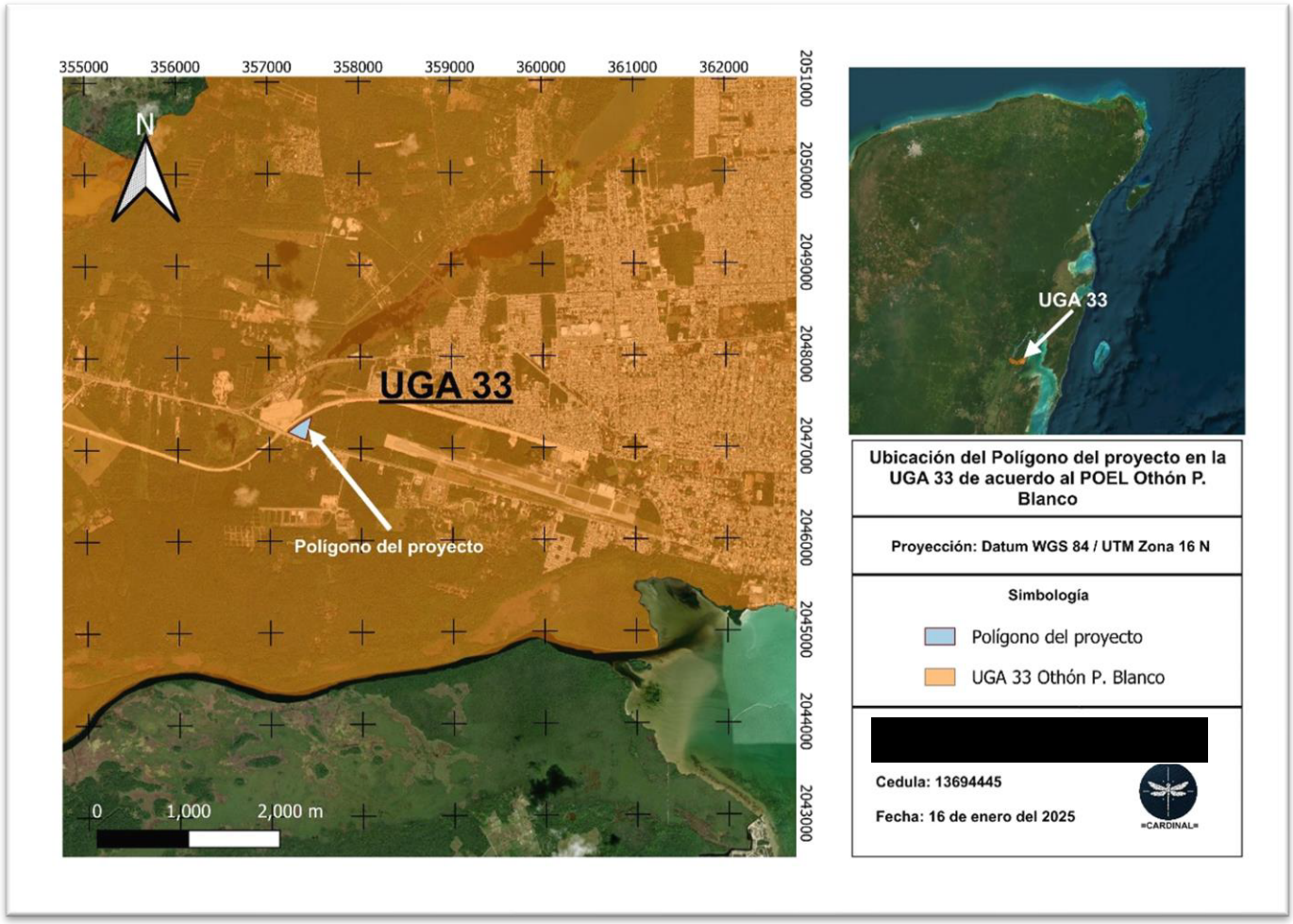
Tabla 33. Criterios de regulación ecológica de aplicación en zonas urbanas

CRITERIO URBANO	CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA DE APLICACIÓN EN ZONAS URBANASPARA EL MUNICIPIO DE OTHÓN P. BLANCO, QUINTANA ROO.	VINCULACIÓN
Recurso prioritario: Agua		
URB-01	En tanto no existan sistemas municipales para la conducción y tratamiento de las aguas residuales municipales, los promoventes de nuevos proyectos, de hoteles, fraccionamientos, condominios, industrias y similares, deberán diseñar, instalar y operar por su propia cuenta, sistemas de tratamiento y reúso de las aguas residuales, ya sean individuales o comunales, para satisfacer las condiciones particulares que determinen las autoridades competentes y las normas oficiales mexicanas aplicables en la materia. El sistema de tratamiento que se proponga deberá cumplir con la NOM-003- SEMARNAT-1997 y las condiciones particulares de descarga establecidas por la autoridad correspondiente.	El proyecto contara con planta de tratamiento de aguas residuales, para la operación y habitación del proyecto.
URB-03	Para evitar las afectaciones por inundaciones, se prohíbe el establecimiento de fraccionamientos habitacionales, así como de infraestructura urbana dentro del espacio excavado de sascaberas en desuso y en zonas bajas en donde los estudios indiquen que existe el riesgo de inundación (de acuerdo con el Atlas de Riesgos del municipio y/o del estado).	La construcción y la aplicación del proyecto están basados en los resultados del estudio de mecánica de suelos para su correcta edificación contemplando los parámetros establecidos normativamente
URB-06	En el diseño, construcción y operación del desarrollo se aplicarán medidas que prevengan las descargas y el arrastre de sedimentos diferentes a los cuerpos de agua naturales, hacia zonas inundables y/o áreas costeras adyacentes.	El proyecto está contemplado con cotas e inclinaciones contemplando las normativas aplicables
	Los lodos y otros residuos generados en el tratamiento de las aguas residuales deberán ser	El proyecto contara con planta de tratamiento de aguas residuales, la cual

URB-08	manejados, almacenados y dispuestos conforme a la NOM-004- SEMARNAT-2002. Se presentará un reporte trimestral ante la autoridad correspondiente, turnando una copia a la SEMA para la inclusión de los resultados en la Bitácora Ambiental. El reporte de contener como mínimo: tipo y características de la planta de tratamiento de aguas residuales, volúmenes de agua tratados, volumen de lodos generados, tratamiento aplicado a los lodos y todos los referidos en la Norma correspondiente.	contara con la capacitación al personal operativo, y con los servicios posteriores, los cuales serán llevados a cabo por la administración a la que se les entregara el proyecto.
URB-11	Para efectos del perfil de diseño del proyecto y el nivel de desplante, deben evaluarse los niveles de inundación y caudales de precipitación ante diversos escenarios de lluvia. Lo anterior como criterio para la definición del nivel de desplante que asegure el mantenimiento de la hidrología superficial y subsuperficial del predio y la región, así como la seguridad de la infraestructura planteada.	El proyecto será construido conforme al estudio de mecánica de suelo, teniendo en cuenta las precipitaciones.
Recurso prioritario: Suelo y subsuelo		
URB-12	En el desarrollo de los proyectos en zonas urbanas, se debe realizar el aprovechamiento integral de los recursos naturales existentes en el predio, por lo que será obligatorio realizar la recuperación de tierra vegetal en las superficies que se desmonten, así como el composteo del material vegetativo resultante del desmonte que se autorice. Para el aprovechamiento de las materias primas forestales derivadas del desmonte deberán dar cumplimiento a la normatividad aplicable. El material composteado será utilizado preferentemente dentro del predio y la composta restante deberá ser destinada donde lo indique la autoridad municipal competente.	El proyecto contara con áreas verdes y zonas con vegetación, en los cuales se contempla el uso de tierra vegetal y composta recuperada para un óptimo rendimiento y vigorosidad vegetal
URB-16	Las áreas de equipamiento deberán incorporar como mínimo el 40 % de superficie como área verde permeable, según lo establecido en el artículo 132 de la LEEPAQROO o la disposición jurídica que la sustituya.	El proyecto contempla una superficie de área verde o permeable **4,558.682** superficies permeables en las cuales se superará el 15.20% de áreas permeable.
Recurso prioritario: Biodiversidad, flora y fauna		
	Los proyectos de tipo urbano, suburbano y/o turístico deberán incorporar a sus áreas verdes vegetación nativa propia del ecosistema en el cual se realice el proyecto. Únicamente se permite el empleo de flora exótica que no esté incluida en el listado de flora	EL proyecto contara con áreas verdes forestales nativos de la localidad, así como con las metodologías para su incorporación y mantenimiento.

URB-25	exótica invasiva de la CONABIO. Para proyectos mayores a 1 ha, la selección de especies a incluir en las áreas verdes, así como el diseño de las áreas jardinadas deberá sustentarse en un Programa de Arborización y Ajardinado que deberá acompañarse al estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto. Se deberá emplear una proporción de 4 a 1 entre plantas de especies nativas y especies ornamentales, excluyendo los pastos.	
URB-30	Las superficies destinadas como áreas verdes deberán mantenerse con cubierta vegetal original dentro de los predios; pero si éstas estuviesen afectadas o con vegetación escasa o dominada por estratos herbáceo o arbustivo, se deberá realizar un programa de reforestación con especies nativas que considere por lo menos 1,500 árboles y palmas por hectárea.	El proyecto conservara la vegetación proyectada en los planos para áreas verdes

Carta 8. Ubicación del polígono del proyecto en la UGA 33 de acuerdo con el POEL Othón P. Blanco



Se observa la distribución espacial del polígono total del proyecto, observando el predio dentro de la zona sur en la **UGA 33,** conforme al Programa de Ordenamiento Ecológico Local del municipio de Othón P. Blanco, Quintana Roo.

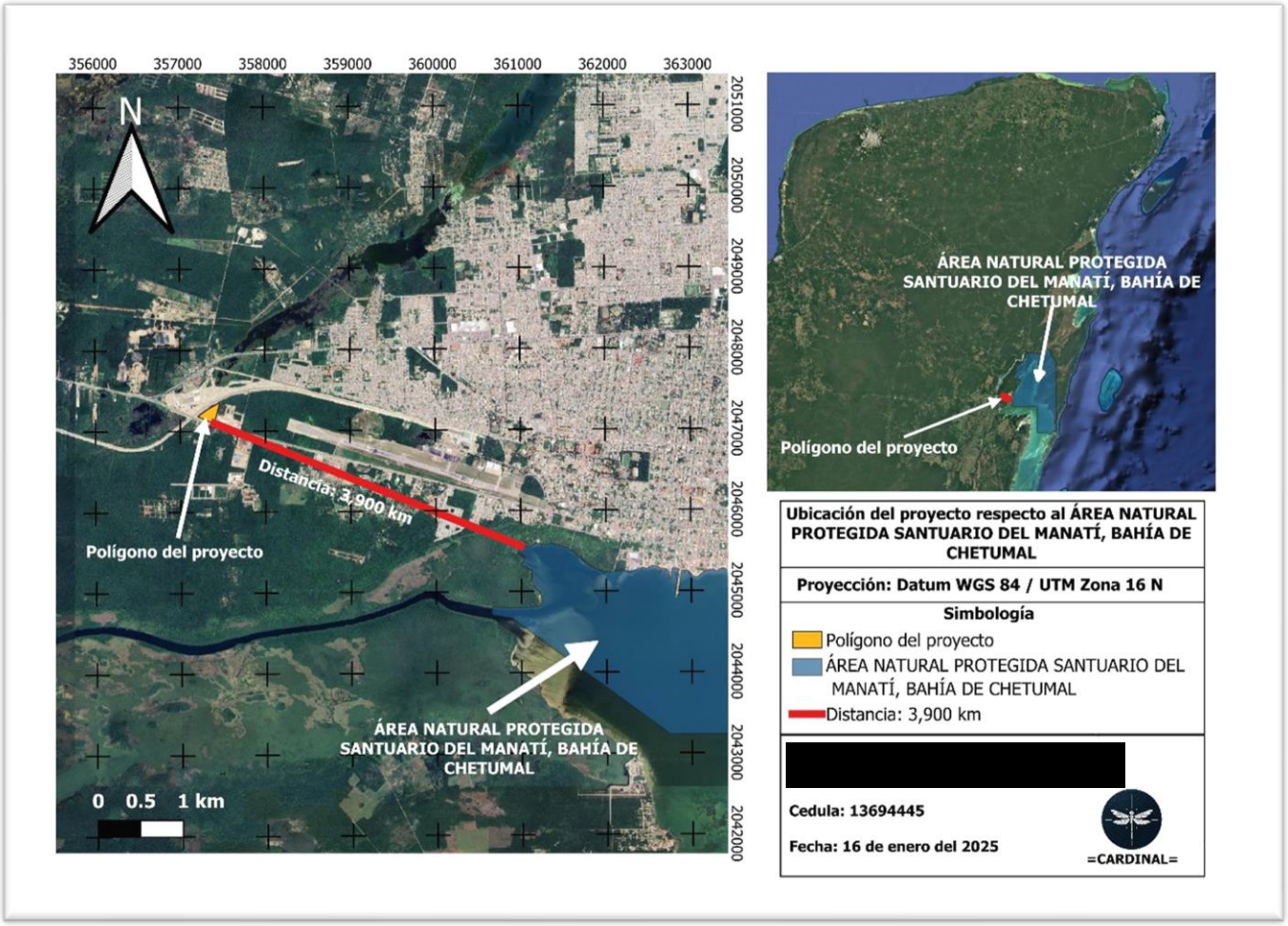
III. 3 Decretos y programas de conservación y manejo de las áreas naturales protegidas

El proyecto no se encuentra dentro de ningún área natural protegida, sin embargo, la más cercana se encuentra a 3.9 kilómetros del predio, siendo el Santuario del manatí en Chetumal.

El Santuario del Manatí en Chetumal está considerado como un Área Natural Protegida, en cuyo interior habitan diferentes especies de este mamífero.

Dentro del Santuario del Manatí se puede observar que existen más de 300 especies de flora y que su ecosistema es de selva mediana y baja, por lo que se pueden encontrar manglares, aguadas, lagunas y humedales; así mismo existen registros de la presencia de jaguar, jabalí, tucán, y cocodrilo, así como de aproximadamente 200 especies de fauna que también se mantiene protegida.

Carta 9. Reservas Protegidas



III. 4 Normas Oficiales Mexicanas

Tabla34. Vinculación de las NORMAS aplicables al proyecto

Tipo	Nomenclatura	Contenido	vinculación
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.	Por lo anterior, se realizarán acciones y medidas a lo largo de las etapas del proyecto, tales como: -Instalación señalamientos preventivos de atropellos temporales. -Instalación de señalamientos prohibitivos de captura o tráfico de especies. -capacitación del personal sobre la importancia de la fauna -Reforestación de sitios fuera del área del proyecto -Acciones y programas de rescate y reubicación de flora y fauna silvestre -Control durante el despalme y desmonte Con estas acciones y programas se reducirá y mitigará las posibles afectaciones y se hará énfasis en las especies presentes en esta norma.
Emisiones de Ruido	NOM-080-SEMARNAT- 1994	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	El proyecto CUMPLE , ya que se monitorearán los vehículos utilizados en la construcción para operar en los parámetros establecidos por esta norma
	NOM-081-SEMARNAT-1994	Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.	El proyecto CUMPLE , ya los parámetros no serán rebasados en la operación del proyecto
	NOM-O45 SEMARNAT-2017	Establece los límites máximos permisibles de emisión expresados en coeficiente de absorción	El proyecto CUMPLE con estas NOM ya que se requerirá documentación necesaria para la

Emisiones contaminantes atmosféricos		de luz o por ciento de opacidad, proveniente de las emisiones del escape de los vehículos automotores en circulación que usan diésel como combustible, método de prueba y características técnicas del instrumento de medición.	contratación de la maquinaria y se contará con mantenimiento de equipamiento y maquinaria
	NOM-041-SEMARNAT-2015	establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, oxígeno y óxido de nitrógeno; así como el nivel mínimo y máximo de la suma de monóxido y bióxido de carbono y el Factor Lambda. Es de observancia obligatoria para el propietario, o legal poseedor de los vehículos automotores que circulan en el país o sean importados definitivamente al mismo, que usan gasolina como combustible, así como para los responsables de los Centros de Verificación, y en su caso Unidades de Verificación Vehicular, a excepción de vehículos con peso bruto vehicular menor de 400 kg (kilogramos), motocicletas, tractores agrícolas, maquinaria dedicada a las industrias de la construcción y de la minería.	El proyecto CUMPLE con estas NOM ya que los vehículos contarán con mantenimiento preventivo para su uso y revisiones de rutina
Residuos peligrosos	NOM-052-SEMARNAT-2005	Establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.	Aplica para determinar si alguno de los desechos generados durante la realización de este proyecto pertenece a esta clasificación, y de ser así proceder en consecuencia a esta norma
	NOM-054-SEMARNAT-1993	Norma oficial mexicana 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-ECOL-1993.	

III. 5 Planes o programas de desarrollo urbano (PDU)

La zona de estudio ha demostrado ser resiliente ante los retos que ha enfrentado a lo largo de su historia, en la que ha pasado por etapas de bonanza, declive y recuperación. Desde su abandono por la población a pocos años de su fundación para asentarse en Bacalar y su restablecimiento como capital del Territorio de Quintana Roo, pasando por la pérdida de sus ventajas competitivas de zona libre con la entrada de México en el TLC en 1994, hasta la perspectiva de una nueva bonanza derivada de los estímulos fiscales que le fueron otorgados en el 2020.

El conjunto de medidas y proyectos de inversión permitirán maximizar las ventajas competitivas que le otorgan su localización estratégica respecto a los mercados de la Región Sursureste de México, el Centro y la Costa Este de los Estados Unidos, el Caribe, Centroamérica y el norte de Sudamérica.

La reducción en su dinámica de crecimiento económico y demográfico en las últimas tres décadas convirtió una posible desventaja en una oportunidad al permitirle mantener las características positivas de la estructura urbana y cuenta con áreas aptas para el desarrollo urbano suficientes para atender los requerimientos de un repunte económico y demográfico, siempre y cuando se revierta el patrón predominante de baja densidad y en consecuencia, el uso extensivo del suelo, cuya disponibilidad es finita dadas las condicionantes del medio físico natural.

La estructura urbana actual y su gestión tienen la capacidad en materia de infraestructura, vialidad, equipamiento y servicios para soportar el crecimiento de las actividades económicas a corto plazo e incorporar nuevas zonas para su crecimiento; y al mismo tiempo, resolver la ocupación de áreas no aptas para el desarrollo derivadas de la falta de oportunidades causadas por las diversas crisis y de temas puntuales como el relleno sanitario y la falta de transporte público urbano de pasajeros.

Con respecto a la política de desarrollo, el proyecto se encuentra dentro de la **"Política de crecimiento".**

Esta política tiene como propósito ordenar y regular la expansión física del centro de población detonada por los proyectos estratégicos del Parque Industrial con Recinto Fiscalizado Estratégico y del Tren Maya, las zonas comerciales libres que permita el aprovechamiento de la infraestructura, equipamiento y servicios existentes y previstos, esta política atenderá al crecimiento

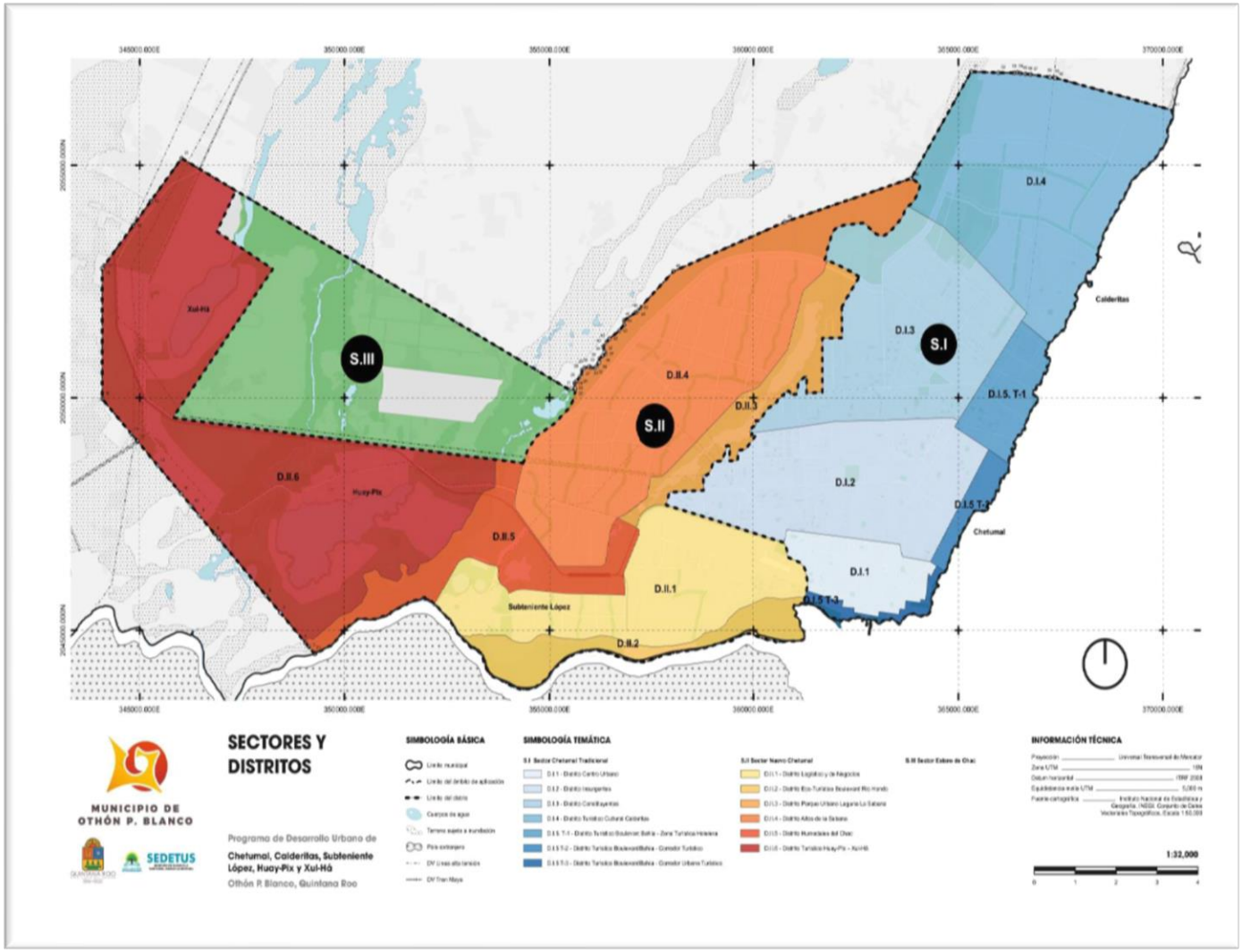
urbano mediante la saturación de los lotes baldíos que va dejando la expansión física de la ciudad y la ocupación regulada y sustentable de las reservas territoriales.

Están sujetos a esta política los grandes baldíos urbanos, las áreas sin uso urbano entre las zonas urbanas y las zonas de reserva para el crecimiento urbano.

Carta 10. Políticas para el crecimiento urbano en el área del proyecto U.H.M. (Programa de Desarrollo Urbano Chetumal Calderitas Subteniente López Huay-Pix Xul-Há. Othón P. Blanco, Quintana Roo).



Carta. 11. Sectores y Distritos. (Programa de Desarrollo Urbano Chetumal Calderitas Subteniente López Huay-Pix Xul-Há. Othón P. Blanco, Quintana Roo).



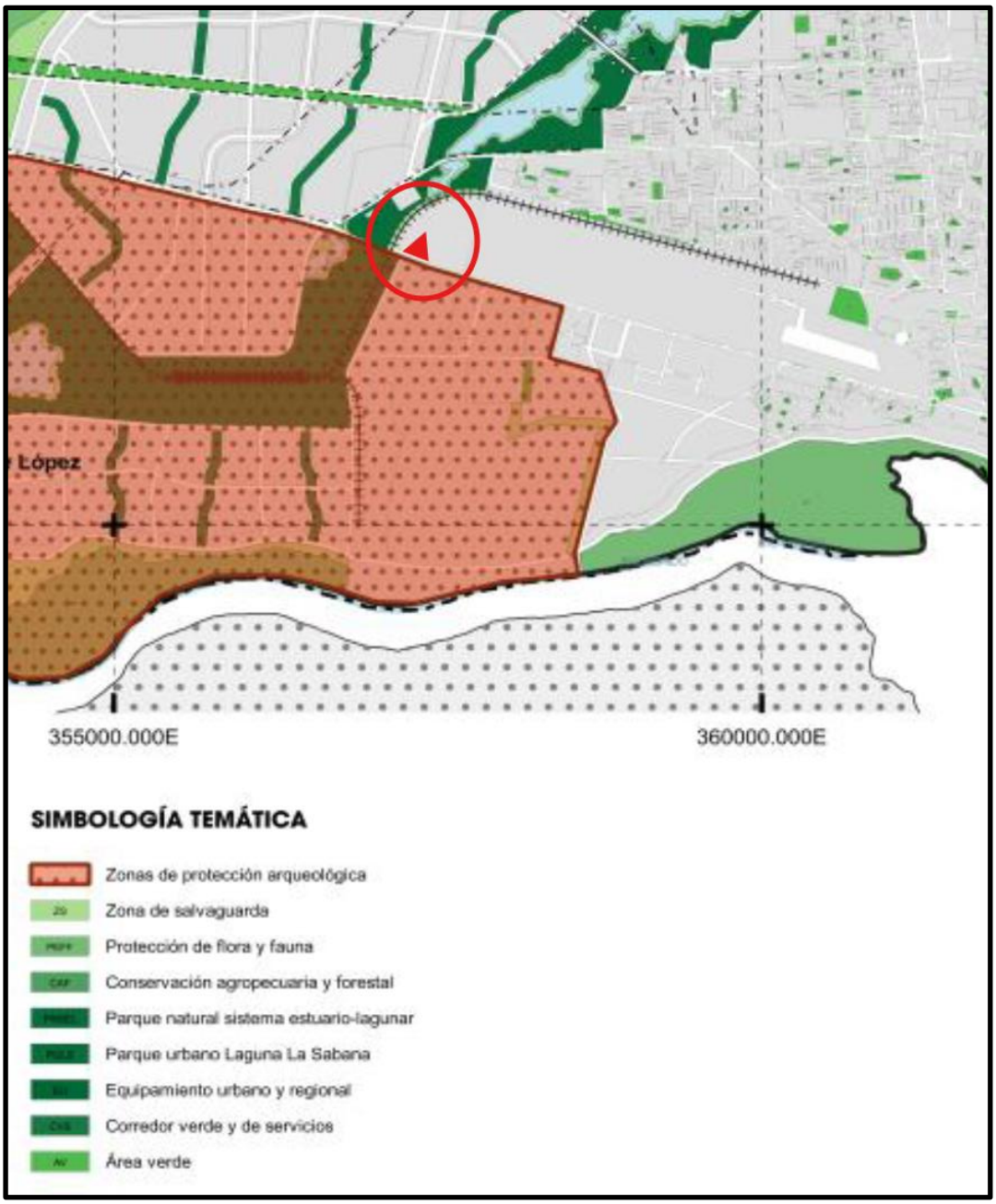
En relación con el proyecto, se encuentra en el sector II. Nuevo Chetumal, correspondiente al distrito: **D.II.1: Distrito logístico y de negocios.**

Colinda al norte con el D.II.5 Distrito Humedales del Chac con el Distrito D.II.3 Parque Urbano laguna La Sabana, D.I.2 Insurgentes; por el este con el Distrito D.I.1 Centro Urbano; por el sur con el Distrito D.I.2 Boulevard Río Hondo; y por el oeste, con el D.II.5 Distrito Humedales del Chac.

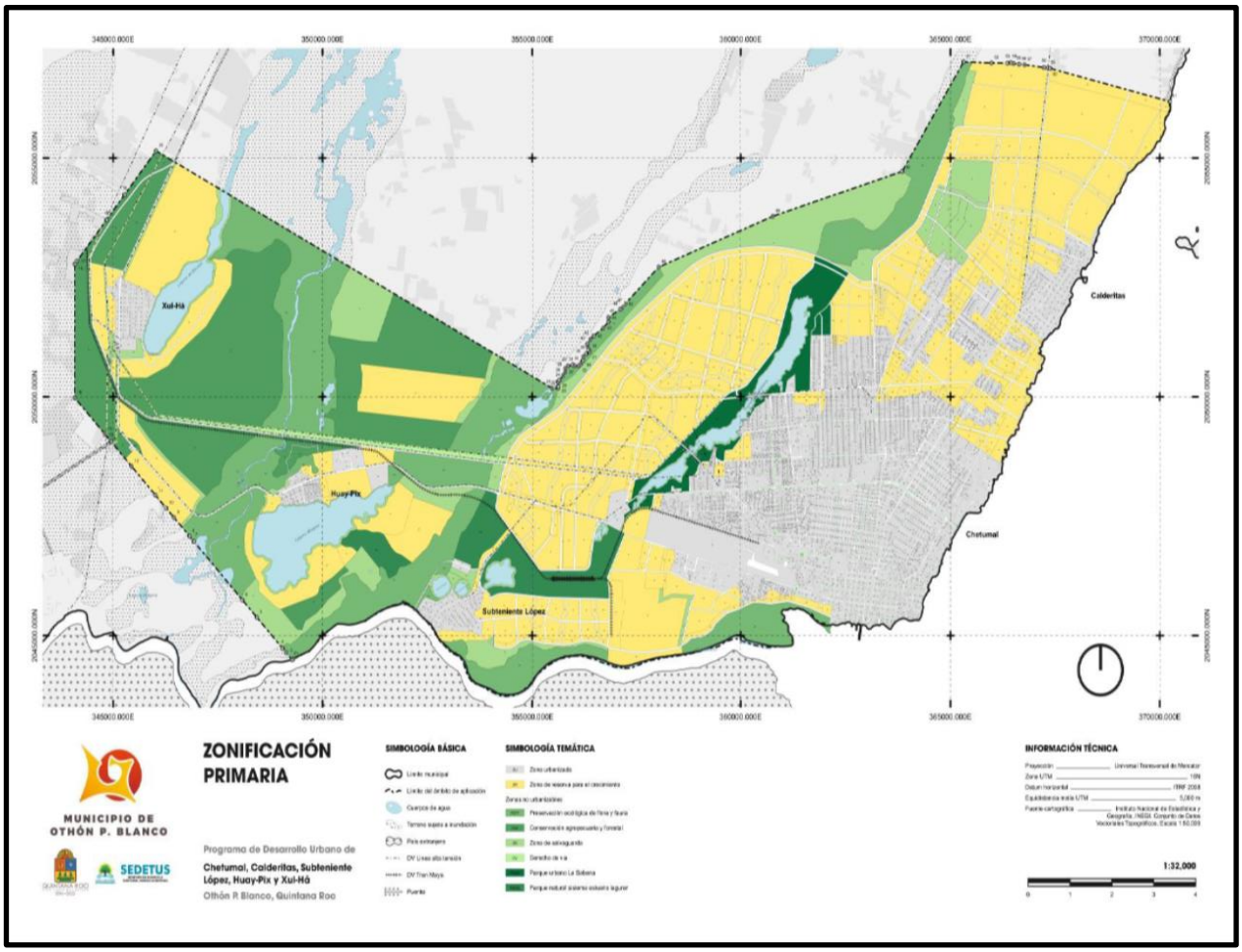
Alberga el hub de transporte multimodal aéreo, ferroviario, fluvial y carretero, el aeropuerto, las terminales de pasajeros y carga y los talleres del Tren Maya, el Parque Industrial con Recinto Fiscalizado Estratégico, la Ciudad Inteligente, las zonas libres comerciales y la Comunidad Sustentable del Tren Maya, la Terminal fluvial del Río Hondo, el cruce fronterizo, el Centro de Barrio y la zona turística recreativa de Subteniente López.

Se le han asignado usos y destinos relacionados con el transporte, la industria y las zonas libres; de corredor de alto impacto; talleres, bodegas y almacenes; corredor turístico, turístico comercial y de servicios; **habitacional mixto, habitacional mixto vertical y residencial mixto vertical**; centro de barrio; **corredores** verdes y **de servicios**, áreas verdes, **zonas de salvaguarda y protección de flora y fauna**.

Carta. 12. Zonas de protección arqueológica y área del proyecto. (Programa de Desarrollo Urbano Chetumal Calderitas Subteniente López Huay-Pix Xul-Há. Othón P. Blanco, Quintana Roo).



Carta 13. Zonificación primaria. (Programa de Desarrollo Urbano Chetumal Calderitas Subteniente López Huay-Pix Xul-Há. Othón P. Blanco, Quintana Roo).



El proyecto se encuentra en una **Zona de reserva para el crecimiento (ZR).**

Es el territorio que tiene la capacidad y/o condiciones favorables para ser urbanizado en función de su aptitud natural para usos urbanos; la contigüidad o cercanía con el área urbana actual; y la factibilidad para contar con obras de cabeza, infraestructura, vialidad, equipamiento y servicios urbanos.

La autorización de acciones urbanísticas estará sujeta a lo establecido en las Normas que regulan a la zonificación secundaria.

La autorización de nuevos fraccionamientos o conjuntos urbanos en la zona de reserva estará condicionada a la integración de su estructura vial con la establecida en el presente Programa.

En cuanto a la **Zonificación secundaria**, el proyecto se encuentra en el **Distrito II.1, Logístico y de negocios.** Respecto a la ZS, se muestra en la Figura 65 (Zonificación secundaria), donde aparece el símbolo "DE"; sin embargo, no se encuentra una simbología temática que lo defina. Por lo tanto, no se establece una determinación de uso de suelo, ni se especifica la densidad. Asimismo, no indica el COS (Coeficiente de ocupación del suelo) ni el CUS (Coeficiente de utilización del suelo).

El proyecto de la Unidad Habitacional Militar (U.H.M.) en Chetumal, Quintana Roo, cumple con todas las leyes y reglamentos aplicables en materia ambiental, forestal, de manejo de residuos y protección de la vida silvestre. Las medidas de mitigación y prevención propuestas garantizan que el proyecto se ajuste a las especificaciones establecidas en cada normativa, minimizando los impactos ambientales y asegurando la protección de los recursos naturales. Este enfoque integral asegura que el proyecto se desarrolle de manera sostenible y en cumplimiento de la normativa vigente, así como con el cumplimiento de las políticas aplicables al sito del desarrollo del proyecto para su ejecución, por su ubicación y la distribución estratégica según los criterios y lineamientos del Programa de Desarrollo Urbano Chetumal Calderitas Subteniente López Huay-Pix Xul-Há Othón P. Blanco, Quintana Roo (Actualización 2021).

III.6 Otros instrumentos

Plan Municipal de Desarrollo 2024- 2027 de Othón P. Blanco.

El Plan Municipal de Desarrollo 2024-2027 de Othón P. Blanco, representa un compromiso renovado con el futuro del municipio, la capital de Quintana Roo. Es el resultado de un proceso reflexivo y participativo que refuerza la continuidad de acciones exitosas, mientras se trazan nuevas metas que respondan a las necesidades de la población con mayor experiencia, sensibilidad y sentido humano.

Programa Sectorial de Ordenamiento Territorial para el Desarrollo Urbano y Rural

El Programa Sectorial de Ordenamiento Territorial para el Desarrollo Urbano y Rural del municipio de Othón P. Blanco es un componente clave del Plan Municipal de Desarrollo 2021–2024. Este programa tiene como objetivo principal promover un crecimiento ordenado y sustentable en las zonas urbanas y rurales del municipio, mediante la implementación de políticas y acciones que integren la planificación territorial con la conservación ambiental y el bienestar social. Se anexa bibliografía consultada.

CAPÍTULO IV.

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

IV.1 Delimitación del área de estudio donde pretende establecerse el proyecto

La delimitación del Sistema Ambiental (SA) está en función de definir un espacio geográfico, el cual, considera la uniformidad, continuidad e integración de sus componentes (abióticos y bióticos) así como de los procesos que surgen de las interrelaciones entre estos.

El área del Sistema Ambiental (SA) puede ser un área de estudio conveniente porque representa una unidad delimitada por un parteaguas donde confluyen sus corrientes en un cuerpo de agua colector y por lo mismo, existen interdependencia de sus elementos y procesos que pueden ser más claramente estudiados. Por lo tanto, el área del Sistema Ambiental donde se encuentra la zona del proyecto se definió considerando las cuencas, subcuencas y microcuencas hidrológicas.

Descripción de las Características Hidrológicas de Chetumal, Quintana Roo

El proyecto ubicado en la zona oeste de la ciudad de Chetumal, capital de Quintana Roo, México, se encuentra dentro de un sistema hidrológico complejo definido por la **Región Hidrológico-Administrativa XII Península de Yucatán**, la **cuenca 33 Yucatán Este**, y la **subcuenca 33Ac Bahía de Chetumal y Otras**. Estas unidades, establecidas por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), están interconectadas y reflejan las características únicas de la península de Yucatán, con un enfoque particular en el entorno de Chetumal. A continuación, se describen detalladamente las características de cada unidad y su relación, basadas en fuentes confiables como CONAGUA y CONABIO.

Región Hidrológico-Administrativa XII Península de Yucatán

Cobertura y Contexto

La Región Hidrológico-Administrativa (RHA) XII Península de Yucatán abarca los estados de Quintana Roo, Yucatán y Campeche, formando una de las 13 regiones definidas por CONAGUA para la gestión integral del agua en México (CONAGUA). Esta región cubre aproximadamente 145,000 km², incluyendo partes de Belice y Guatemala en términos geográficos más amplios (Península de Yucatán).

Carta 14. Regiones Hidrológicas Administrativas de México. Fuente: Atlas Digital Geográfico de SEMARNAT



En esta carta, se observa la distribución de todas las Regiones Hidrológicas - Administrativas ubica la relación espacial conforme a las características y ubicación.

La superficie de cada RHA se muestra en la siguiente tabla:

Tabla35. Distribución y cobertura de las Regiones Hidrológicas – Administrativas. **Fuente: Estadísticas del agua en México 2015**

Regiones Hidrológico - Administrativas			
Clave	**Nombre**	***Superficie (km²)**	**Porcentaje**
I	Península de Baja California	154,279.000	7.87
II	Noroeste	196,326.000	10.02
III	Pacífico Norte	152,007.000	7.76
IV	Balsas	116,439.000	5.94
V	Pacífico Sur	82,775.000	4.22
VI	Río Bravo	390,440.000	19.93
VII	Cuencas Centrales del Norte	187,621.000	9.58
VIII	Lerma Santiago Pacífico	192,722.000	9.84
IX	Golfo Norte	127,064.000	6.49
X	Golfo Centro	102,354.000	5.22
XI	Frontera Sur	99,094.000	5.06
XII	Península de Yucatán	139,897.000	7.14

Regiones Hidrológico - Administrativas			
Clave	**Nombre**	***Superficie (km²)**	**Porcentaje**
XIII	Aguas del Valle de México	18,229.000	0.93
	Superficie Total	1,959,248.000	

Se muestra el área de cada RHA y el porcentaje que representa en la totalidad de la distribución del país, remarcando la RHA XII Península de Yucatán, que es la que le corresponde al proyecto.

Características Geológicas

El terreno de la RHA XII es predominantemente kárstico, compuesto por calizas del período Terciario que permiten una alta infiltración del agua de lluvia. Esta permeabilidad resulta en un sistema hidrológico dominado por flujos subterráneos, con la formación de extensos sistemas de cavernas, cenotes y ríos subterráneos (Caracterización hidrológica). La presencia de una capa de caliche en áreas costeras actúa como un regulador, confinando el acuífero y permitiendo el paso del agua a través de fisuras y manantiales localizados.

Clima

La región experimenta un clima tropical con una estación lluviosa de mayo a octubre y una seca de noviembre a abril. La precipitación anual varía significativamente: en el interior, como en Mérida, alcanza los 957.43 mm, mientras que, en la costa, como en Progreso, es de 458.82 mm (Caracterización hidrológica). La evaporación es alta, con un promedio de 1,900 mm al año, lo que reduce la disponibilidad de agua superficial. Las temperaturas oscilan entre 24.5 y 25.5°C, con máximos en abril-mayo y mínimos en diciembre-enero.

Dinámica Hidrológica

Debido a la naturaleza kárstica, la RHA XII tiene pocos ríos superficiales, y el agua se almacena principalmente en acuíferos subterráneos. En áreas costeras, la zona de dispersión entre agua dulce y salada genera sistemas cavernosos complejos, como el anillo de cenotes, que actúa como un vertedero y conductor de grandes masas de agua. La región enfrenta desafíos como la salinización por sobreexplotación, contaminación por aguas residuales no tratadas y riesgos de inundación costera debido al aumento del nivel del mar.

Importancia

La RHA XII es crucial para la planificación hídrica en la península, ya que su geología kárstica y la escasez de agua superficial requieren una gestión cuidadosa de los recursos subterráneos. Esta región es la base administrativa para las cuencas y subcuencas, incluyendo la cuenca 33 Yucatán Este, que abarca Chetumal.

Cuenca 33 Yucatán Este

La cuenca 33 Yucatán Este cubre el 69.63% de la superficie del estado de Quintana Roo, abarcando el centro y sur del estado, incluyendo el municipio de Othón P. Blanco, donde se encuentra Chetumal (Hidrografía de Quintana Roo). Esta cuenca es una de las dos regiones hidrológicas principales de Quintana Roo, junto con la RH32 Yucatán Norte.

Subdivisiones

La cuenca se divide en dos subcuencas:

- 33A Bahía de Chetumal y Otras: Ubicada en el sur, cubre el 38.43% del territorio estatal.
- 33B Cuencas Cerradas: Situada en el centro, cubre el 31.20% del territorio.

Características Geológicas e Hidrológicas

Al igual que la RHA XII, la cuenca 33 presenta un terreno kárstico con alta permeabilidad rocosa y baja pendiente, lo que provoca que la lluvia se infiltre rápidamente hacia los acuíferos subterráneos. En la subcuenca 33B, no hay corrientes superficiales significativas, y el agua se acumula en lagunas esporádicas. En contraste, la subcuenca 33A, donde se encuentra Chetumal, tiene presencia de corrientes superficiales como el Río Hondo, además de lagunas y humedales.

Relación con la RHA XII

La cuenca 33 Yucatán Este es una subdivisión de la RHA XII, adaptada a las características específicas de Quintana Roo. Refleja las condiciones kársticas generales de la región, pero con variaciones locales, como la presencia de cuerpos de agua superficiales en el sur, que son raros en otras partes de la península.

Importancia

Esta cuenca es vital para el abastecimiento de agua en Quintana Roo, especialmente en áreas urbanas como Chetumal, y para la conservación de ecosistemas acuáticos. Su gestión es clave para proyectos de infraestructura, como plantas de tratamiento de aguas residuales, que deben considerar la alta infiltración y la sensibilidad de los acuíferos.

Subcuenca 33Ac Bahía de Chetumal y Otras

Cobertura y Ubicación

La subcuenca 33Ac Bahía de Chetumal y Otras se encuentra en el sur de Quintana Roo, cubriendo el 38.43% del territorio estatal (Hidrografía de Quintana Roo). Incluye el municipio de Othón P. Blanco, donde se localiza Chetumal, la capital del estado.

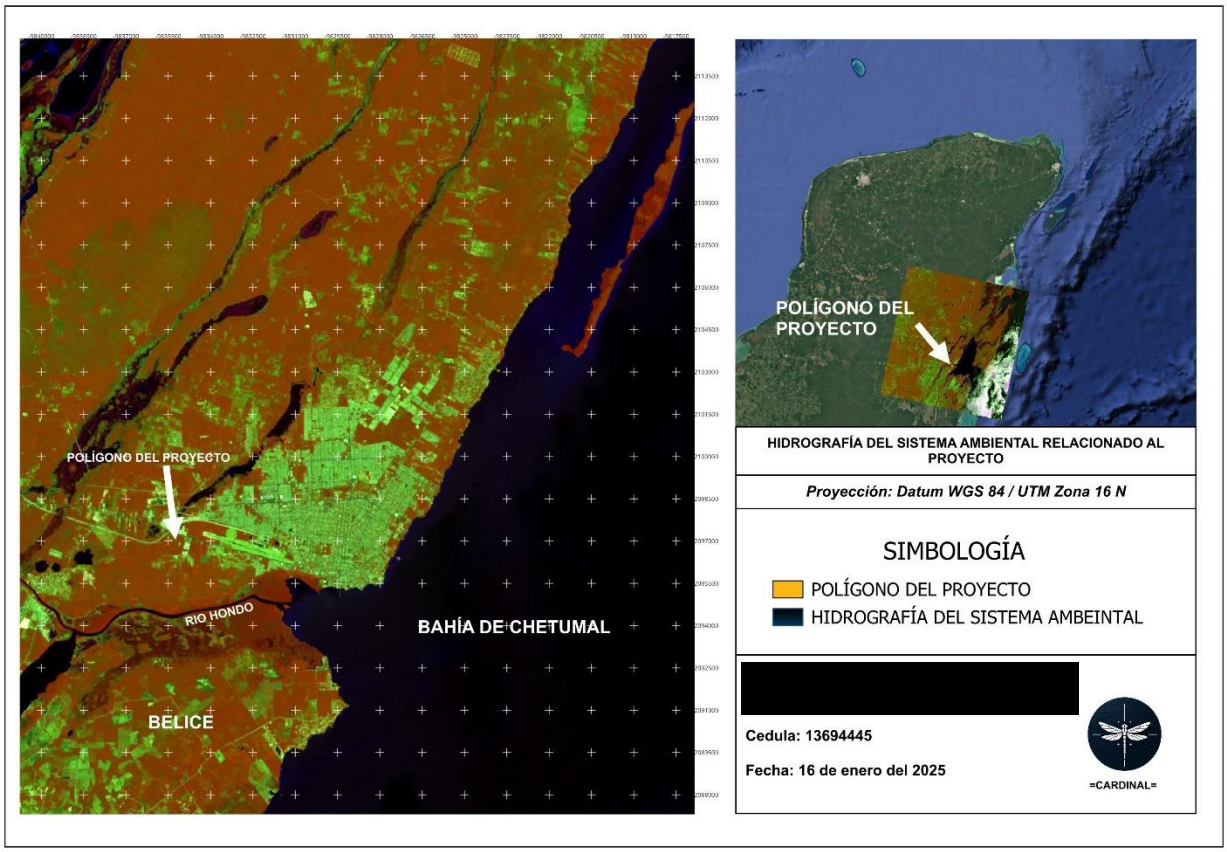
Características Físicas

- **Bahía de Chetumal:** Es una gran entrada del mar Caribe, situada entre las coordenadas 18°20′00″N y 88°05′00″O, compartida entre México y Belice (Bahía de Chetumal). Tiene una profundidad baja, lo que impide la existencia de puertos de gran calado, y contiene una única isla, Tamalcab.

- **Río Hondo:** Es la mayor corriente superficial permanente de la península de Yucatán, formando la frontera entre México y Belice (Río Hondo). Su importancia histórica radica en su uso como vía de comunicación y fuente de agua dulce.

- **Otros Cuerpos de Agua:** La subcuenca presenta numerosas zonas pantanosas, lagunas, que son comunes en el sur de Quintana Roo debido a la menor infiltración en comparación con otras áreas kársticas.

Carta 15. Hidrografía del sistema relacionado al proyecto.



Características Ecológicas

La subcuenca es un área de gran importancia ambiental, reconocida como santuario para el manatí, una especie amenazada, y hogar de diversos ecosistemas costeros y marinos (Bahía de

Chetumal). Las zonas pantanosas y lagunas son hábitats clave para la biodiversidad, incluyendo aves, peces y mamíferos acuáticos.

Importancia Urbana

Chetumal, situada en la desembocadura del Río Hondo en la Bahía de Chetumal, depende de esta subcuenca para su suministro de agua y la gestión de aguas residuales. La ubicación estratégica de la ciudad la convierte en un centro clave para la región, pero también plantea desafíos para la protección de los recursos hídricos frente a la contaminación y el desarrollo urbano.

Relación con la Cuenca y la Región Hidrológica Administrativa

La subcuenca 33A es una parte integral de la cuenca 33 Yucatán Este, destacándose por la presencia de elementos superficiales como la bahía y el río, que contrastan con el predominio de flujos subterráneos en la RHA XII. Esta combinación de características costeras, fluviales y kársticas hace que la subcuenca sea única dentro del sistema hidrológico regional.

Interconexión entre las Unidades Hidrológicas

Las tres unidades hidrológicas están jerárquicamente conectadas, formando un sistema coherente para la gestión del agua en Chetumal:

- **RHA XII Península de Yucatán:** Proporciona el marco administrativo y geológico para toda la península, destacando la importancia de los acuíferos subterráneos y la escasez de ríos superficiales. Su clima tropical y alta evaporación influyen en todas las cuencas y subcuencas de la región.

- **Cuenca 33 Yucatán Este:** Se enfoca en Quintana Roo, dividiendo el estado en áreas con diferentes características hidrológicas. La cuenca refleja las condiciones kársticas generales, pero introduce variaciones locales, como la presencia de cuerpos de agua superficiales en el sur.

- **Subcuenca 33A Bahía de Chetumal y Otras:** Es la unidad más específica, abarcando el entorno inmediato de Chetumal. Combina los flujos subterráneos típicos de la región con elementos superficiales como la Bahía de Chetumal y el Río Hondo, que son esenciales para la ecología y el desarrollo urbano.

Esta interconexión asegura que las políticas de gestión hídrica en Chetumal consideren tanto las características regionales (kársticas y climáticas) como las locales (bahía, río y humedales), garantizando un enfoque integral para el uso sostenible del agua.

Tabla 36. Resumen de Características Hidrológicas

Unidad Hidrológica	Cobertura	Características Principales
RHA XII Península de Yucatán	Quintana Roo, Yucatán, Campeche	Terreno kárstico, flujos subterráneos, clima tropical, precipitación 458-957 mm, evaporación 1,900 mm/año
Cuenca RH33 Yucatán Este	69.63% de Quintana Roo (centro y sur)	Alta permeabilidad, pocas corrientes superficiales, incluye subcuencas 33A y 33B
Subcuenca 33Ac Bahía de Chetumal y Otras	38.43% de Quintana Roo (sur)	Bahía de Chetumal, Río Hondo, zonas pantanosas, lagunas, santuario de manatíes

Se muestran las características hidrológicas del sito, el cual se desarrolla sobre la subcuenca Bahía de Chetumal y otras.

La delimitación del área de estudio se realizará considerando las cuencas, subcuencas y microcuencas hidrológico-forestales. Dentro de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (2015), se encuentra una definición del concepto "Cuenca hidrológico-forestal" en el Articulo 7, fracción XI:

"Cuenca hidrológico-forestal: La unidad de espacio físico de planeación y desarrollo, que comprende el territorio donde se encuentran los ecosistemas forestales y donde el agua fluye por diversos cauces y converge en un cauce común, constituyendo el componente básico de la región forestal, que a su vez se divide en subcuencas y microcuencas;".

Además de considerar la superficie en la que se pretende realizar el cambio de uso de suelo en terreno forestal, también se tendrá en cuenta para su delimitación, las características de las obras y actividades que se llevarán a cabo en todas las etapas del proyecto, incluyendo el comportamiento de las emisiones a la atmósfera, la descarga de aguas residuales, el manejo de residuos, el aprovechamiento de los recursos naturales, entre otros aspectos.

En cuanto a la definición del concepto "área de influencia**"** dentro de la Ley y sus reglamentos, no se encuentra una definición explicita. Sin embargo, en la Guía para la presentación de la manifestación de impacto ambiental, se define como los procesos que se desarrollan en la zona donde se pretende ubicar el proyecto, así como el área de distribución o extensión que podrían alcanzar a tener los efectos o impactos ambientales derivados de las obras y actividades.

De acuerdo con la descripción del proyecto en capitulo anteriores y considerando lo mencionado en los párrafos previos, se describe lo siguiente.

IV.2 Caracterización y Análisis del Sistema Ambiental (SA)

El SA delimitado para el proyecto representa una unidad geográfica coherente donde confluyen los componentes abióticos y bióticos, así como los procesos ecológicos e hidrológicos. La delimitación se realizó mediante una combinación de métodos automatizados y técnicas manuales-digitales, utilizando herramientas SIG y datos de INEGI. Esta delimitación es fundamental para garantizar un manejo ambiental adecuado y la sostenibilidad del proyecto.

La delimitación del Sistema Ambiental (SA) está en función de definir un espacio geográfico el cual considera la uniformidad, continuidad e integración de sus componentes (abióticos y bióticos) así como de los procesos que surgen de las interrelaciones entre estos.

Para realizar esta tarea, se ha identificado y descrito cada componente relevante del medio ambiente. El ámbito de referencia elegido para esta descripción es el SA, un ámbito de delimitación general y funcional que corresponde al área de estudio principal de este Documento Técnico Unificado (DTU). Esta unidad de análisis se considera la más adecuada porque proporciona una visión integral de los efectos del proyecto sobre el ecosistema inmediato.

En términos específicos, el ámbito de referencia abarcará todos los componentes físico-abióticos, tales como el clima, la geología, la edafología y la hidrología, entre otros. Estos elementos se analizarán en detalle para entender mejor cómo influirán en el área del proyecto y cómo, a su vez, el proyecto podría impactar en ellos. El clima se estudiará en función de las temperaturas, precipitaciones y patrones meteorológicos, mientras que la geología abordará la composición y estructura del subsuelo.

La edafología se centrará en la calidad y características del suelo, y la hidrología examinará los recursos hídricos disponibles y sus dinámicas.

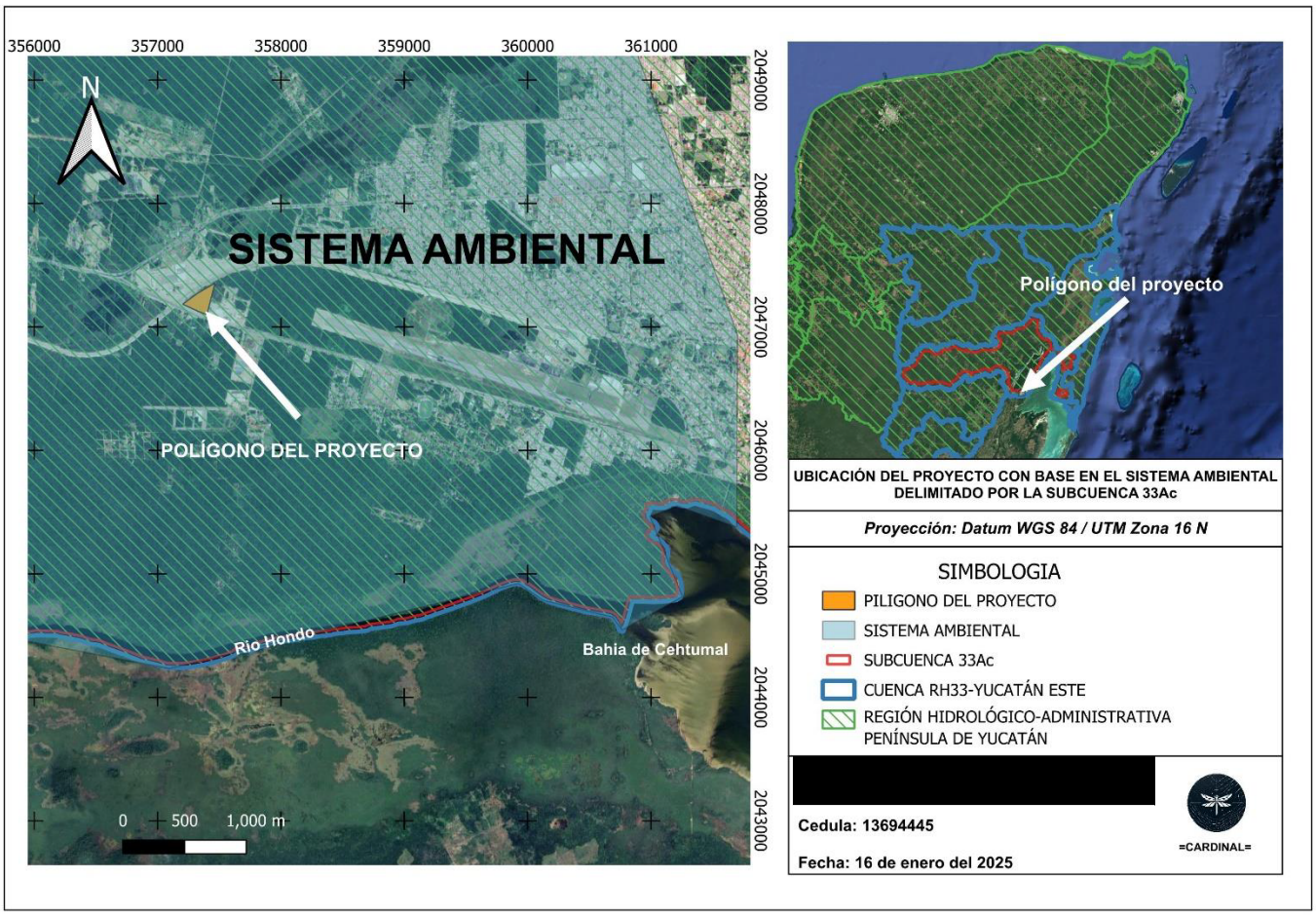
Asimismo, se incluirán los componentes bióticos, como la vegetación y la fauna. En este análisis, se identificará la diversidad de especies presentes en el área y su estado de conservación. La vegetación se describirá en términos de tipos de flora predominantes, cobertura vegetal y su distribución espacial. Por otro lado, la fauna se estudiará para identificar las especies animales que habitan en la zona, sus hábitos y cómo interactúan con su entorno.

Este enfoque holístico permitirá una evaluación completa y detallada del área sujeta al cambio de uso de suelo, asegurando que todas las interacciones y posibles impactos sean considerados. Con esta metodología, se busca garantizar que el proyecto se desarrolle de manera sostenible, respetando y preservando el equilibrio ecológico del área de estudio.

En resumen, la delimitación y análisis de los componentes bióticos y abióticos en el ámbito de referencia SA proporciona una base sólida para la planificación y ejecución del proyecto, considerando todos los factores ambientales relevantes y sus interacciones en el contexto del cambio de uso de suelo.

El Sistema Ambiental se localiza en la **Región Hidrológica Administrativa XII Península de Yucatán**, en la **Región Hidrológica 33 Yucatán Este**, **Cuenca 134 Bahía de Chetumal y otras**, en la **Subcuenca hidrológica RH33Ac-Varias.**

Carta16. Sistema Ambiental delimitado por la subcuenca 33Ac



Se observa la Ubicación del sistema ambiental delimitado por la subcuenca 33a, así como la ubicación del proyecto, mostrando las características hidrológicas y ambientales en el sitio. El polígono del SA está delimitado por las siguientes coordenadas:

Tabla 36. Con las coordenadas del sistema ambiental (SA), el cual se define por la subcuenca con respecto al predio

ID	X	Y
1	361702	2046937
2	361697	2045380
3	361213	2045552
4	360992	2045466
5	361256	2044815
6	360766	2044546
7	360691	2044651
8	360129	2044785

ID	X	Y
9	359927	2044922
10	357097	2044234
11	355886	2044465
12	355133	2044142
13	355381	2049662
14	358361	2050609
15	360513	2050125
16	360890	2049210

Estas coordenadas, delimitan el SA el cual fue obtenido por la subcuenca hidrológica 33Ac, en su zona sur, en el margen del rio hondo y la zona estuarina de la bahía de Chetumal, abarcando hasta la zona de humedales y sabanas en el norte de la ciudad.

La característica más notoria del estado en particular y de la península en general es la ausencia de corrientes superficiales, ya que la mayor parte del agua lluvia se evapora o es absorbida por plantas y suelos. El resto satura el terreno, colma el bajo relieve y se infiltra en el subsuelo, dando origen a las aguas subterráneas en cavidades laberínticas y pluvimorfas, favorecidas por el escaso relieve, el pequeño espesor de los suelos y la espesa cobertura vegetal.

Aguas subterráneas

La Región Hidrológica 33, Yucatán Este (Quintana Roo) abarca los tres estados de la Península de Yucatán, con una superficie total de 39 579 km², continuando en la republica de Guatemala y Belice. Ocupa en el estado la porción sur y un área equivalente a 5.33% de la superficie estatal.

En el caso específico de Chetumal, la ciudad está cerca de la Bahía de Chetumal, que forma parte del sistema hidrológico costero de la región, conectado con el Mar Caribe. La zona también está influenciada por cuerpos de agua como la Laguna de Bacalar y el Río Hondo, que marca la frontera entre México y Belice.

Esta región es importante tanto ecológica como hidrológicamente, ya que alberga una gran biodiversidad y es fundamental para el suministro de agua en la península en la RH33 se encuentra el río Escondido y el Hondo, mismo que sirve como límite internacional con Belice y se origina a partir de la confluencia del Arroyo Azul y el Río Bravo, con una longitud de 121 km y una cuenca de más de 13,000 km.

Conclusión, sobre la base de sistema ambiental analizado se tiene que el área del prospecto proyecto cuenta con vegetación arbórea delimitada por estratos vegetativos arbustivos de mayor relevancia en el área a afectar por lo que simboliza un impacto significativo en la zona para cambio de uso de suelo, el tipo de vegetación con más cobertura vegetativa es la selva baja inundable subperennifolia, con mayor presencia de estrato arbustivo temporal.

IV.2.1 Caracterización y Análisis Retrospectivo de la Calidad Ambiental del Sistema Ambiental

En este apartado se lleva a cabo un análisis retrospectivo de la calidad ambiental del Sistema Ambiental (SA) con el propósito de definir su estructura y funcionamiento. Este proceso se fundamenta en la evaluación integral de sus componentes bióticos, abióticos y socioeconómicos, los cuales desempeñan un papel determinante en la dinámica ambiental del territorio en estudio.

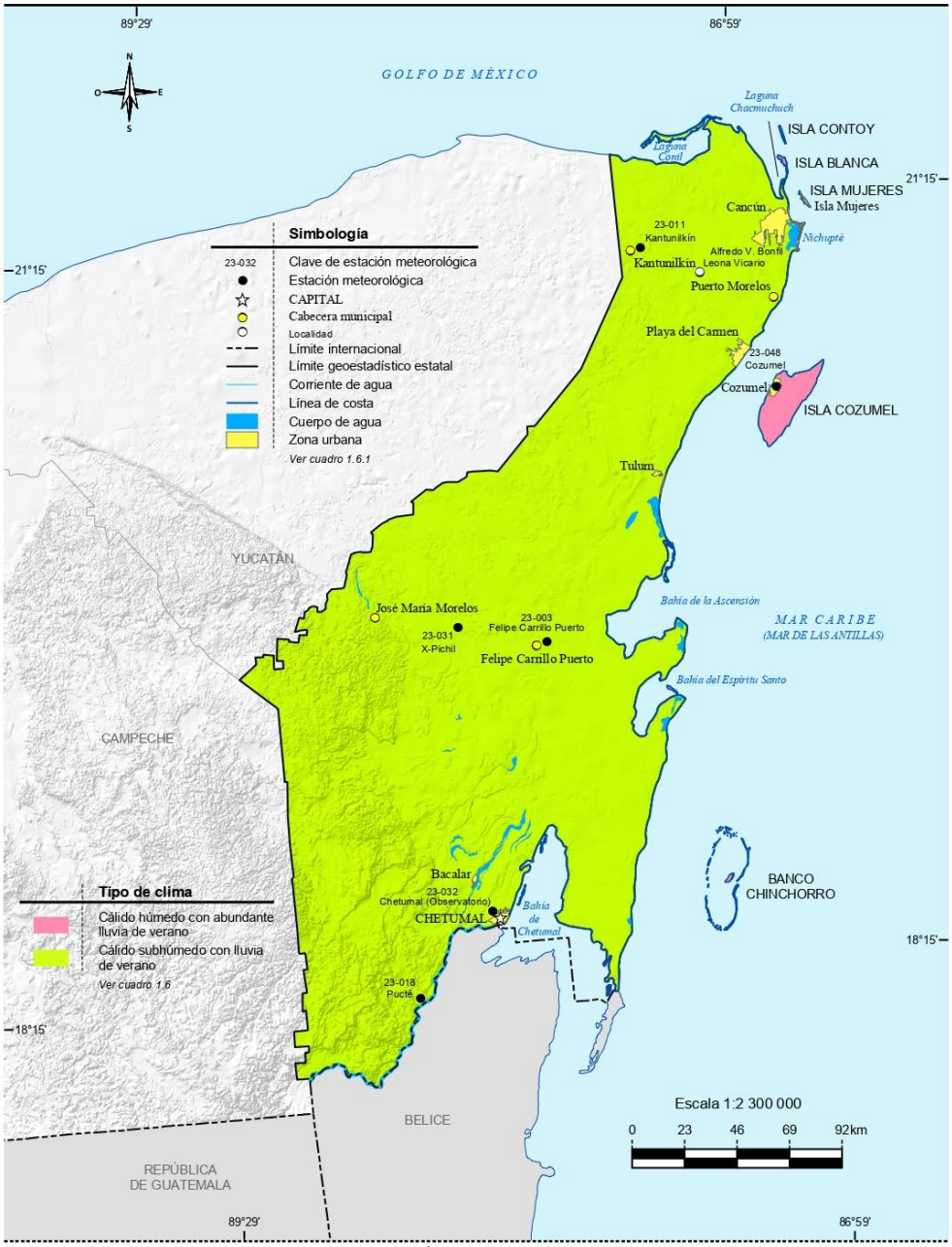
El análisis contempla la identificación y descripción de las tendencias de desarrollo y/o deterioro que han caracterizado la evolución del SA a lo largo del tiempo, con énfasis en los factores que han incidido en su calidad ambiental actual. Para ello, se examinan variables clave como la cobertura vegetal, la calidad del suelo y del agua, la biodiversidad, el clima, así como los patrones de ocupación del territorio y las actividades económicas predominantes. Dichos factores permiten inferir los procesos de transformación ambiental que han modelado el paisaje y su funcionalidad ecológica.

IV.2.2.1 Medio abiótico

Clima

Específicamente se ha establecido que la zona de estudio posee un clima cálido, subhúmedo intermedio Ax´ (w1) (i1) gw, los veranos son largos, cálidos, húmedos y nublados; los inviernos son cortos, calurosos y mayormente despejados y es opresivo durante todo el año. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 20 °C a 32 °C y rara vez baja a menos de 16 °C o sube a más de 33 °C.

Carta 17. Tipos de clima en el estado de Quintana Roo. (INEGI)



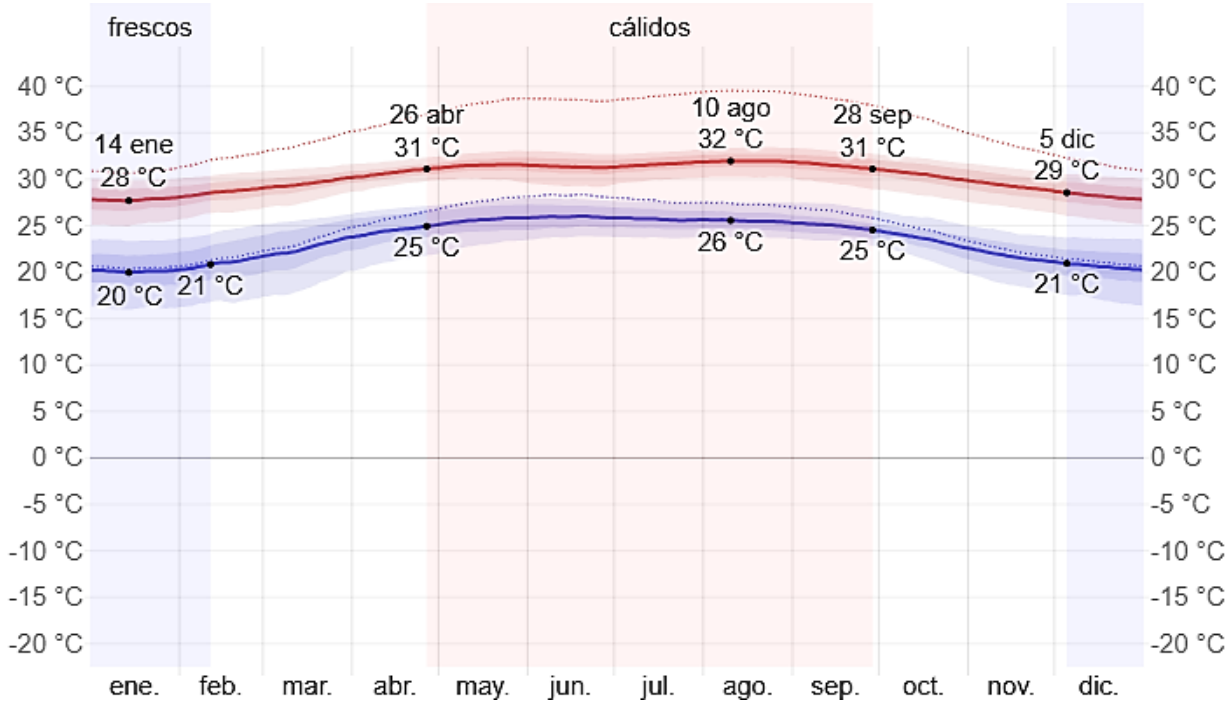
Fuente: INEGI. *Continuo Nacional del Conjunto de Datos Geográficos de la Carta de Climas Escala 1:1 000 000, serie I.*

En esta carta, se observa que el SA al estar en la zona oeste de la ciudad de Chetumal, cuneta con un clima cálido subhúmedo con lluvia de verano.

La temporada calurosa dura 5.0 meses, del 26 de abril al 28 de septiembre, y la temperatura máxima promedio diaria es de 31 °C. El mes más cálido del año en Chetumal es agosto, con una temperatura máxima promedio de 32 °C y mínima de 26 °C.

La temporada fresca dura 2.2 meses, del 5 de diciembre al 11 de febrero, y la temperatura máxima promedio diaria es de menos de 29 °C. El mes más frío del año en Chetumal en enero, con una temperatura mínima promedio de 20 °C y máxima de 28 °C.

Gráfica. 2. Temperaturas por mes



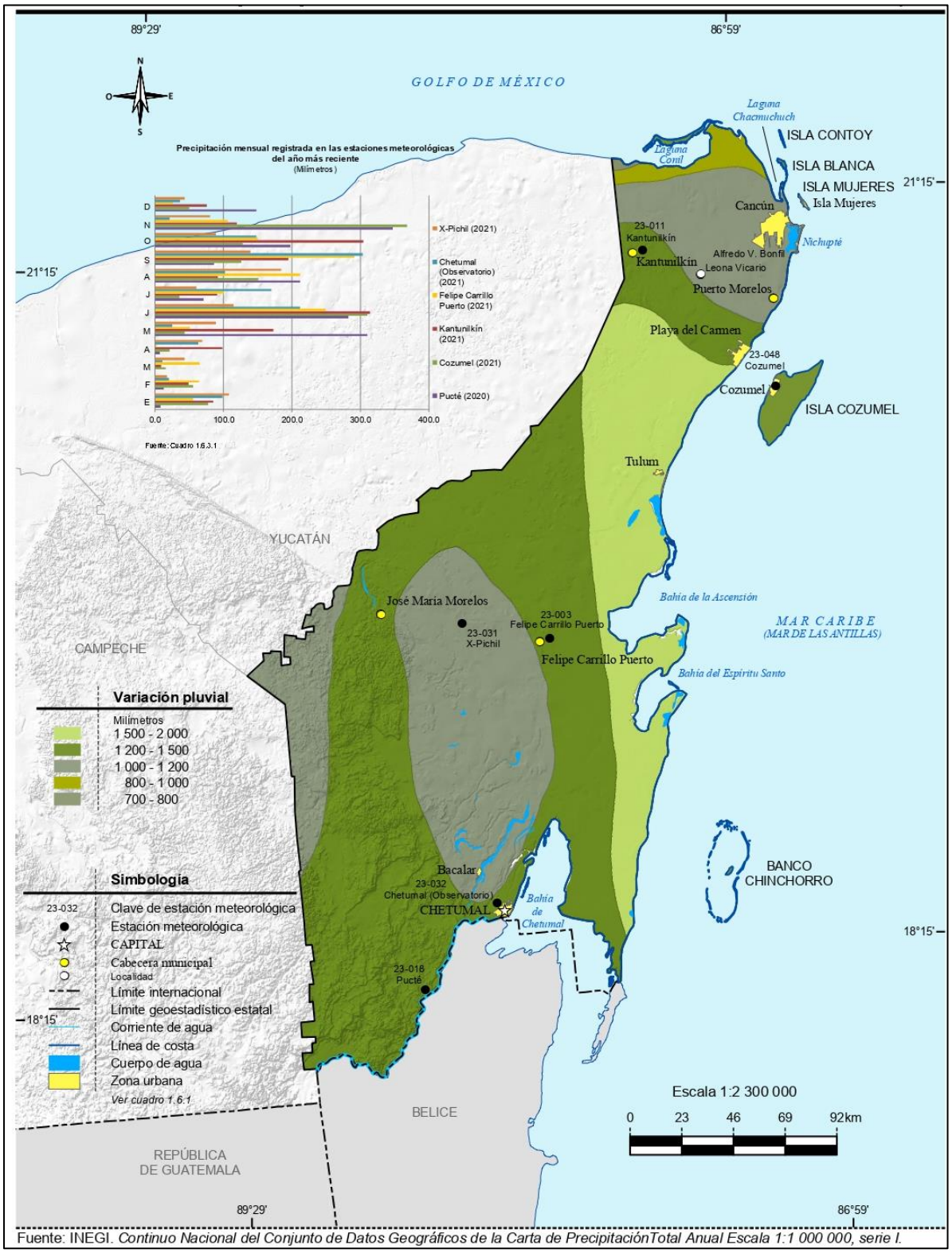
Precipitaciones

Un día mojado es un día con por lo menos 1 milímetro de líquido o precipitación equivalente a líquido. La probabilidad de días mojados en Chetumal varía considerablemente durante el año.

La temporada más mojada dura 5.5 meses, de 24 de mayo a 8 de noviembre, con una probabilidad de más del 33 % de que cierto día será un día mojado. El mes con más días mojados en Chetumal es septiembre, con un promedio de 16.0 días con por lo menos 1 milímetro de precipitación.

La temporada más seca dura 6.5 meses, del 8 de noviembre al 24 de mayo. El mes con menos días mojados en Chetumal es marzo, con un promedio de 3.4 días con por lo menos 1 milímetro de precipitación.

Carta 18. Distribución de la precipitación



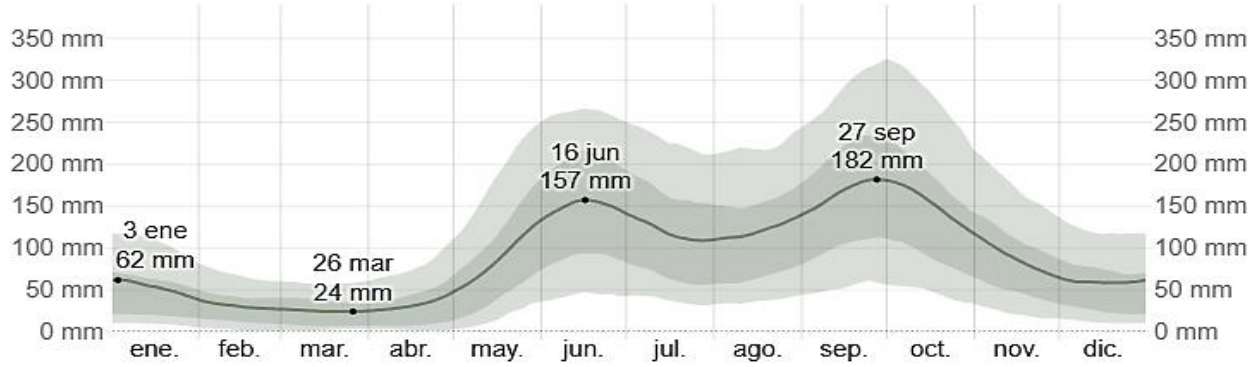
Fuente: INEGI. *Continuo Nacional del Conjunto de Datos Geográficos de la Carta de PrecipitaciónTotal Anual Escala 1:1 000 000, serie I.*

El SA, al ubicarse en la ciudad de Chetumal, se muestra con una valoración pluvial de 1,500 a 2,000mm, siendo de la segunda zona con más valoración.

Entre los días mojados, distinguimos entre los que tienen solamente lluvia, solamente nieve o una combinación de las dos. El mes con más días con solo lluvia en Chetumal es septiembre,

con un promedio de 16.0 días. En base a esta categorización, el tipo más común de precipitación durante el año es solo lluvia, con una probabilidad máxima del 56 % el 25 de septiembre.

Gráfica. 3. Milímetros de lluvias por mes



Vientos

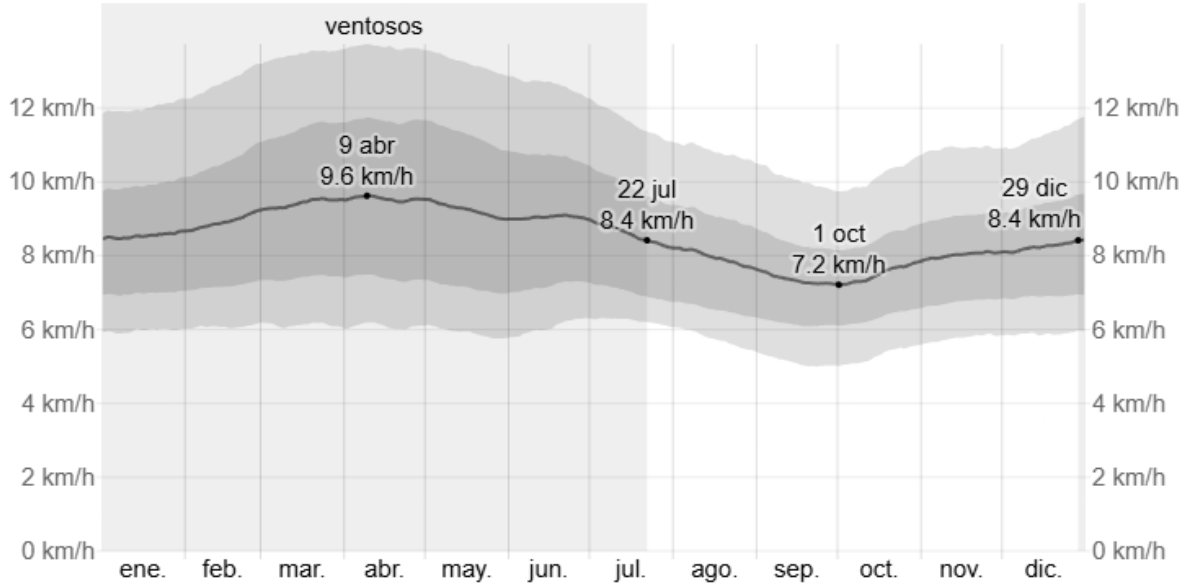
El vector viento promedio por hora del área ancha (velocidad y dirección) a 10 metros sobre el suelo. El viento de cierta ubicación depende en gran medida de la topografía local y de otros factores; y la velocidad instantánea y dirección del viento varían más ampliamente que los promedios por hora.

La velocidad promedio del viento por hora en Chetumal tiene variaciones estacionales leves en el transcurso del año.

La parte más ventosa del año dura 6.8 meses, del 28 de diciembre al 21 de julio, con velocidades promedio del viento de más de 8.4 kilómetros por hora. El mes más ventoso del año en Chetumal es abril, con vientos a una velocidad promedio de 9.5 kilómetros por hora.

El tiempo más calmado del año dura 5.2 meses, del 21 de julio al 28 de diciembre. El mes más calmado del año en Chetumal es septiembre, con vientos a una velocidad promedio de 7.3 kilómetros por hora.

Gráfica. 4. Vientos por mes



Suelo

En la zona de estudio, considerando la clasificación maya, **predomina el suelo** reconocido **como tzekel**. Este es un suelo formado, según la carta edafológica del INEGI, escala 1:250,000, Bahía de Chetumal E-16-4, por rendzinas con incrustaciones de litosoles (E+I/3). En la zona de estudio los suelos son poco profundos, ya que por lo general se integran por una capa muy delgada (12 cm en promedio) establecida sobre la roca caliza, misma que aflora continuamente sobre la superficie. Estos suelos se caracterizan por presentar un drenaje deficiente ya que durante la época de lluvias se inundan y poseen suficiente materia orgánica. La textura es fina y la estructura está compuesta por bloques subangulares de tamaño medio. A veces presentan grietas por donde es arrastrado el material superficial.

Tabla 38. Características geológicas del sistema ambiental

	Periodo	**Roca**
Geología	**Neógeno (42.51%), Paleógeno (25.51%) y Cuaternario (22.28%)**	**Sedimentaria: caliza (68.03%) Suelo: aluvial (16.95%), lacustre (5.09%), litoral (0.13%) y palustre (0.10%)**

Nota: el porcentaje faltante corresponde a Zonas Urbanas con 0.33% y Cuerpos de Agua con 9.37**%.**

Tabla 39. Características edafológicas del sistema ambiental

Edafología	Suelo dominante
	Leptosol (38.06%), Vertisol (24.14%), Phaeozem (10.70%), Gleysol (7.57%), Regosol (4.17%), Luvisol (3.45%), Solonchak (1.44%) y Arenosol (0.61%)

Nota: el porcentaje faltante corresponde a Zonas Urbanas con 0.33%, Cuerpos de Agua con 9.37% y NA con 0.16%.

Leptosol: son suelos extremadamente jóvenes y delgados (o con abundantes gravas, es decir muy pedregosos). Pueden considerarse como el primer estadio de formación de un suelo sobre rocas duras. Por tanto, se presentan en donde la erosión natural impide que el solum alcance un cierto espesor (vertientes abruptas de las montañas), o en regiones con ciertas pendientes que sufrieron una erosión muy severa de los suelos precedentes, generalmente, por la acción del hombre. Incluye suelos muy someros sobre roca dura o material altamente calcáreo, pero también suelos más profundos que son extremadamente gravosos y/o pedregosos. Los leptosoles son suelos azonales con un solum incompleto y/o sin rasgos morfológicos claramente expresados. Resultan ser particularmente comunes en áreas de montaña, se correlacionan con "Litosoles", tasa de muchos sistemas de clasificación internacional (USA, FAO) y con subgrupos "Lítico" de otras agrupaciones de suelos. En muchos sistemas, los leptosoles sobre roca calcárea, son denominados "Rendzinas"; aquellos sobre rocas ácidas son llamados "Rankers". Por tanto, la principal diferencia que les separa de otros tipos de suelos deviene de su escasa profundidad. Debido a que el material apenas ha comenzado a alterarse por la acción del clima y la vegetación, muchas de sus propiedades se relacionan con las rocas que los han originado, por lo que son muy variadas.

El análisis de una imagen satelital Landsat 9 utilizando la combinación de bandas 7 (SWIR2), 5 (NIR) y 3 (Green) permite una diferenciación efectiva de la vegetación, la humedad del suelo y la presencia de cuerpos de agua. Esta combinación es útil para identificar zonas de inundación, evaluar la cobertura vegetal y detectar cambios en la estructura del paisaje.

Características observadas en la imagen:

1. **Vegetación y Cobertura de Suelo:**
    - La selva baja inundable se distingue por tonos verde brillante a verde oscuro, dependiendo de la densidad y tipo de vegetación.
    - Se observan áreas con menor densidad arbórea, caracterizadas por tonalidades más opacas o pardas, indicando posibles claros o presencia de matorrales.
    - En las zonas de mayor humedad del suelo, la vegetación puede aparecer con un tono más intenso debido al vigor de la vegetación y su respuesta en el infrarrojo cercano (Banda 5).

2. **Humedales Temporales e Inundaciones:**

    - Los cuerpos de agua, incluyendo los humedales temporales, aparecen con tonos oscuros (azules o negros) debido a la absorción en el SWIR (Banda 7).

    - En zonas de humedad residual o suelos saturados sin una lámina de agua superficial, se pueden observar tonos azulados o verdosos, lo que indica presencia de suelos encharcados.

    - Durante la temporada seca, estas áreas pueden cambiar a tonalidades más similares a la vegetación circundante, sugiriendo una reducción en la disponibilidad de agua.

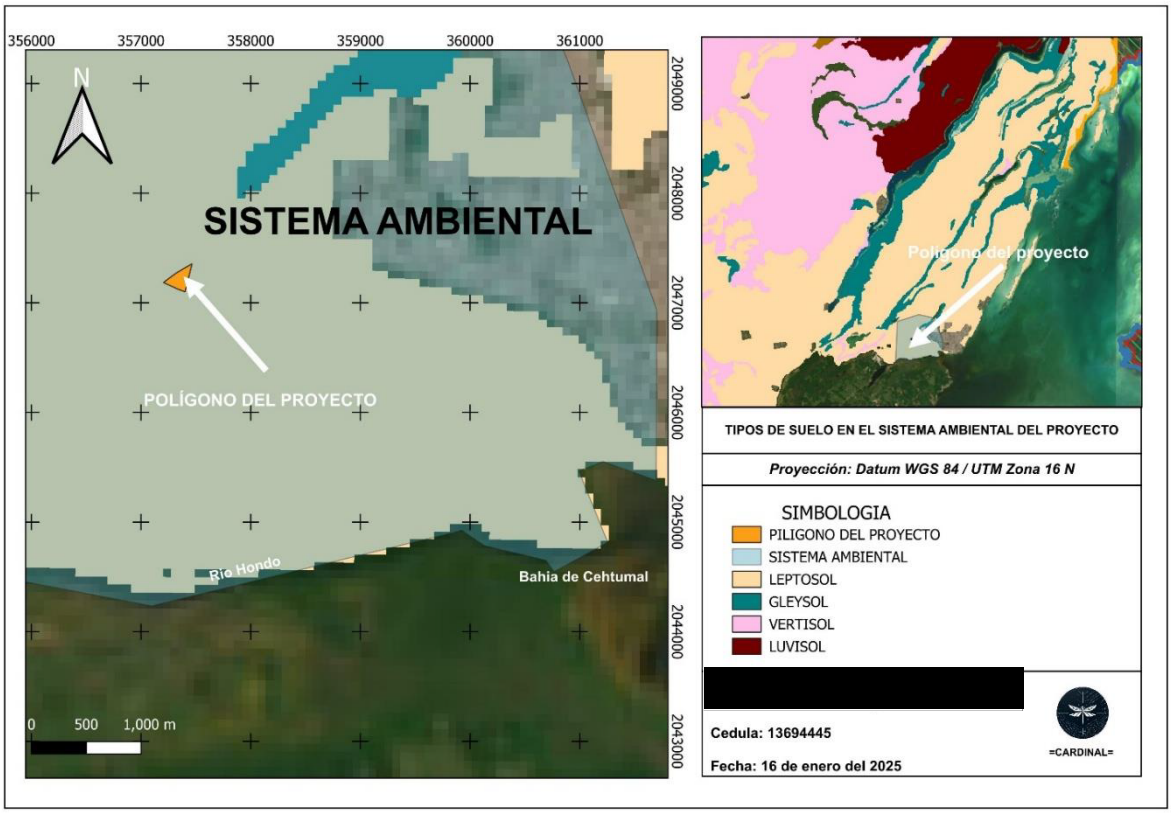
3. **Estructura del Paisaje e Impactos:**

    - Se pueden identificar diferencias en el uso de suelo, como áreas deforestadas, caminos o zonas de perturbación, que se muestran en tonos marrones o rojizos.

    - La conectividad entre los humedales temporales y otros cuerpos de agua puede evidenciarse a través de patrones lineales o manchas irregulares de distinta reflectancia.

    - La distribución de la selva baja y los humedales temporales sugiere dinámicas hídricas estacionales, con áreas sujetas a inundaciones recurrentes que pueden ser claves para la biodiversidad local.

Carta 19. Tipos de suelo en el sistema ambiental del proyecto



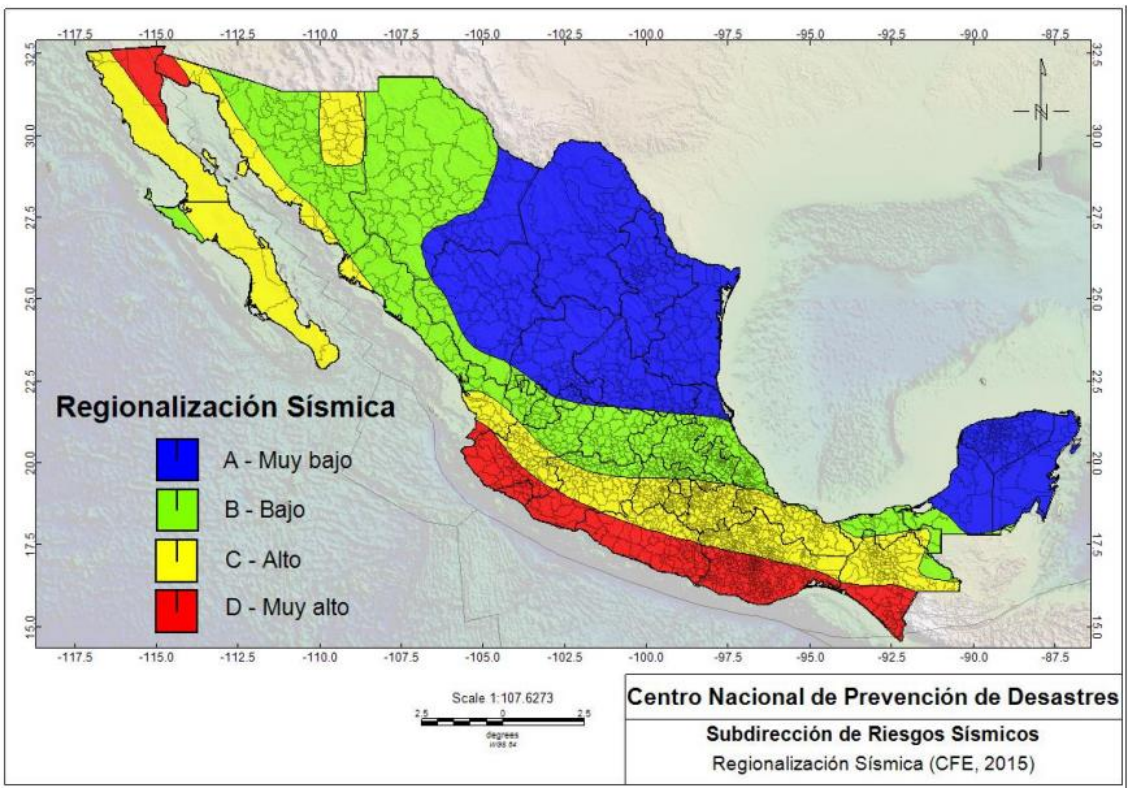
Se observa como predomina el leptosol en el sistema ambiental, al igual que en el municipio Othón P. Blanco, siendo suelos jóvenes y gravosos, lo cual permite una abundante permeabilidad y recarga de los mantos acuíferos del sitio.

Sismicidad

El Sistema Ambiental en la ciudad de Chetumal, como parte de la península de Yucatán, se encuentra en una zona de baja sismicidad, pero no exenta de riesgos. Los eventos sísmicos registrados en la región son infrecuentes, pero pueden ser de magnitud considerable, como el sismo de 2009. La ciudad está situada cerca de la costa del mar Caribe, lo que la expone a potenciales efectos de tsunamis generados por sismos en el Caribe o en áreas cercanas, como ocurrió con el sismo de magnitud 7.6 en las Islas Caimán el 8 de febrero de 2025, que fue perceptible en Quintana Roo y activó protocolos de protección civil.

El contexto tectónico de la región, con el Bloque de Yucatán siendo un elemento estable pero influenciado por movimientos en sus márgenes, sugiere que la sismicidad en Chetumal puede estar relacionada con tensiones residuales o con eventos distantes que se propagan a través de la corteza. Además, la presencia de estructuras geológicas como el cráter de Chicxulub, resultado del impacto de un meteorito hace 65 millones de años, puede influir en la distribución de la sismicidad, aunque su impacto directo en eventos recientes es mínimo, según estudios geológicos.

Carta 20. Regionalización sísmica de la Comisión Federal de Electricidad (CFE, 2015) con los 2466 municipios que conforman la República Mexicana



La sismicidad en Chetumal, Quintana Roo, aunque baja en comparación con otras regiones de México, no es inexistente. Eventos históricos como el sismo de magnitud 6.7 en 2009 y el de magnitud 4.9 en 2023 demuestran que la región puede experimentar terremotos significativos. El contexto tectónico del Bloque de Yucatán, junto con su ubicación cerca de límites de placas, sugiere que la actividad sísmica puede ser influenciada por factores regionales y globales. Es fundamental que las autoridades y la comunidad estén preparadas para hacer frente a estos riesgos, implementando medidas preventivas y educativas para garantizar la seguridad de la población.

Se observa que, en el área del sistema ambiental en la península de Yucatán, se encuentra clasificada como región sísmica de muy bajo impacto.

Permeabilidad

La permeabilidad en el sistema ambiental es excepcionalmente alta debido a la presencia de sistemas kársticos maduros. Los estudios destacan lo siguiente:

- Litología y Permeabilidad: Las rocas predominantes son carbonatadas (caliza, dolomita, y evaporitas como yeso y halita) de edades Paleógeno a Plioceno. Estas rocas presentan una permeabilidad variable según su estructura:
    - Zonas fracturadas y karstificadas muestran alta permeabilidad secundaria, con flujo a través de fracturas.
    - En contraste, las zonas de caliza masiva tienen permeabilidad más baja, aunque con variaciones laterales e irregulares.
    - En la región de Costa Maya, cercana a Chetumal, la permeabilidad aumenta con la profundidad (de 19 m a 50 m), debido a una mayor porosidad y disolución, formando conductos preferenciales para la circulación del agua subterránea.
- Mediciones de Transmisividad: La transmisividad, que es el producto de la conductividad hidráulica (K) y el espesor del acuífero (b), se ha medido en valores extremadamente altos, como 3×10^7 m^2/día para las rocas carbonatadas del Mioceno-Plioceno. Esto indica una capacidad excepcional para transmitir agua, típica de acuíferos kársticos con sistemas de porosidad triple (matriz, fracturas y cuevas interconectadas).
- Evidencias Geológicas: La Formación Barton Creek muestra características de karstificación, como relieve local de 3-10 m, manchas de óxido de hierro, depósitos de caliche y abundantes vugs, lo que sugiere alta permeabilidad. La Formación Albion, débilmente consolidada, incluye limolita micrítica y dolomita, contribuyendo también a esta propiedad.

Dinámica Hidrogeológica

La alta permeabilidad tiene implicaciones directas en la dinámica del agua subterránea en Chetumal:

- Flujo Subterráneo: El agua se mueve de suroeste a noreste en las zonas de mayor altitud y de oeste a este hacia la costa, descargando en cuerpos de agua como la Bahía de Chetumal, el Río Hondo y el Mar Caribe. Este flujo está controlado por el desarrollo profundo del karst, con orientaciones de cuevas y fracturas predominantemente NNO-SSE, casi perpendiculares a la costa.

- Recarga del Acuífero: La recarga ocurre principalmente de mayo a octubre, durante la temporada de lluvias, a través de la infiltración directa en características kársticas como cenotes y dolinas. Las rocas Paleógeno, con menor densidad de vegetación, capas de arcilla más delgadas y mayor desarrollo superficial de karst, facilitan esta recarga.

- Vulnerabilidad a la Contaminación: La alta permeabilidad implica que el acuífero es altamente susceptible a la contaminación, ya que los contaminantes pueden infiltrarse rápidamente sin ser filtrados por capas menos permeables. Esto es un desafío para la gestión de los recursos hídricos en la región.

Tabla 40. Características Relevantes

Parámetro	Descripción
Tipo de roca	Carbonatadas (caliza, dolomita, evaporitas)
Permeabilidad principal	Alta, debido a fracturas, vugs y sistemas kársticos
Transmisividad (ejemplo)	3×10^{7} m²/día (rocas Mioceno-Plioceno)
Flujo subterráneo	SW-NE en zonas altas, W-E hacia la costa, descarga en Bahía de Chetumal, etc.
Recarga	Mayo-octubre, infiltración directa a través de cenotes y dolinas
Vulnerabilidad	Alta a contaminación debido a rápida infiltración

La permeabilidad en Chetumal, Quintana Roo, es un rasgo definitorio de su geología y hidrogeología, caracterizada por una alta capacidad para transmitir agua debido a la karstificación de las rocas carbonatadas. Esta propiedad facilita un flujo subterráneo rápido y eficiente, esencial para el abastecimiento de agua, pero también implica desafíos como la vulnerabilidad a la contaminación. Los estudios científicos disponibles, como los citados, proporcionan una base sólida

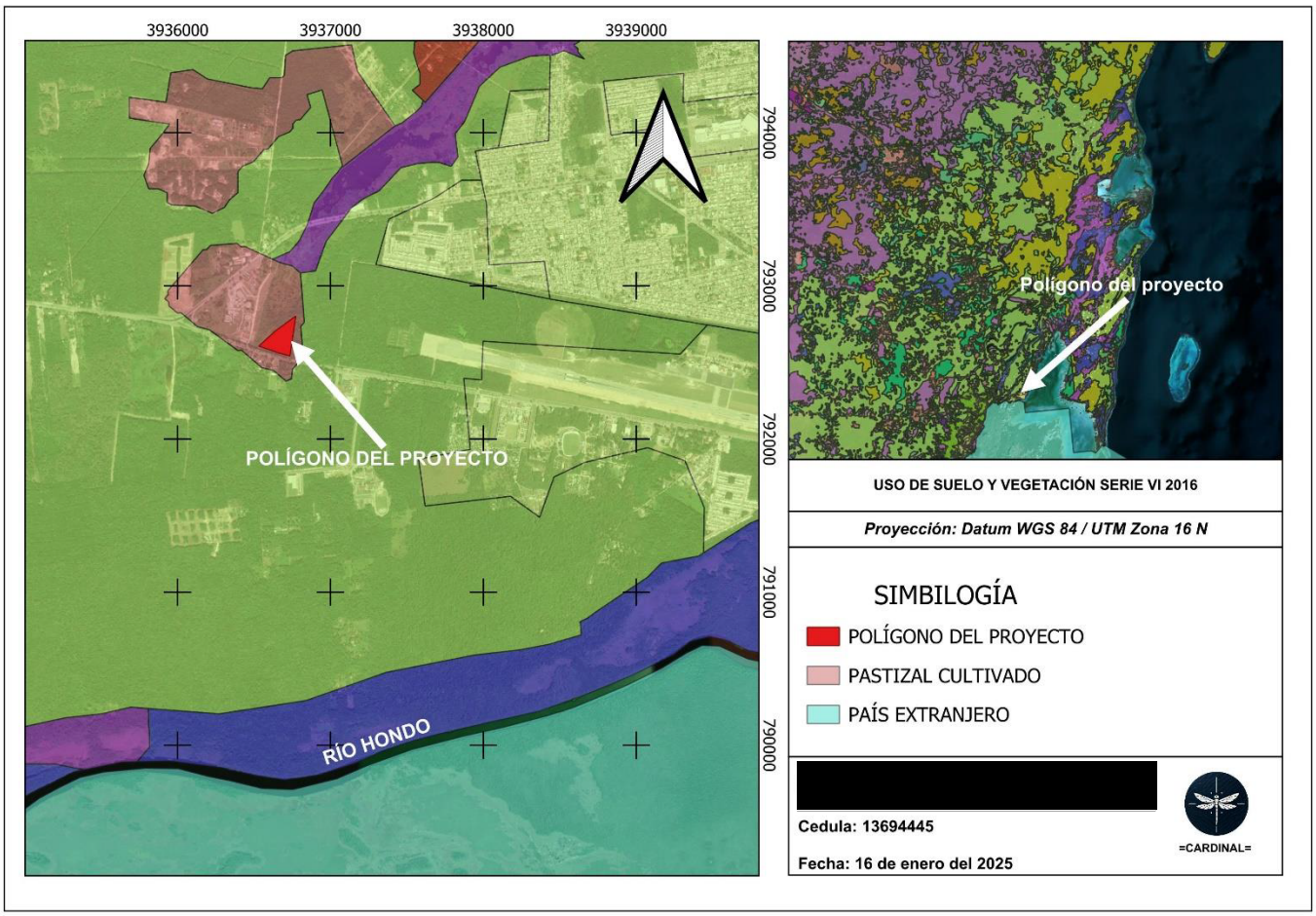
para entender y gestionar los recursos acuíferos en la zona, con mediciones específicas que confirman la excepcional permeabilidad del acuífero.

IV. 2.2.2 Medio biótico

Flora

El área del proyecto se encuentra en un ecosistema de selva baja subperennifolia en transición hacia selva media, alberga una biodiversidad significativa que incluye 899 individuos vegetales distribuidos en una superficie de 2.9996512 hectáreas, lo cual representa el 0.088% del área del sistema ambiental del estudio, lo que implica que las afectaciones tendrán un impacto localizado.

Carta 21. Área del proyecto respecto al uso de suelo y vegetación

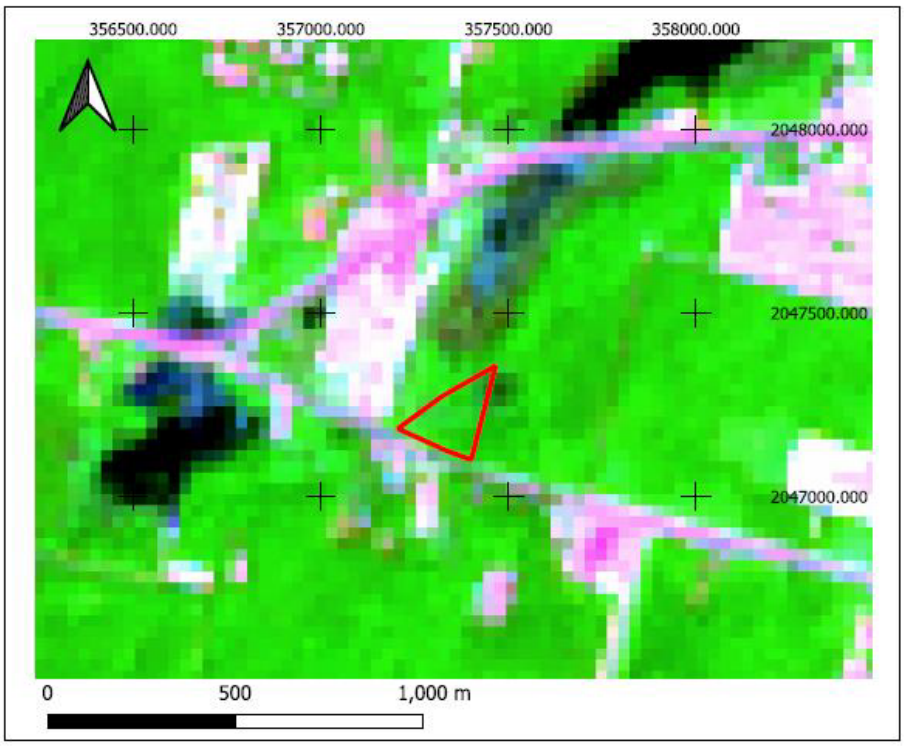


Se observa la distribución del polígono del proyecto localizándose en un área de pastizal cultivado, de acuerdo con el uso de suelo y vegetación de la zona serie VI (2016). El sistema ambiental en donde se implementará el proyecto y el uso de suelo corresponde a pastizal, con características homogéneas en la zona, así como la cercanía al manglar, cuerpos de agua y asentamientos humanos. Lo cual corresponde a un bajo impacto por la diversidad limitada.

Pastizal cultivado

Vegetación denominada por herbáceas, principalmente gramíneas (pastos, zacates o graminoides). Se le encuentra en cualquier clima, pero principalmente en las regiones semiáridas del norte y en las partes más altas de las montañas (por arriba de los 4 000 metros). Casi todos los pastizales de nuestro país se emplean para la producción ganadera, casi siempre con una intensidad excesiva. Otros pastizales fueron bosques o matorrales, y la acción del ganado y el fuego los mantienen en esta forma alterada. A éstos se les conoce como pastizales inducidos

Carta 22. Vegetación inundable y humedales





En esta carta, se observa el sitio del proyecto y el tipo de vegetación la cual es propia de la zona de humedales en la zona, al ser selva baja inundable subperennifolia.

Registro de vegetación forestal

Se realizo un muestreo en el predio, a continuación, se enlistan las especies que se observaron en el predio del proyecto:

Tabla 41. Especies forestales encontradas en el área del proyecto

FAMILIA	NOMBRE COMUN	*NOMBRE CIENTIFICO*
Moraceae	***k'an oox***	***Brosimum alicastrum***
Burseraceae	***chakaj***	***Bursera simaruba***
Fabaceae	***ya' ax eek***	***Chloroleucon mangense***
Sapotaceae	***caimito***	***Chrysophyllum mexicanum***
Polygonaceae	***Ch´iich boob***	***Coccoloba diversifolia***
Malvaceae	***k'an jóol***	***Hampea trilobata***
Fabaceae	***baal che'***	***Lonchocarpus punctatus***
Fabaceae	***k'anasín***	***Lonchocarpus rugosus***
Fabaceae	***Tzalam***	***Lysiloma latisiliquum***
Sapotaceae	***Chicozapote***	***Manilkara zapota***
Anacardiaceae	***Chechem***	***Metopium brownei***
Lauraceae	***jobon che'***	***Nectandra coreaea***
Simaroubaceae	***pa' sak***	***Simarouba glauca***
Fabaceae	***k'aatal oox***	***Swartzia cubensis***
Bignoniaceae	***mak'ulis***	***Tabebuia rosea***
Combretaceae	***puk'te***	***Terminalia buceras***
Lamiaceae	***ya'axnik***	***Vitex gaumeri***
Malpighiaceae	***Nance***	***Byrsonima crassifolia***
Polygonaceae	***boob ch'iich'***	***Coccoloba barbadensis***
Rubiaceae	***taastaab***	***Guettarda combsii***
Euphorbiaceae	***Pomolche***	***Jatropha gaumeri***
Arecaceae	***bon xa'an***	***Sabal mexicana***
Arecaceae	***xa'an***	***Sabal yapa***
Apocynaceae	***je' kéej***	***Thevetia ahouai***

La cantidad de individuos por especie, que fueron registrados, no representan un gran impacto por la densidad de estos, ya que la mayoría del área es un humedal, con vegetación propia de selva baja inundable, en su mayoría, estrato arbustivo temporal.

Tabla. 11. Especies forestales que se encuentran dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010

NOMBRE CIENTÍFICO	CATEGORÍA DE RIESGO
Brosimum alicastrum	**Pr**
Bursera simaruba	**Pr**
Byrsonima crassifolia	**Pr**
Chloroleucon mangense	**Sin datos**
Chrysophyllum mexicanum	**A**
Coccoloba barbadensis	**Pr**
Coccoloba diversifolia	**Pr**
Guettarda combsii	**Sin datos**
Hampea trilobata	**Pr**
Jatropha gaumeri	**Pr**
Lonchocarpus punctatus	**Pr**
Lonchocarpus rugosus	**Sin datos**
Lysiloma latisiliquum	**Pr**
Manilkara zapota	**A**
Metopium brownei	**Pr**
Nectandra coreaea	**Pr**
Sabal mexicana	**Pr**
Sabal yapa	**Pr**
Simarouba glauca	**Pr**
Swartzia cubensis	**P**
Tabebuia rosea	**Pr**
Terminalia buceras	**Pr**
Thevetia ahouai	**Pr**
Vitex gaumeri	**Pr**

La tabla contiene una lista de 24 especies de flora, identificadas por su nombre científico, junto con su categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT (Norma Oficial Mexicana que regula las especies en riesgo en México). Las categorías de riesgo incluyen: **P** (en peligro de extinción), **A** (amenazada), **Pr** (sujeta a protección especial), y "Sin datos" cuando no hay información suficiente.

- **Contenido**: Las especies listadas son principalmente árboles y plantas nativas de México, como *Brosimum alicastrum*, *Manilkara zapota* y *Swartzia cubensis*.
- **Distribución de categorías**:

- La mayoría (18 especies) están clasificadas como **Pr**, indicando que requieren protección especial, pero no están en peligro inmediato.
- Dos especies (*Chrysophyllum mexicanum* y *Manilkara zapota*) están en **A** (amenazadas), debido a factores como la deforestación.
- Una especie (*Swartzia cubensis*) está en **P** (en peligro de extinción), reflejando su estado crítico.

Tabla. 43. Comparación cuantitativa de la riqueza del sistema y del área del proyecto

TIPO DE VEGETACIÓN	RIQUEZA ESPECÍFICA	
	Q. Roo	ÁREA DEL PROYECTO
SELVA BAJA INUNDABLE	156	24

El sistema en el cual se ubica el proyecto está compuesto de selva baja inundable subperennifolia en la cual se encontraron 24 especies forestales maderables. En Quintana Roo, se han registrado **156 especies de árboles** en diferentes ejidos forestales del estado. Este número refleja la diversidad arbórea en la región, que incluye tanto especies nativas como introducidas.

Índice de diversidad

El índice de Shannon-Wiener

Metodología

Índice de Shannon-Wiener

Formula:

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

1. Recolección de datos: Recopilamos los datos de las especies y el número de individuos de cada una en la muestra.
2. Cálculo de la proporción (pi): La proporción de individuos de cada especie respecto al número total de individuos se calcula de la siguiente manera:

$$p_i = \frac{\text{Número de individuos de la especie } i}{\text{Total de individuos}}$$

3. Cálculo de pi ln(pi): Multiplicamos la proporción (pi) por el logaritmo natural de la proporción (ln(pi)).
4. Sumar los valores: Sumamos todos los valores de pi ln(pi).
5. Calcular el índice de Shannon-Wiener (H'): Multiplicamos la suma por -1 para obtener el índice de Shannon-Wiener.

Tabla 44. El índice de Shannon-Wiener aplicado a la vegetacion censada

Nombre científico	Número de individuos	Proporción(pi)	ln(pi)	Pi ln(Pi)
Brosimum alicastrum	***1***	***0.01064***	***-4.543294782***	***-0.0483329***
Bursera simaruba	***1***	***0.01064***	***-4.543294782***	***-0.0483329***
Byrsonima crassifolia	***5***	***0.05319***	***-2.93385687***	***-0.1560562***
Chloroleucon mangense	***1***	***0.01064***	***-4.543294782***	***-0.0483329***
Chrysophyllum mexicanum	***2***	***0.02128***	***-3.850147602***	***-0.081918***
Coccoloba barbadensis	***4***	***0.04255***	***-3.157000421***	***-0.1343404***
Coccoloba diversifolia	***5***	***0.05319***	***-2.93385687***	***-0.1560562***
Guettarda combsii	***4***	***0.04255***	***-3.157000421***	***-0.1343404***
Hampea trilobata	***1***	***0.01064***	***-4.543294782***	***-0.0483329***
Jatropha gaumeri	***2***	***0.02128***	***-3.850147602***	***-0.081918***
Lonchocarpus punctatus	***4***	***0.04255***	***-3.157000421***	***-0.1343404***
Lonchocarpus rugosus	***4***	***0.04255***	***-3.157000421***	***-0.1343404***
Lysiloma latisiliquum	***10***	***0.10638***	***-2.240709689***	***-0.2383734***
Manilkara zapota	***1***	***0.01064***	***-4.543294782***	***-0.0483329***
Metopium brownei	***20***	***0.21277***	***-1.547562509***	***-0.3292686***
Nectandra coreaea	***1***	***0.01064***	***-4.543294782***	***-0.0483329***
Sabal mexicana	***2***	***0.02128***	***-3.850147602***	***-0.081918***
Sabal yapa	***1***	***0.01064***	***-4.543294782***	***-0.0483329***
Simarouba glauca	***2***	***0.02128***	***-3.850147602***	***-0.081918***
Swartzia cubensis	***3***	***0.03191***	***-3.444682494***	***-0.1099367***
Tabebuia rosea	***2***	***0.02128***	***-3.850147602***	***-0.081918***
Terminalia buceras	***11***	***0.11702***	***-2.145399509***	***-0.2510574***
Thevetia ahouai	***6***	***0.06383***	***-2.751535313***	***-0.1756299***
Vitex gaumeri	***1***	***0.01064***	***-4.543294782***	***-0.0483329***
TOTAL	**94**			***-2.7499937***
Riqueza	**24**		***El Índice de Shannon (H')***	***2.74999373***

Un valor de H' = 2.75 indica una biodiversidad moderada-alta. Hay una buena cantidad de especies (24), pero la distribución no es completamente equitativa, ya que algunas especies como *Metopium brownei* (20 individuos) y *Tabebuia rosea* (11 individuos) dominan más que otras.

En contextos ecológicos, valores de H' entre 2 y 3 son comunes en ecosistemas con diversidad moderada.

Fauna

A continuación, se describen las metodologías aplicadas al proyecto para el registro de fauna conforme a al plan de manejo de fauna.

DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA

Para el muestreo de fauna en el área del proyecto se realizaron por medio de diferentes técnicas que a continuación se describirán, estableciendo rutas de muestreos con recorridos previos para establecer transectos.

MÉTODO DE MUESTREO

El muestreo de fauna en el área del proyecto se llevó a cabo mediante la aplicación de un conjunto de técnicas estandarizadas, diseñadas para evaluar de manera integral la biodiversidad, abundancia, distribución y características ecológicas de las especies presentes en el Sistema Ambiental estudiado. Este enfoque metodológico busca generar datos robustos y confiables que sirvan como base para estudios ecológicos, monitoreo ambiental y estrategias de conservación.

Con el objetivo de garantizar una cobertura representativa y sistemática del área de estudio, se realizaron recorridos exploratorios previos al inicio del muestreo. Estos recorridos permitieron identificar las características del terreno, los hábitats presentes y los puntos de mayor actividad faunística, facilitando la delimitación de transectos. Las rutas de muestreo se diseñaron considerando factores como la heterogeneidad ambiental, la accesibilidad y la representatividad de los diferentes tipos de hábitat dentro del área del proyecto. Los transectos se establecieron de manera estratégica para optimizar la detección de especies, minimizar el sesgo en la recolección de datos y asegurar la reproducibilidad de los resultados.

El muestreo se llevó a cabo mediante la combinación de técnicas in situ adaptadas a las particularidades de los grupos taxonómicos objetivo, asegurando una evaluación exhaustiva de la fauna presente. Estas técnicas incluyeron observaciones directas, registros indirectos (como huellas y excrementos) y, cuando fue necesario, métodos de captura no invasiva o mínimamente invasiva, siguiendo protocolos éticos para la conservación de las especies.

DISEÑO DE MUESTREO PARA AVIFAUNA

El muestreo de avifauna se llevó a cabo en el área del proyecto entre las 06:00 y las 10:30 horas, horario seleccionado estratégicamente para coincidir con el período de mayor actividad de las especies aviares, maximizando la probabilidad de detección. Las observaciones se realizaron utilizando binoculares Olympus 10x50, que garantizan una óptima resolución y precisión en la identificación de especies. Para la determinación taxonómica, se empleó la guía de campo “Sal a Pajarear Yucatán” (2.ª edición, Barbara MacKinnon Haskins), reconocida por su exhaustividad y rigor en la identificación de aves de la región.

Los registros de las especies observadas se consignaron en una base de datos estructurada en Microsoft Excel, diseñada para facilitar el análisis estadístico y la interpretación de los resultados, asegurando la trazabilidad y organización de la información recolectada.

DISEÑO DE MUESTREO DE REPTILES

El muestreo se llevó a cabo in situ, considerando las particularidades biológicas de los reptiles, especialmente aquellos de tallas pequeñas, cuya observación puede ser un desafío debido a su dependencia de la temperatura ambiental para regular su termorregulación. Por ello, las actividades de campo se programarán en horarios y condiciones climáticas óptimas para maximizar la detección de las especies.

Para la captura y manipulación de reptiles se emplearán bastones herpetológicos. Estos consisten en un mango largo con un extremo en forma de gancho, que permite levantar y trasladar a los reptiles sin causarles daño, minimizando el riesgo de mordeduras o exposición a venenos en el caso de especies potencialmente peligrosas. Este enfoque asegura un manejo ético y eficiente durante el muestreo. Posterior a su identificación taxonómica, se colocaron en sacos individuales para su traslado al sito de reubicación.

DISEÑO DE MUESTREO DE MAMÍFEROS

Las técnicas de muestreo en los mamíferos se ajustan principalmente al tamaño del animal.

Un aspecto fundamental en el estudio de la fauna silvestre es la observación directa de los animales en condiciones naturales. Sin embargo, muchas especies son difíciles de observar debido a sus patrones de conducta, bajas densidades y carácter elusivo, entre otras razones (Wilson et al., 1996; Karanth et al., 2004).

DISEÑO DE MUESTREO CON CÁMARAS TRAMPAS

Metodología de Instalación

Se instalaron dos cámaras trampa en puntos estratégicos seleccionados tras un análisis preliminar del área de estudio. Los sitios de muestreo se ubicaron en proximidad a cuerpos de agua, áreas con senderos de paso frecuentados por fauna y zonas con vegetación característica que forma parte de la dieta de herbívoros documentados en el sistema ambiental. La selección de estos puntos se basó en la identificación de microhábitats clave, determinada mediante recorridos exploratorios previos que evaluaron la heterogeneidad ambiental y la evidencia de actividad faunística, como huellas, excrementos y rastros de forrajeo.

Las cámaras trampa, equipadas con sensores de movimiento y capacidad de grabación nocturna (infrarrojo), se instalaron a una altura y ángulo óptimos para maximizar el campo de detección, siguiendo protocolos estandarizados para el monitoreo de fauna silvestre. Cada cámara

fue configurada para operar de manera continua entre las 17:00 y las 08:00 horas, cubriendo los períodos de mayor actividad crepuscular y nocturna de las especies objetivo. El muestreo se llevó a cabo durante un período de siete días consecutivos, garantizando una ventana temporal suficiente para capturar patrones representativos de actividad faunística.

Resultados del registro de fauna

De acuerdo con los muestreos realizados dentro del área de proyecto se obtuvieron los resultados que a continuación se presentan en las siguientes tablas por clases:

Registro de fauna silvestre

Tabla. 45. Registró especies pertenecientes a la clase aves

Clase	Nombre científico	Nombre común	Número de organismos
Aves	***Amazona albifrons***	**Loro frente blanca**	**2**
Aves	***Butorides virescens***	**Garcita verde**	**1**
Aves	***Cathartes aura***	**Zopilote Aura**	**2**
Aves	***Eupsittula nana***	**Perico pecho sucio**	**2**
Aves	***Megaceryle torquata***	**Martín pescador común**	**1**
Aves	***Melanerpes aurifrons***	**Carpintero cheje**	**1**
Aves	***Mimus gilvus***	**Cenzontle tropical**	**1**
Aves	***Momotus lessonii***	**Momoto corona negra**	**1**
Aves	***Myiozetetes similis***	**Luis gregario**	**1**
Aves	***Ortalis vetula***	**Chachalaca**	**1**
Aves	***Ortalis vetula***	**Chachalaca**	**3**
Aves	***Patagioenas flavirostris***	**Paloma morada**	**2**
Aves	***Piaya cayana***	**Cuclillo canela**	**1**
Aves	***Psilorhinus morio***	**Chara pea**	**3**
Aves	***Psilorhinus morio***	**Chara pea**	**4**

Clase	Nombre científico	Nombre común	Número de organismos
Aves	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mayor	4
Aves	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mayor	3
Aves	*Zenaida asiatica*	Paloma de alas blancas	3

Tabla 46. Registro de especies pertenecientes a la clase mamalia

Clase	Nombre científico	Nombre común	Número de organismos
Mamalia	*Coendou mexicanus*	Puercoespin	2
Mamalia	*Dasypus novemcinctus*	Armadillo de nueve bndas	1
Mamalia	*Odocoileus virginianus*	Venado cola blanca	1
Mamalia	*Philander opossum*	Tlacuche cuatro ojos	1
Mamalia	*Philander opossum*	Tlacuache cuatro ojos	1
Mamalia	*Philander opossum*	Tlacuache cuatro ojos	1
Mamalia	*Philander opossum*	Tlacuache cuatro ojos	2

Tabla 47. Registro de especies pertenecientes a la clase reptilia

Clase	Nombre científico	Nombre común	Número de organismos
Reptilia	*Boa constrictor*	Boa	1
Reptilia	*Boa constrictor*	Boa	1
Reptilia	*Crocodylus moreletii*	Cocodrilo de pantano	1
Reptilia	*Ctenosaura similis*	Toloke	1
Reptilia	*Ctenosaura similis*	Toloke	1
Reptilia	*Ctenosaura similis*	Toloke	1
Reptilia	*Iguana iguana*	Iguana verde	1

Reptilia	***Iguana iguana***	**Iguana verde**	**1**
Reptilia	***Iguana iguana***	**Iguana verde**	**2**
Reptilia	***Iguana iguana***	**Iguana verde**	**1**
Reptilia	***Kinosternon acutum***	**Tortuga pantanera**	**1**
Reptilia	***Kinosternon acutum***	**Pochitoque**	**1**
Reptilia	***Kinosternon acutum***	**Tortuga pantanera**	**1**
Reptilia	***Laemanctus serratus***	**Toloke coronado**	**1**
Reptilia	***Laemanctus serratus***	**Toloque coronado**	**1**
Reptilia	***Leptophis mexicanus***	**Serpiente iguanera**	**1**
Reptilia	***Leptophis mexicanus***	**Serpiente iguanera**	**1**
Reptilia	***Oxybelis fulgidus***	**Bejuquera**	**1**
Reptilia	***Rhinoclemmys areolata***	**Tortuga Mojina**	**1**
Reptilia	***Rhinoclemmys areolata***	**Tortuga Mojina**	**1**

La **NOM-059-SEMARNAT-2010** es una Norma Oficial Mexicana emitida por la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales, establece los criterios para identificar especies de flora y fauna silvestre en riesgo.

Esta norma clasifica a las especies en las siguientes categorías:

1. **Probablemente extinta en el medio silvestre (E)**: Especies que ya no se encuentran en su hábitat natural, aunque pueden existir en cautiverio o fuera de su área de distribución original.

2. **En peligro de extinción (P)**: Especies que enfrentan un alto riesgo de desaparecer en el corto plazo si no se toman medidas de conservación.

3. **Amenazada (A)**: Especies que podrían encontrarse en peligro de extinción a mediano plazo si continúan las amenazas a su población.

4. **Sujeta a protección especial (Pr)**: Especies que requieren atención para evitar que lleguen a una categoría de mayor riesgo.

En el área del proyecto se encontraron algunas especies que se encuentran dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 como a continuación se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 48. Lista de especies que se encuentran bajo una categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010

Clase	Nombre científico	Nombre común	Número de organismos	Categoría de riesgo NOM-059 SEMARNAT-2010
Aves	*Amazona albifrons*	Loro frente blanca	2	Pr
Reptilia	*Boa constrictor*	Boa	1	A
Reptilia	*Boa constrictor*	Boa	1	A
Mamalia	*Coendou mexicanus*	Puercoespin	2	A
Reptilia	*Crocodylus moreletii*	Cocodrilo de pantano	1	Pr
Reptilia	*Ctenosaura similis*	Toloke	1	A
Reptilia	*Ctenosaura similis*	Toloke	1	A
Reptilia	*Ctenosaura similis*	Toloke	1	A
Reptilia	*Iguana iguana*	Iguana verde	1	Pr
Reptilia	*Iguana iguana*	Iguana verde	1	Pr
Reptilia	*Iguana iguana*	Iguana verde	2	Pr
Reptilia	*Iguana iguana*	Iguana verde	1	Pr
Reptilia	*Kinosternon acutum*	Tortuga pantanera	1	Pr
Reptilia	*Kinosternon acutum*	Pochitoque	1	Pr
Reptilia	*Kinosternon acutum*	Tortuga pantanera	1	Pr
Reptilia	*Laemanctus serratus*	Toloke coronado	1	Pr
Reptilia	*Laemanctus serratus*	Toloque coronado	1	Pr
Reptilia	*Leptophis mexicanus*	Serpiente iguanera	1	A
Reptilia	*Leptophis mexicanus*	Serpiente iguanera	1	A
Reptilia	*Rhinoclemmys areolata*	Tortuga Mojina	1	A

Reptilia	***Rhinoclemmys areolata***	**Tortuga Mojina**	**1**	**A**

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Para el análisis de resultados en toda el área de proyecto se utilizaron los índices de Shannon- Wiener que nos indica la riqueza de especies que se encontraron en el área del proyecto, se obtuvo los siguientes resultados que a continuación se muestran en la tabla basado en todos los grupos de fauna:

Tabla 49. De acuerdo con el índice de Shannon- Wiener se obtuvo un valor de 3.110. Indica que se tiene una diversidad media en el área del proyecto

Especies	No. de individuos (N)	Pi	Pi*LnPi	Pi2
Amazona albifrons	**2**	**0.03030303**	**-0.106**	**0.00091827**
Boa constrictor	**2**	**0.03030303**	**-0.106**	**0.00091827**
Butorides virescens	**1**	**0.01515152**	**-0.063**	**0.00022957**
Cathartes aura	**2**	**0.03030303**	**-0.106**	**0.00091827**
Coendou mexicanus	**2**	**0.03030303**	**-0.106**	**0.00091827**
Crocodylus moreletii	**1**	**0.01515152**	**-0.063**	**0.00022957**
Ctenosaura similis	**3**	**0.04545455**	**-0.141**	**0.00206612**
Dasypus novemcinctus	**1**	**0.01515152**	**-0.063**	**0.00022957**
Eupsittula nana	**2**	**0.03030303**	**-0.106**	**0.00091827**
Iguana iguana	**5**	**0.07575758**	**-0.195**	**0.00573921**
Kinosternon acutum	**3**	**0.04545455**	**-0.141**	**0.00206612**
Laemanctus serratus	**2**	**0.03030303**	**-0.106**	**0.00091827**
Leptophis mexicanus	**2**	**0.03030303**	**-0.106**	**0.00091827**
Megaceryle torquata	**1**	**0.01515152**	**-0.063**	**0.00022957**
Melanerpes aurifrons	**1**	**0.01515152**	**-0.063**	**0.00022957**
Mimus gilvus	**1**	**0.01515152**	**-0.063**	**0.00022957**
Momotus lessonii	**1**	**0.01515152**	**-0.063**	**0.00022957**
Myiozetetes similis	**1**	**0.01515152**	**-0.063**	**0.00022957**
Odocoileus virginianus	**1**	**0.01515152**	**-0.063**	**0.00022957**
Ortalis vetula	**4**	**0.06060606**	**-0.170**	**0.00367309**
Oxybelis fulgidus	**1**	**0.01515152**	**-0.063**	**0.00022957**

Patagioenas flavirostris	2	0.03030303	-0.106	0.00091827
Philander opossum	5	0.07575758	-0.195	0.00573921
Piaya cayana	1	0.01515152	-0.063	0.00022957
Psilorhinus morio	7	0.10606061	-0.238	0.01124885
Quiscalus mexicanus	7	0.10606061	-0.238	0.01124885
Rhinoclemmys areolata	2	0.03030303	-0.106	0.00091827
Zenaida asiatica	3	0.04545455	-0.141	0.00206612
SUMATORIA	66	1	-3.110	0.05463728
H (Shannon-Wiener			3.110	

Para un análisis más específico se realizó una estimación de los indicadores de cada uno de los grupos de especies de fauna, como resultado se obtuvo que el grupo de las aves de acuerdo con el índice de Shannon-Wiener obtuvo un valor de 2.755 es decir una diversidad media en las especies que se avistaron en el área del proyecto.

Tabla 50. índice de Shannon en aves

Especies	No. de individuos (N)	Pi	Pi*LnPi	Pi2
Amazona albifrons	2	0.0556	-0.1606	0.0031
Butorides virescens	1	0.0278	-0.0995	0.0008
Cathartes aura	2	0.0556	-0.1606	0.0031
Eupsittula nana	2	0.0556	-0.1606	0.0031
Megaceryle torquata	1	0.0278	-0.0995	0.0008
Melanerpes aurifrons	1	0.0278	-0.0995	0.0008
Mimus gilvus	1	0.0278	-0.0995	0.0008
Momotus lessonii	1	0.0278	-0.0995	0.0008
Myiozetetes similis	1	0.0278	-0.0995	0.0008
Ortalis vetula	1	0.0278	-0.0995	0.0008
Ortalis vetula	3	0.0833	-0.2071	0.0069
Patagioenas flavirostris	2	0.0556	-0.1606	0.0031
Piaya cayana	1	0.0278	-0.0995	0.0008
Psilorhinus morio	3	0.0833	-0.2071	0.0069
Psilorhinus morio	4	0.1111	-0.2441	0.0123

Quiscalus mexicanus	**4**	**0.1111**	**-0.2441**	**0.0123**
Quiscalus mexicanus	**3**	**0.0833**	**-0.2071**	**0.0069**
Zenaida asiatica	**3**	**0.0833**	**-0.2071**	**0.0069**
SUMATORIA	**36**	**1**	**-2.755**	**0.0710**
H (Shannon)			**2.755**	

Para el grupo de los mamíferos se obtuvo un índice de Shannon de 1.889 siendo valores distantes con una diversidad baja con una riqueza de 4 especies de mamíferos en los sitios de muestreos dentro del área del proyecto.

Tabla 51. índice de Shannon en mamíferos

Especies	No. de individuos (N)	Pi	Pi*LnPi	Pi2
Coendou mexicanus	**2**	**0.2222**	**-0.3342**	**0.04938**
Dasypus novemcinctus	**1**	**0.1111**	**-0.2441**	**0.01235**
Odocoileus virginianus	**1**	**0.1111**	**-0.2441**	**0.01235**
Philander opossum	**1**	**0.1111**	**-0.2441**	**0.01235**
Philander opossum	**1**	**0.1111**	**-0.2441**	**0.01235**
Philander opossum	**1**	**0.1111**	**-0.2441**	**0.01235**
Philander opossum	**2**	**0.2222**	**-0.3342**	**0.04938**
SUMATORIA	**9**	**1**	**-1.8892**	**0.16049**
H (Shannon)			**1.8892**	

Por último, en el grupo de los reptiles obtuvo un valor de acuerdo con el índice de Shannon de 2.978 lo que indica una diversidad media, con una riqueza de 9 especies.

Tabla 52. índice de Shannon en reptiles

Especies	No. de individuos (N)	Pi	Pi*LnPi	Pi2
Boa constrictor	**1**	**0.04762**	**-0.1450**	**0.0023**
Boa constrictor	**1**	**0.04762**	**-0.1450**	**0.0023**
Crocodylus moreletii	**1**	**0.04762**	**-0.1450**	**0.0023**
Ctenosaura similis	**1**	**0.04762**	**-0.1450**	**0.0023**
Ctenosaura similis	**1**	**0.04762**	**-0.1450**	**0.0023**
Ctenosaura similis	**1**	**0.04762**	**-0.1450**	**0.0023**
Iguana iguana	**1**	**0.04762**	**-0.1450**	**0.0023**

Iguana iguana	**1**	**0.04762**	**-0.1450**	**0.0023**
Iguana iguana	**2**	**0.09524**	**-0.2239**	**0.0091**
Iguana iguana	**1**	**0.04762**	**-0.1450**	**0.0023**
Kinosternon acutum	**1**	**0.04762**	**-0.1450**	**0.0023**
Kinosternon acutum	**1**	**0.04762**	**-0.1450**	**0.0023**
Kinosternon acutum	**1**	**0.04762**	**-0.1450**	**0.0023**
Laemanctus serratus	**1**	**0.04762**	**-0.1450**	**0.0023**
Laemanctus serratus	**1**	**0.04762**	**-0.1450**	**0.0023**
Leptophis mexicanus	**1**	**0.04762**	**-0.1450**	**0.0023**
Leptophis mexicanus	**1**	**0.04762**	**-0.1450**	**0.0023**
Oxybelis fulgidus	**1**	**0.04762**	**-0.1450**	**0.0023**
Rhinoclemmys areolata	**1**	**0.04762**	**-0.1450**	**0.0023**
Rhinoclemmys areolata	**1**	**0.04762**	**-0.1450**	**0.0023**
SUMATORIA	**21**	**1**	**-2.97850842**	**0.0522**
			-1	
H (Shannon)			**2.9785**	

CONCLUSIONES

De acuerdo con los análisis estadísticos de Shannon-Wienner se tiene una diversidad de fauna normal en el área del proyecto. Es decir que se tiene una buena riqueza de especies, un ecosistema relativamente estable, sin una especie dominante extrema.

En conjunto los grupos de mamíferos, aves y reptiles juegan un papel esencial en la conservación y dinámica de comunidades silvestres, así como sus roles ecológicos en el sistema ambiental como la regulación de poblaciones, dispersión de semillas, polinización, equilibrio en la cadena trófica y fijación de nutrientes.

RECOMENDACIONES

1. Es necesario darle un seguimiento de los monitores o muestreos en el área para darle continuidad al estado actual de la presencia de fauna.

2. Darle un manejo adecuado a la generación de residuos sólidos urbanos, especial y peligrosos ya que podría ocasionar infecciones y problemas serios a las especies silvestres.

3. Llevar a cabo un manejo adecuado de la fauna que se rescate y reubique dentro de área del proyecto, dado que un mal manejo podría ocasionar estrés en los ejemplares encontrados o hasta la muerte.

4. Se sugiere que la remoción de especies vegetales se realice lo más cuidadoso posible, es decir, realizar un ahuyentado previo antes de realizar trabajos de desmonte y despalme.

IV.2.2.3 Medio socioeconómico

El proyecto **"UNIDAD HABITACIONAL MILITAR"** (U.H.M.) se pretende establecer en el municipio ciudad de Othón P. Blanco, Chetumal Quintana Roo, se encuentra localizada al Oeste de la ciudad en una superficie de 29,996.512 m², establecerá un impacto económico por la generación de empleos en las diferentes etapas del proyecto, como en la etapa de construcción, que comprende aquellos trabajos fijos, indirectos, de insumos y de servicios, y también en la etapa de operación, ya que se requiere trabajos de fijos como de mantenimientos de la Unidad Habitacional Militar y de servicios.

a) Demografía

De acuerdo con la página principal del INEGI en el año 2020 se mantuvo una población de habitantes en el municipio de Othón P. Blanco 233, 648, pero la población estimada de Chetumal para el año 2024 fue de aproximadamente 244, 292 habitantes, asumiendo que la tasa de crecimiento anual se mantiene constante en 1.12%. A lo que lleva que las búsquedas de empleos surjan, los proyectos de construcción podrían beneficiar con la oportunidad de empleos que pudieran generarse.

índice de pobreza

En el año 2018, Quintana Roo reportó un 30.2% de su población en situación de pobreza, equivalente a 546,371 personas. De estas, el 26.4% (423,571 personas) se encontraba en pobreza moderada, y el 3.8% (61,000 personas) en pobreza extrema. Las principales carencias sociales fueron el acceso a la seguridad social (44.0%) y el acceso a la alimentación nutritiva (20.0%). La población vulnerable por carencias sociales representó el 34.8%, mientras que la vulnerable por ingresos fue del 5.9%. La población no pobre y no vulnerable alcanzó el 29.1% (467,300 personas)

Para el año 2020, la pobreza en Quintana Roo aumentó significativamente a 47.5%, afectando a 892,875 personas, un incremento de 17.3 puntos porcentuales respecto a 2018. La pobreza moderada alcanzó el 36.9% (693,400 personas), y la pobreza extrema se triplicó al 10.6% (199,400 personas). Este aumento se atribuye principalmente a la crisis económica derivada de la pandemia por COVID-19, que impactó severamente el sector turístico, principal motor económico del estado. Las carencias sociales más críticas fueron el acceso a la seguridad social (48.3%) y la alimentación nutritiva (29.4%). La población vulnerable por ingresos creció al 9.5%, mientras que la no pobre y no vulnerable disminuyó al 21.5%

En el 2022, los indicadores de pobreza mostraron una leve mejoría, con un 44.8% de la población en situación de pobreza (aproximadamente 812,000 personas). La pobreza moderada se

situó en 35.3% (640,000 personas), y la pobreza extrema en 9.5% (172,500 personas). Aunque los datos reflejan una ligera recuperación económica postpandemia, las carencias sociales persisten, especialmente en seguridad social (52.8%) y acceso a la alimentación (29.4%). La vulnerabilidad por carencias sociales aumentó al 26.1%, y la población no pobre y no vulnerable se mantuvo en niveles bajos (21.7%)

El aumento de la pobreza entre 2018 y 2020 refleja el impacto devastador de la pandemia en una economía dependiente del turismo. La pérdida de empleos y la reducción de ingresos en el sector turístico elevaron la vulnerabilidad por ingresos y exacerbaron las carencias sociales. La leve mejoría en 2022 sugiere una recuperación parcial impulsada por la reactivación del turismo y las inversiones extranjeras directas (US$416 millones en 2022). Sin embargo, la persistencia de carencias en seguridad social y alimentación indica desafíos estructurales en la distribución de los beneficios económicos.

Tabla 53. Indice de pobreza

Entidad federativa	2018	2020	2022
Entidad federativa	Total	Total	Total
Estados Unidos Mexicanos	51,890.9	55,654.2	46,804.5
Aguascalientes	360.8	396.5	352.0
Baja California	884.2	851.7	511.0
Baja California Sur	141.4	223.4	112.1
Campeche	430.9	472.4	429.0
Coahuila de Zaragoza	778.1	812.1	597.1
Colima	219.8	196.0	158.4
Chiapas	4,166.0	4,218.0	3,838.7
Chihuahua	980.9	952.5	669.1
Ciudad de México	2,755.9	3,009.4	2,230.1
Durango	694.5	715.5	641.1
Guanajuato	2,519.7	2,649.6	2,073.7
Guerrero	2,378.5	2,363.2	2,173.3
Hidalgo	1,517.2	1,570.6	1,294.4
Jalisco	2,285.8	2,633.4	1,856.3
México	7,036.3	8,342.5	7,427.2
Michoacán de Ocampo	2,153.2	2,133.7	2,063.0
Morelos	952.9	1,006.7	825.1
Nayarit	436.5	376.6	369.9
Nuevo León	1,066.5	1,425.0	971.7
Oaxaca	2,575.3	2,569.8	2,483.6
Puebla	3,756.3	4,136.6	3,626.9
Querétaro	604.5	750.4	536.8
Quintana Roo	546.4	892.9	516.9
San Luis Potosí	1,179.5	1,214.0	1,020.4
Sinaloa	928.0	853.9	668.2
Sonora	774.2	885.0	650.4
Tabasco	1,333.2	1,316.1	1,135.0

Tamaulipas	**1,205.4**	**1,233.9**	**962.6**
Tlaxcala	**664.8**	**800.4**	**719.8**
Veracruz de Ignacio de la Llave	**4,776.7**	**4,749.6**	**4,244.7**
Yucatán	**992.3**	**1,156.9**	**920.2**
Zacatecas	**795.3**	**745.7**	**725.7**

Educación

Chetumal cuenta con una buena base educativa, incluyendo escuelas primarias, secundarias y la Universidad de Quintana Roo (UQROO), que ofrece diversos programas. En 2020, el 4.1% de la población de 15 años y más no sabía leer ni escribir, con un promedio de 10.19 años de escolaridad. Sin embargo, el 34.9% de los niños de 3 a 5 años no asisten a la escuela, lo que sugiere áreas de mejora.

Salud

La ciudad tiene infraestructura médica como el Hospital General y centros de salud urbanos, con coberturas en 2020 de 74,200 personas bajo Pemex, Defensa o Marina, y 63,700 con Seguro Popular. Las discapacidades reportadas incluyen 5,400 casos físicos y 4,870 visuales, pero se carece de datos más recientes.

Economía

La economía de Chetumal muestra dinamismo, con exportaciones como madera y cítricos, y recientes inversiones de US$197,780 millones entre 2023-2024. El 22 de mayo de 2025, fue designada "Polo de Desarrollo Económico del Bienestar", con incentivos fiscales para atraer empresas y crear empleos.

IV. 2.2.4 Paisaje

El área del proyecto ubicado en Chetumal se encuentra en el extremo final de la costa del Mar Caribe perteneciente a México, en el punto donde el Río Hondo desemboca en la Bahía de Chetumal, se encuentra a una altitud de 10 metros sobre el nivel del mar. Cuenta con un ecosistema de selva baja subperennifolia en transición hacia selva media.

Calidad paisajística: La calidad del paisaje del área del proyecto es de valor medio ya que a sus a los alrededores ya es un área impactada principalmente por ser una zona de cerca de las construcciones del Tren Maya, de las oficinas y construcciones de “Talleres y Cocheras”, del Aeropuerto Internacional de Chetumal, y de la Estación del Tren Maya Chetumal.

Visibilidad: Presenta una condición sana, aunque el tráfico se considera moderado ya que el área del proyecto se encuentra en frente de una de las avenidas principales de Chetumal.

La fragilidad: se encuentra en una zona de ecosistemas no muy frágiles, aunque la Unidad Habitacional Militar se encuentra en un sitio de pastizal cultivado, alrededor de construcciones, también se encuentra cercano a parches de vegetación conservados con una capacidad potencial para absorber los cambios que serán introducidos por el proyecto, que los cuales se les aplicaran medidas preventivas de mitigación y compensación que se proponen en este estudio.

IV. 3 Servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo por el cambio de uso del suelo propuesto.

LEY GENERAL DE DEARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE que establece el artículo 7° de la *fracción LXI. Servicios ambientales*: Beneficios que brindan los ecosistemas forestales de manera natural o por medio del manejo forestal sustentable, que pueden ser servicios de provisión, de regulación, de soporte o culturales, y que son necesarios para la supervivencia del sistema natural y biológico en su conjunto, y que proporcionan beneficios al ser humano. Los ecosistemas forestales funcionan como sumideros de carbono prestando servicios ambientales de absorción, secuestro, fijación y almacenamiento del dióxido de carbono.

Importancia de los servicios ambientales

Los servicios ambientales son fundamentales para el equilibrio ecológico, el abastecimiento de agua, la conservación de la biodiversidad y el bienestar de las comunidades locales.

A continuación, se describe como se vincula el proyecto y las acciones que se llevaran a cabo, sus impactos en los servicios ambientales y los efectos esperados tras los impactos.

Tabla 54. Efectos de los impactos en los servicios ambientales del sitio del proyecto

Impacto	Descripción del Impacto	Servicios Ambientales Afectados	Efectos
Pérdida de cobertura vegetal	Remoción de 899 individuos del estrato forestal por cambio de uso de suelo, chapeo y desmonte. Incorporación de plan de reforestación, reubicación, salvamento de estrato forestal e incorporación de áreas verdes.	Regulación climática, ciclo hídrico, protección del suelo, hábitat.	Reducción en la captura de carbono, aumento de erosión, pérdida de hábitat para fauna. Reubicación de individuos forestales, planes de reforestación, áreas verdes, y zonas permeables en el proyecto.
Perdida de carbono vegetal	Remoción de lodos, materia vegetal y materia orgánica sustrato por el CUSTF	Regulación del clima, ciclos de nutrientes, calidad del agua.	Se requiere remover 899 individuos forestales, de los cuales serán maderables arbóreas 79.79%, 20.21% serán no maderables y arbustivos. Por lo que la estimación de la perdida de carbono es de 9.047 Toneladas, estimando 0.466 Toneladas de carbono en el sitio al final de la ejecución de

			proyecto. Se ejecutarán los planes de reubicación y reforestación como medida de mitigación.
Reducción del hábitat	Perturbación, fragmentación y pérdida de áreas foresta, alterando drenajes y paisajes, debido al cambio de uso de suelo en un área de 2.54has, destinadas a políticas de desarrollo a través del Programa de Desarrollo Urbano y el POEL	Biodiversidad de micro habitad, disponibilidad de nicho, control de plagas y control poblacional	Disminución de áreas para especies silvestres, afectando procesos ecológicos del micro habitad. El sito del proyecto presenta perturbación ya que este se encuentra en el margen de la ciudad y de la mancha urbana, lo cual indica una baja conservación, aunado a que el sitio del proyecto se ubica en un área de pastizal cultivado,0
Pérdida de biodiversidad a nivel de individuos	Desplazamiento de 899 individuos del estrato forestal, así como el ahuyentamiento y reubicación de fauna por actividades constructivas, aunado a la aplicación de los planes de reubicación de fauna, así como los de reforestación.	Control de plagas, control poblacional, fragmentación de cadena trófica.	Pérdida de especies clave, reduciendo la capacidad del ecosistema para adaptarse. EL área del proyecto esta destinado a la construcción y urbanización, según los lineamientos de Plan de Desarrollo Urbano, aunado a que el sitio ya presentaba perturbaciones y fragmentación.
Modificación de suelo	Se removerá 70cm de la cobertura de estrato de lodos, para posteriormente , colocar un pedraplén, según los resultados de la mecánica de suelos.	Fertilidad del suelo, retención de agua, almacenamiento de carbono, soporte vegetal.	Perdida de nutrientes del sustrato. La permeabilidad para la recarga de los acuíferos a través de la captación pluvial no será afectada, ya que los métodos constructivos se realizarán de acuerdo con la normatividad y solo el área de desplante de las construcciones no será permeable. La implementación de vegetación en el área de CUSTF dependerá de las áreas verdes consideradas en el proyecto.
Contaminación atmosférica por polvo	Se aplicarán riegos preventivos en terracería durante la construcción para mitigar la contaminación por polvo.	Calidad del aire, disminución de la visibilidad, contaminación visual.	Se mojará con pipas el suelo durante la colocación de la geotextil, subrasante, subyacente, para mejorar la compactación, de manera homogénea, de los materiales, sirviendo como medida de mitigación de contaminación atmosférica por polvo, siendo esta, de nivel más mínimo.

Contaminación atmosférica por gases	Contaminación por CO_2, NOx y SOx emitidos por maquinaria y vehículos de construcción,	Regulación climática, calidad del aire, salud pública.	Degradación mínima de la calidad del aire. Se calcula que CO_2, NOx y SOx emitidos por maquinaria y vehículos de construcción, serán mínimos, ya que se cumplirá con el mantenimiento preventivo de estos.

IV.4 Diagnóstico ambiental

La utilización de indicadores es un medio que se ha reconocido con el tiempo para determinar las tendencias y minimizar los riesgos en estrategias de aplicación de las medidas de control, prevención, mitigación y compensación. El éxito o el fracaso de las acciones enfocadas a la rehabilitación de un ecosistema pueden evaluarse y medirse con mayor facilidad con la aplicación de indicadores ambientales. De esta forma los responsables en la toma de decisiones necesitan información oportuna, precisa y confiable sobre el desempeño y avance de las acciones de restablecimiento de las condiciones ambientales.

Aire y ruido

Actualmente en el Sistema Ambiental dichos indicadores presentan niveles que van de bajos a moderados de emisiones, lo cual se debe a que el área del proyecto se encuentra en la periferia de la ciudad y posterior a este existe una gran zona abierta que sirve de amortiguamiento y permite que dichas emisiones se disipen. Al localizarse en la periferia de la ciudad y rodeado en su extremo oeste y sur de una gran extensión de área natural con vegetación de tipo selva media subperennifolia permite que las emisiones contaminantes sean absorbidas y se disipen| fácilmente, al mismo tiempo que evitan se extiendan hacia zonas más alejadas, impacto que también es disminuido por la acción del viento, lo que da como resultado una buena capacidad de respuesta del medio ante este impacto.

Suelo, geomorfología e hidrología

El tipo de suelo presente en el área del proyecto se considera suelos fangosos, saturados de agua en temporadas de lluvia, tienen una consistencia blanda y pegajosa, y están compuestos por una mezcla de materia orgánica, arcillas finas y limo. No presenta olores a sulfuro o materia en descomposición por la baja densidad de vegetación forestal en el sitio. Presenta una coloración café oscuro casi negro, indicando materia orgánica moderada, transición entre saturado y bien drenado. Estos indicadores refieren que hay materia orgánica bien estabilizada, las condiciones anaerobias no son severas, puede haber cierto grado de oxigenación o movimiento de aguay no hay acumulación de sulfuros ni fermentaciones activas. Se realizará rescates del sustrato para su uso en las áreas verdes y de reforestación.

La zona donde se desarrollará el proyecto se localiza en un relieve kárstico, lo que implica una alta vulnerabilidad del acuífero ante fuentes de contaminación de origen antropogénico. Esta susceptibilidad se debe a la presencia de fracturas, porosidad en la roca caliza y oquedades naturales, las cuales confieren al subsuelo una elevada permeabilidad y una considerable conductividad hidráulica, facilitando tanto la infiltración de contaminantes como su rápida dispersión. En este contexto, el impacto potencial más significativo durante la fase constructiva del proyecto sería la contaminación de las aguas subterráneas; en menor grado, también podría presentarse la reducción de la superficie disponible para la infiltración. No obstante, ambos impactos pueden ser abordados adecuadamente: la contaminación puede prevenirse mediante la delimitación del área de desplante de las construcciones, implementación de áreas verdes y áreas de mejoramiento.

Vegetación

Para el área del proyecto la vegetación forestal corresponde selva baja subperennifolia inundable con sucesión a selva media subperennifolia, tiene una moderada influencia antrópica por tratarse de un área con uso de crecimiento urbano. El área donde se implementará el proyecto se ha mantenido conservada excepto en las zonas de perimetrales debido a los impactos generados por los proyectos aledaños, que cabe mencionar, no son de gran impacto.
los recursos disponibles presentan un estado de conservación y no presentan grandes perturbaciones por el difícil acceso a estos. Por lo anterior descrito, el cambio de uso de suelo forestal en el área del proyecto no expone sustancialmente el SA, ni compromete su biodiversidad por tratarse de un proyecto puntual y el área presenta una respuesta adecuada para su regeneración, conforme a los lineamientos descritos en las Política Ambiental de Aprovechamiento Sustentable, de la Unidad de Gestión Ambiental 33, en el Programa de Desarrollo Urbano Chetumal Calderitas Subteniente López, Huay-Pix, Xul-Há, Othón P. Blanco, Quintana Roo.

Fauna

Actualmente, la fauna presente en el Sistema Ambiental (SA) se encuentra en un nivel de afectación bajo. En el sitio específico donde se llevará a cabo el proyecto, se registraron avistamientos de fauna silvestre con comportamientos compatibles con un buen estado de conservación, sin indicios de conductas alteradas o adquiridas por influencia de perturbaciones antrópicas.

Como parte de las medidas de manejo, se aplicará un plan de reubicación y ahuyentamiento de fauna, cuyas acciones están orientadas a minimizar el impacto sobre las especies locales, garantizando mejores condiciones de vida y una mayor disponibilidad de recursos para los individuos desplazados.

Por lo tanto, se prevé que el impacto sobre la fauna durante la etapa de construcción del proyecto será no significativo. Asimismo, la biodiversidad faunística del SA no se verá comprometida, ya que la intervención se realizará en un área puntual y el Sistema Ambiental conserva amplias zonas sin alteración que pueden funcionar como hábitats adecuados para albergar a la fauna reubicada o ahuyentada.

CAPÍTULO V.

IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

V.1. Identificación de impactos

Con base al análisis que se realizó del impacto ambiental, en este trabajo se identifica, se describe y se evalúa los impactos ambientales adversos y benéficos que genera la interacción entre el desarrollo del proyecto y su área de influencia y efecto en el sistema ambiental (SA).

A fin de considerar cualitativa y cuantitativa de las interacciones por parte del proyecto con el medio ambiente.

El concepto de impacto ambiental hace referencia a cualquier alteración que pueda ocurrir en los componentes del medio ambiente debido a actividades humanas, tales como la industrialización, la urbanización, la agricultura o la explotación de recursos naturales. Este impacto puede ser positivo o negativo.

- I**mpacto ambiental:** Describe el fenómeno de las alteraciones de los sistemas
- **Efecto ambiental:** Describe las consecuencias de esas alteraciones.

Ambos conceptos están íntimamente relacionados y son fundamentales para comprender los desafíos ambientales actuales, así como para la formulación de políticas y prácticas que promuevan la sostenibilidad y la protección del medio ambiente. Las estrategias de manejo ambiental, como la evaluación de impacto ambiental, buscan identificar y mitigar estos efectos para lograr un equilibrio entre el desarrollo humano y la conservación del planeta.

Tipos de impactos ambientales

Existen diversos tipos de impactos ambientales, pero fundamentalmente se pueden clasificar, de acuerdo con su origen, en los provocados por:

- El aprovechamiento de recursos naturales ya sean renovables, tales como el aprovechamiento forestal.
- Contaminación. Todos los proyectos que producen algún residuo (peligroso o no), emiten gases a la atmósfera o vierten líquidos al ambiente.

- Ocupación del territorio. Los proyectos que al ocupar un territorio modifican las condiciones naturales por acciones tales como desmonte, compactación del suelo y otras.

A continuación, se realiza la descripción de los impactos ambientales que generará el proyecto y que se han identificado y valorado en este capítulo:

Tabla 55. Impactos ambientales que generará el proyecto

Impacto	Descripción del Impacto
Pérdida de cobertura vegetal	Remoción de 899 individuos del estrato forestal por cambio de uso de suelo, chapeo y desmonte. Incorporación de plan de reforestación, reubicación, salvamento de estrato forestal e incorporación de áreas verdes.
Perdida de carbono vegetal	Remoción de lodos, materia vegetal y materia orgánica sustrato por el CUSTF
Reducción del hábitat	Perturbación, fragmentación y pérdida de áreas foresta, alterando drenajes y paisajes, debido al cambio de uso de suelo en un área de 2.54has, destinadas a políticas de desarrollo a través del Programa de Desarrollo Urbano y el POEL
Pérdida de biodiversidad a nivel de individuos	Desplazamiento de 899 individuos del estrato forestal, así como el ahuyentamiento y reubicación de fauna por actividades constructivas, aunado a la aplicación de los planes de reubicación de fauna, así como los de reforestación.
Modificación de suelo	Se removerá 70cm de la cobertura de estrato de lodos, para posteriormente , colocar un pedraplén, según los resultados de la mecánica de suelos.
Contaminación atmosférica por polvo	Se aplicarán riegos preventivos en terracería durante la construcción para mitigar la contaminación por polvo.
Contaminación atmosférica por gases	Contaminación por CO_2, NOx y SOx emitidos por maquinaria y vehículos de construcción,

Tabla 56. Impactos ambientales positivos del proyecto

Impacto ambiental	Descripción Del Impacto Ambiental
GENERACIÓN DE EMPLEOS	Con el proyecto se creará 15 puestos de trabajos indirectos y 15 directos durante la etapa de preparación. En la etapa de operación y mantenimiento se contratará 170 de manera directa y 50 de manera indirecta. En la contratación de personal, se dará prioridad a los habitantes de las localidades aledañas al proyecto.

Impacto ambiental	Descripción Del Impacto Ambiental
DERRAMA ECONÓMICA	Se efectuará una inversión fija de $391,022,249.28, (Trescientos noventa y un millones veintidós mil doscientos cuarenta y nueve, punto veintiocho pesos m.n.). Los cuales incluyen el pago de salarios, el pago de trámites e impuestos federales, estatales y municipales, insumos y materiales, combustibles, pago a talleres de mantenimiento de maquinaria y vehículos, compra de refacciones, contrato de maquinaria pesada y otros.

Se muestra un análisis integral de los impactos ambientales negativos y positivos derivados del proyecto. En cuanto a los impactos negativos, destacan la pérdida de cobertura y carbono vegetal, la reducción del hábitat y la biodiversidad a nivel de individuos, así como la modificación del suelo. Estos efectos se asocian principalmente al cambio de uso de suelo, remoción de vegetación y actividades de construcción. Adicionalmente, se identifican impactos relacionados con la calidad del aire, tanto por partículas (polvo) como por emisiones de gases contaminantes (CO_2, NO_x y SO_x), provenientes de maquinaria y vehículos. No obstante, se mencionan medidas de mitigación específicas como riegos preventivos y planes de reubicación y reforestación, que buscan reducir el nivel de afectación.

Por otro lado, los impactos ambientales positivos incluyen la generación de empleos y la derrama económica en la región. Se proyecta la creación de empleos directos e indirectos durante las fases de preparación y operación, priorizando la contratación de personas locales. Asimismo, la inversión económica asociada al proyecto contempla rubros como salarios, adquisición de maquinaria y servicios, lo que implicará un impulso significativo a la economía regional. En conjunto, el análisis de impactos evidencia que, si bien existen efectos ambientales negativos relevantes, estos pueden ser controlados y compensados, mientras que los beneficios socioeconómicos pueden contribuir al desarrollo local.

V.2.- Caracterización de los impactos

Etapa de preparación del sitio:

Selección del sitio:

Este se seleccionó tratando de ubicar y satisfacer las necesidades del proyecto en un sitio estratégico para un rápido acceso y movilidad, para la guardia nacional, ya que se ubica en la entrada de la ciudad de Chetumal, pudiendo acceder por los perímetros según se requiera, así como la conexión con la carretera federal y el aeropuerto.

DESMONTES:

Remoción de la cubierta vegetal: Solamente se removerá la vegetación natural que se encuentra exclusivamente en el trazo del sitio del proyecto.

Ahuyentamiento de fauna silvestre

Evitar dañar la vegetación para el ingreso al área adyacente al sitio del proyecto.

Realizar el Ahuyentamiento y desplazamiento paulatino de fauna silvestre a sitios adyacentes a la obra con ayuda de un megáfono.

Realizar un recorrido exhaustivo para ubicar, rescatar y trasplantar aquellas especies que su baja movilidad requiera ser rescatadas.

Etapa de desmonte

Se utilizará solo maquinaria, herramientas y equipo mecánico, no productos químicos ni uso de fuego.

Los productos del desmonte serán utilizados para la construcción de un perímetro en la obra, producción de compostaje, Estructuración para vivero, sin fines de lucro. Los restos vegetales como ramas deberán ser triturados y esparcidos en áreas adyacentes para asegurar su pronta incorporación como materia orgánica.

Durante estas actividades, se vería afectada la calidad del aire ya que se generarán gases, polvos y contaminación sonora provenientes del equipo y maquinaria a utilizar. El medio perceptual conformado por los elementos paisajísticos, vistas panorámicas y naturalidad pudieran verse afectados durante el uso de maquinaria y equipo. Este impacto se considera adverso poco significativo temporal.

Durante estas actividades, se vería afectada la calidad del aire ya que se generarán gases, polvos y contaminación sonora provenientes del equipo y maquinaria a utilizar. El medio perceptual conformado por los elementos paisajísticos, vistas panorámicas y naturalidad pudieran verse afectados durante el uso de maquinaria y equipo. Este impacto se considera adverso poco significativo temporal.

En cuanto a los impactos sobre la diversidad y abundancia de flora y fauna terrestre presentes en el predio donde se desarrollará el proyecto, estás se consideran alteradas ya que el sitio proyectado se localiza sobre un humedal con escorrentías temporales. La vegetación por desmontar son manchones de flora Arborea 79.79%, arbustiva 33.81%, y herbácea 0.0082%. esto con el CUSTF área de 2.54 has.

Etapa de operación y mantenimiento

Impacto ocasionado por el movimiento de maquinaria pesada durante las actividades referentes a la implementación de pedraplén y geotextil, se afectará la calidad del aire debido al empleo de maquinaria para su colocación, lo que generará gases, polvos y ruido. Las vías de acceso existentes adyacentes a la carretera, serían de acceso único además de los proyectos que colindan con el área a ejecutar de este proyecto.

Se afectaría la calidad del suelo ya que habría cambio de uso de suelo en terreno forestal con impactos catalogados como impacto medio. Se podría afectar la calidad del manto freático por posibles fugas de combustibles y de aceites en caso de un manejo inadecuado de dichas sustancias y un ineficiente mantenimiento de la maquinaria y equipos.

Maquinaria:

Retroexcavadora 320 CAT.

Bulldozer D6 CATERPILLAR.

Bob cat.

El área perderá naturalidad al contemplar un paisaje artificial donde prevalece maquinaria y grupo de personas laborando. Durante la operación, esta maquinaria podría generar molestias y afectar por la generación de ruido y tránsito constante por las vialidades contiguas. Este tipo de impacto se considera adverso poco significativo temporal durante la vida útil del proyecto, con medida de mitigación.

Generación de polvos

La actividad extractiva y la implementación de terraplén, característica de este tipo de proyectos, requiere del uso frecuente de vehículos, maquinaria y equipo, los cuales generarán polvos de manera local (área del polígono del proyecto). Dadas las condiciones existentes actualmente en la zona, sus efectos serán poco significativos debido al tamaño de la obra; se darían únicamente sobre la fauna existente en la zona de influencia sobre las personas que laboren en el proyecto. Este tipo de impacto está catalogado como adverso poco significativo, temporal con medida de mitigación mientras dure la concesión.

Generación de residuos

Durante la operación del proyecto se continuará produciendo basura generada por los habitantes de la U.H.M. Se espera una generación de basura de **27,375** kg/año, proveniente de las 185 personas que habitarán en la residencial militar.

Lo anterior se cataloga como impacto directo medio, ya que se implementarán programas adecuados de manejo de residuos. Colocando contenedores con su señalización del residuo a almacenar temporalmente, incluyendo separación, reciclaje y disposición final adecuada. Tendrá una frecuencia continua, moderada, siendo permanente durante la etapa de operación.

DESARROLLO DE UNA MATRIZ DE LEOPOLD

La matriz de Leopold es una herramienta analítica que permite identificar y evaluar los impactos ambientales, sociales y económicos de un proyecto. A continuación, se describe el procedimiento para su desarrollo:

1. **Identificación de actividades del proyecto:** Listar todas las acciones o procesos relacionados con el proyecto, como la preparación del terreno, construcción, operación y mantenimiento.

2. **Selección de factores ambientales, sociales y económicos:** Determinar los componentes que pueden ser afectados, como la calidad del aire, el agua, el suelo, la flora, la fauna, el empleo y la economía local.

3. **Construcción de la matriz:** Crear una tabla de doble entrada donde las filas representan las actividades del proyecto y las columnas los factores seleccionados. Cada celda reflejará la interacción entre una actividad y un factor.

4. **Evaluación de impactos**: Asignar valores cualitativos o cuantitativos a cada interacción, considerando la magnitud y la importancia del impacto. Por ejemplo, se pueden utilizar escalas numéricas (de -5 a +5) o descripciones (alto, medio, bajo).

5. **Interpretación de resultados**: Analizar los valores obtenidos para identificar los impactos más significativos, priorizando aquellos que requieran medidas de mitigación o compensación.

6. **Propuesta de acciones:** Basándose en los resultados, desarrollar estrategias para minimizar los impactos negativos y potenciar los positivos.

Esta metodología proporciona un enfoque estructurado y transparente para evaluar los efectos de un proyecto, facilitando la toma de decisiones informadas y promoviendo un desarrollo más sostenible. Los resultados obtenidos a través de la evaluación de los distintos procesos para la construcción y operación de U.H.M. ante los factores bióticos y abióticos afectados, así como factores sociales y económicos. Los criterios para su evaluación de las propiedades cualitativas son a través de la tabla de impactos positivos y negativos, dependiendo la intensidad, duración y la influencia espacial de cada actividad según.

Tabla 57. Impactos positivos para valorar la matriz de Leopold

IMPACTOS POSITIVOS					
Magnitud			Importancia		
Intensidad	Afectación	Calificación	Duración	Influencia	Calificación
Baja	Baja	1	Temporal	Puntual	1
Baja	Media	2	Media	Puntual	2
Baja	Alta	3	Permanente	Puntual	3
Media	Baja	4	Temporal	Local	4
Media	Media	5	Media	Local	5
Media	Alta	6	Permanente	Local	6
Alta	Baja	7	Temporal	Regional	7
Alta	Media	8	Media	Regional	8
Alta	Alta	9	Permanente	Regional	9
Muy alta	Alta	10	Permanente	Nacional	10

Tabla 58. Impactos negativos para valorar la matriz de Leopold

IMPACTOS NEGATIVOS					
Magnitud			Importancia		
Intensidad	Afectación	Calificación	Duración	Influencia	Calificación
Baja	Baja	-1	Temporal	Puntual	1
Baja	Media	-2	Media	Puntual	2
Baja	Alta	-3	Permanente	Puntual	3
Media	Baja	-4	Temporal	Local	4
Media	Media	-5	Media	Local	5
Media	Alta	-6	Permanente	Local	6
Alta	Baja	-7	Temporal	Regional	7
Alta	Media	-8	Media	Regional	8
Alta	Alta	-9	Permanente	Regional	9
Muy alta	Alta	-10	Permanente	Nacional	10

Tabla 59. Matriz de Leopold aplicado al impacto del proyecto.

UNIDAD HABITACIONAL MILITAR		Diseño		Construcción			Operación		Afectaciones		Total Afecciones	Agregado del Impacto
	Factores ambientales	Estudios de factibilidad	Deforestación	Pedraplén	Cimentación	Construcción	Uso habitacional	Mantenimiento	+	-		
Tierra	Suelos	0 / 3	-3 / 3	-3 / 3	-1 / 3	-1 / 3	-2 / 3	-1 / 3	0	6	7	-33
Agua	Recarga	0 / 3	-1 / 3	-3 / 3	-1 / 3	0 / 3	0 / 3	0 / 3	0	3	7	-15
Atmósfera	Calidad del aire	0 / 3	0 / 3	-1 / 1	-1 / 1	0 / 1	-1 / 3	0 / 3	0	3	7	-5
Procesos	Compactación	0 / 3	0 / 3	8 / 3	2 / 3	2 / 1	0 / 3	0 / 3	3	0	7	32
Flora	Árboles	0 / 3	-7 / 3	-4 / 3	0 / 0	0 / 1	0 / 3	0 / 1	0	2	7	-33
Fauna	En sitio	0 / 3	-3 / 3	-4 / 3	0 / 3	0 / 3	0 / 3	0 / 1	0	2	7	-21
Factores sociales	Residencial	0 / 3	0 / 3	0 / 6	0 / 1	0 / 1	9 / 3	7 / 2	2	0	7	41
Factores económicos	Empleos	9 / 6	9 / 9	9 / 9	9 / 1	9 / 1	9 / 3	9 / 2	7	0	7	279
Afectaciones	+	1	1	2	2	2	2	2	12	10	49	278
	-	0	4	5	3	1	2	1				
Total de afectaciones		8	8	8	8	8	8	8				
Agregado del impacto		54	39	62	8	8	45	29				245

Tabla 60. Rangos de calificación para evaluación de impacto para la Matriz de Leopold

Calificación negativa	RANGOS	
Irrelevantes	0	-25
Moderados	-26	-50
Severos	-51	-75
Críticos	> -76	
Calificación positiva		
Poco importante	0	25
Importante	26	50
Muy importante	> 51	

V3. Valoración de los impactos

Los criterios y métodos de evaluación se concentran en una Lista de Verificación de Impactos y Análisis de Resistencia por etapas del desarrollo, donde se ponderaron, los impactos previsibles, valor del elemento y grado de resistencia. Su magnitud se midió tanto en el rango de intensidad, como en su característica de benéfico o adverso, de tal manera que los impactos se pueden considerar como:

- Alto Adverso o Benéfico.
- Medio Adverso o Benéfico
- Bajo, Adverso, Benéfico o No Significativo

El valor concedido al elemento va directamente proporcional a los beneficios o perjuicios de valoración de los impactos previsibles, lo mismo sucede con el grado de resistencia que acopla los tres niveles de impacto previsible, de esta manera se elaboraron las siguientes tablas de clasificación y matrices de evaluación de impactos ambientales, que adicionan la perturbación del elemento, amplitud del impacto, su característica e importancia.

Tabla 61. Identificación, descripción y evaluación de impactos ambientales

Identificación del Impacto	Descripción del Impacto	Caracterización del Impacto	Valoración del Impacto	Conclusión
Emisiones de gases Contaminantes (CO2, NOx)	Durante la etapa de construcción, se emitirán gases contaminantes como consecuencia del uso de maquinaria y vehículos.	**Tipo**: En el Aire **Duración**: Temporal **Intensidad**: Baja **Frecuencia**: etapa de construcción	**Escala**: Local **Relevancia**: Alta **Consecuencias**: Aumento de la temperatura en el sitio	Las emisiones de gases representan un impacto negativo de baja intensidad, por la magnitud del proyecto siendo temporal y no intensivo, aunado de que el sistema ambiental cuneta con grandes zonas de amortiguamiento que compensan este impacto.
Alteración de la Biodiversidad (flora y fauna)	La modificación del terreno y el uso de recursos naturales pueden alterar los ecosistemas locales, afectando la flora y fauna silvestre, y provocando el desplazando o la pérdida de especies.	**Tipo**: Biodiversidad. **Duración**: Permanente **Intensidad**: Moderada **Frecuencia**: Única.	**Escala**: Local **Relevancia**: Baja **Consecuencias**: Pérdida de hábitats naturales, disminución de especies locales.	La pérdida de biodiversidad constituye un impacto ambiental relevante, por lo que debe ser mitigada mediante la implementación de programas de rescate, reubicación de flora, aplicación de programas de reubicación y ahuyentamiento de fauna e implementar áreas verdes de conservación el proyecto.
Consumo de Recursos Hídricos	Durante la etapa de construcción no se hará uso de fuentes hídricas naturales, se realizará mediante el suministro a través de camiones cisterna (pipas). Durante la operación del proyecto, se suministrará agua con la red de servicios de CAPA	**Tipo**: Recursos Hídricos **Duración**: Corto y Largo plazo **Intensidad**: Alta **Frecuencia**: Continua	**Escala**: Local. **Relevancia**: Alta. **Consecuencias**: La reutilización de agua a través de planta de tratamiento de agua.	El proyecto contempla la instalación de una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) lo cual disminuirá la presión hídrica por el consumo en la operación.

Identificación del Impacto	Descripción del Impacto	Caracterización del Impacto	Valoración del Impacto	Conclusión
Generación de Residuos (RSU, RME, RP)	El proyecto generará grandes cantidades de residuos durante la construcción y operación.	**Tipo**: Residuos **Duración**: Corto y largo plazo **Intensidad**: Moderada. **Frecuencia**: Continua.	**Escala**: Local. **Relevancia**: Media **Consecuencias**: Contaminación del suelo y del agua si no se gestionan adecuadamente.	Es fundamental implementar un plan integral de manejo de residuos que permita reducir su impacto ambiental, incluyendo su almacenamiento, transporte y disposición final adecuada.
Ruido y Vibraciones	La operación de maquinaria pesada y vehículos durante el proyecto generará ruidos y vibraciones que pueden afectar negativamente la calidad de vida de las comunidades cercanas.	**Tipo**: Ruido y Vibración **Duración**: Temporal **Intensidad**: Baja **Frecuencia**: Continua.	**Escala**: Local. **Relevancia**: Baja **Consecuencias**: Ayuntamiento en la fauna del sitio. perturbación en las zonas aledañas	El sitio del proyecto esta rodeado de otras construcciones, y en un área de la ciudad mas aislada. El Ayuntamiento es parte del plan de manejo de fauna para evitar el daño a la fauna silvestre del sito.

DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL

Flora

La pérdida de cobertura vegetal para llevar a cabo la operación de la Unidad Habitacional Militar (UHM), se requiere remover un total de 899 individuos del estrato forestal en una extensión de 2.54 hectáreas para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales. Esta superficie corresponde a selva baja inundable subperennifolia con manchones de selva media subperennifolia. De los 899 individuos forestales, 386 son arbóreos (79.79%maderables y 20.21% no maderables), 304 arbustivos y 209 herbáceos.

El carbono almacenado inicial es de aproximadamente 9.47 toneladas, con una proyección a 0.466 toneladas al final de la construcción del proyecto.

Fauna

La fauna presente en el área está formada por especies adaptadas a la interacción humana, como aves que se alejan rápidamente ante el peligro y mamíferos nocturnos que permanecen ocultos. La actividad humana ha reducido la presencia de varias especies, limitándose a avistamientos ocasionales de mamíferos mayores en áreas de vegetación más densa.

Como medida de mitigación, se plantea la reubicación de fauna hacia zonas cercanas no perturbadas que ofrezcan condiciones más favorables para su supervivencia. También se implementarán acciones para.

Suelo

Durante el periodo de preparación del sitio serán removida la capa superficial de 0.50 m. Compuesta de lodos y sedimentos no apto para realizar una construcción o edificaciones por lo que sugiere construir un pedraplén de 2.5 m, según los análisis de mecánica de suelo. Cabe mencionar que en las últimas capas de compactación se deberá colocar una malla denominada Geotextil con la finalidad de agregar mejor compactación al pedraplén y como medida de mitigación de contaminación al manto freático. El desarrollo del proyecto incluye la alteración permanente de la topografía en una superficie de 2.54 has. El impacto será temporal hasta la colocación de la última capa de terracería.

El área de desplante (no permeable) de las edificaciones será 1.22 has, representando el 48.27% del área de CUSTF. No presentara un impacto significativo para la recarga de acuíferos que se encuentran aledaños al área del proyecto.

Aire y atmósfera

Las actividades del proyecto UHM generaran emisiones de polvo en la etapa de construcción, de manera temporal, por lo que se realizaran riegos para evitar la contaminación por polvos. Las afectaciones serán mínimas y de baja temporalidad solo durante las actividades constructivas dentro del área del proyecto. De no realizarse los riegos preventivos, la afectación será más notoria en el área oeste del proyecto, afectado hasta 20 metros lineales, donde se realizarán otras actividades constructivas de un proyecto aledaño.

El uso de maquinaria y vehículos durante las obras producirá emisiones de gases contaminantes en la atmósfera, principalmente durante el horario de operación y los meses de construcción como marca el cronograma del proyecto. Como medida de mitigación se efectuarán los mantenimientos preventivos a las maquinas a operar esto para disminuir la generación de gases contaminantes como: El dióxido de carbono (CO_2), los óxidos de nitrógeno (NO_x), el monóxido de carbono (CO), los hidrocarburos no quemados, el material particulado, y los compuestos orgánicos volátiles (COVs).

Impactos positivos

El proyecto generara empleos durante el trazo, la construcción y la operación. Generará 15 empleos directos y 15 indirectos durante la etapa de preparación. En la fase de operación y mantenimiento se contratarán 170 personas de manera directa y 50 de forma indirecta, priorizando la contratación de habitantes de las comunidades cercanas.

Se contempla una inversión total de $391,022,249.28 MXN. Este monto incluye el pago de salarios, trámites e impuestos a nivel federal, estatal y municipal, así como la adquisición de insumos y materiales, combustibles, mantenimiento de maquinaria, compra de refacciones y contratación de equipo pesado, entre otros.

Conclusión

El proyecto de la Unidad Habitacional Militar (UHM) en un área de 2.54 hectáreas implica impactos ambientales significativos, principalmente asociados con la pérdida de cobertura vegetal, alteraciones en el suelo, emisiones atmosféricas y efectos sobre la fauna. La remoción de 899 individuos forestales (79.79% arbóreos, 33.81% arbustivos, 0.0082% herbáceos) y la reducción de carbono almacenado de 9.47 a 0.466 toneladas reflejan una afectación notable en la flora y el almacenamiento de carbono. Sin embargo, las medidas de mitigación propuestas, como la reforestación, reubicación de fauna, uso de pedraplén y geotextil, y riegos preventivos para controlar el polvo, reducen la magnitud de estos impactos. La alteración del suelo, con la remoción de 0.50 m de capa superficial y la construcción de un pedraplén de 2.5 m, se considera temporal y parcialmente mitigada por el uso de geotextil para proteger el manto freático. Las emisiones de polvo y gases (CO2, NOx, CO, COVs) generadas por maquinaria son temporales y se controlan mediante riegos y mantenimientos preventivos, limitando su alcance a la fase de construcción.

En el aspecto positivo, el proyecto genera beneficios socioeconómicos significativos, con la creación de 15 empleos directos y 15 indirectos durante la preparación, y 170 directos y 50 indirectos en la fase de operación, priorizando a comunidades locales. La inversión de $391,022,249.28 MXN fomenta el desarrollo económico regional a través de salarios, impuestos y adquisición de materiales. Aunque los impactos ambientales negativos son moderados y en su mayoría temporales, las medidas de mitigación propuestas son adecuadas para minimizar los efectos adversos, promoviendo un equilibrio entre el desarrollo del proyecto y la conservación ambiental. No obstante, los impactos residuales deben monitorearse para garantizar la sostenibilidad a largo plazo.

Impactos Residuales

Los impactos residuales son aquellos efectos ambientales que persisten tras la implementación de las medidas de mitigación. A continuación, se detallan los impactos residuales asociados a los componentes ambientales identificados:

1. Flora:

- Impacto residual: A pesar de las medidas de reforestación y reubicación de especies, la pérdida permanente de 899 individuos forestales en 2.54 hectáreas y la reducción de carbono almacenado (de 9.47 a 0.466 toneladas) resultan en una disminución irreversible de la cobertura vegetal original (selva baja inundable y manchones de selva media subperennifolia). La reforestación puede recuperar parcialmente la biomasa, pero la composición original del ecosistema no se restaurará completamente.

- Magnitud: Moderada, permanente en el área transformada.

- Medidas adicionales sugeridas: Monitoreo a largo plazo de las áreas reforestadas y establecimiento de corredores ecológicos para conectar fragmentos de vegetación.

2. Fauna:

   - Impacto residual: La reubicación de fauna a zonas adyacentes reduce el impacto del ahuyentamiento causado por actividades constructivas. Sin embargo, la fragmentación del hábitat en 2.54 hectáreas puede limitar la disponibilidad de refugios para especies adaptadas a la interacción humana, como aves y mamíferos nocturnos, afectando su distribución a largo plazo.

   - Magnitud: Baja a moderada, permanente en el área del proyecto.

   - Medidas adicionales sugeridas: Implementación de programas de monitoreo de fauna reubicada y creación de microhábitats en áreas verdes del proyecto.

3. Suelo:

   - Impacto residual: La remoción de 0.50 m de capa superficial y la construcción de un pedraplén de 2.5 m con geotextil alteran permanentemente la topografía y las propiedades del suelo en 2.54 hectáreas. Aunque el geotextil minimiza la contaminación del manto freático, la compactación y pérdida de suelo orgánico afectan la fertilidad y capacidad de soporte ecológico en el área de desplante (1.22 ha, 48.27% del área total).

   - Magnitud: Moderada, permanente en el área de desplante.

   - Medidas adicionales sugeridas: Restauración de suelos en áreas no construidas mediante incorporación de materia orgánica y monitoreo de erosión.

4. Aire y Atmósfera:

   - Impacto residual: Las emisiones de polvo y gases (CO_2, NOx, CO, COVs) son temporales y se mitigan con riegos y mantenimientos preventivos. Sin embargo, durante la fase de construcción, pequeñas cantidades de material particulado pueden persistir en el área oeste del proyecto (hasta 20 m lineales) si los riegos no son consistentes, afectando mínimamente a proyectos aledaños.

- Magnitud: Baja, temporal.
- Medidas adicionales sugeridas: Aumentar la frecuencia de riegos en días de alta actividad constructiva y monitorear la calidad del aire en la zona de influencia.

5. Agua:

- Impacto residual: La alteración del suelo y la construcción del pedraplén no afectan significativamente la recarga de acuíferos adyacentes, ya que el área de desplante (1.22 ha) representa menos del 50% del área total. Sin embargo, cualquier fuga menor de combustibles o aceites, aunque minimizada por el uso de geotextil y mantenimiento de maquinaria, podría generar contaminación residual en el manto freático.
- Magnitud: Baja, potencialmente permanente si ocurre contaminación.
- Medidas adicionales sugeridas: Implementar un sistema de monitoreo de calidad del agua subterránea y protocolos estrictos para el manejo de hidrocarburos.

En general, los impactos residuales son de baja a moderada magnitud, gracias a las medidas de mitigación propuestas (reforestación, reubicación de fauna, uso de geotextil, riegos y mantenimientos). Sin embargo, la transformación permanente del ecosistema en las 2.54 hectáreas implica una pérdida parcial de funciones ecológicas que requiere monitoreo continuo y medidas compensatorias para garantizar la sostenibilidad del proyecto.

Impactos Residuales en la Biodiversidad

El área del proyecto se encuentra en un ecosistema de selva baja inundable subperennifolia con manchones de selva mediana subperennifolia, caracterizado por una riqueza específica de 24 especies forestales dentro del área afectada. Aunque el proyecto incorpora estrategias de rescate y reubicación de flora y fauna, algunos impactos sobre la biodiversidad persistirán debido a la remoción parcial de 2.54 has, de vegetación nativa.

Especies bajo categoría NOM-059-2010: De acuerdo con el inventario realizado, varias especies registradas en el área se encuentran bajo alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010:

Tabla 62. Especies bajo categoría

Categoría NOM-059-2010	Familia2	Nombre común	*Nombre científico*
Atención menor	Moraceae	*k'an oox*	***Brosimum alicastrum***
Atención menor	Burseraceae	*chakaj*	***Bursera simaruba***
Atención menor	Malpighiaceae	*Nance*	***Byrsonima crassifolia***
Atención menor	Fabaceae	*ya' ax eek*	***Chloroleucon mangense***
Atención menor	Sapotaceae	*caimito*	***Chrysophyllum mexicanum***
Atención menor	Polygonaceae	*boob ch'iich'*	***Coccoloba barbadensis***

Atención menor	**Polygonaceae**	***Ch´iich boob***	***Coccoloba diversifolia***
Atención menor	**Rubiaceae**	***taastaab***	***Guettarda combsii***
Atención menor	**Malvaceae**	***k'an jóol***	***Hampea trilobata***
Atención menor	**Euphorbiaceae**	***Pomolche***	***Jatropha gaumeri***
Atención menor	**Fabaceae**	***baal che'***	***Lonchocarpus punctatus***
Atención menor	**Fabaceae**	***k'anasín***	***Lonchocarpus rugosus***
Atención menor	**Fabaceae**	***Tzalam***	***Lysiloma latisiliquum***
Atención menor	**Sapotaceae**	***Chicozapote***	***Manilkara zapota***
Atención menor	**Anacardiaceae**	***Chechem***	***Metopium brownei***
Atención menor	**Lauraceae**	***jobon che'***	***Nectandra coreaea***
Pr	**Arecaceae**	***bon xa'an***	***Sabal mexicana***
Pr	**Arecaceae**	***xa'an***	***Sabal yapa***
Atención menor	**Simaroubaceae**	***pa' sak***	***Simarouba glauca***
Atención menor	**Fabaceae**	***k'aatal oox***	***Swartzia cubensis***
Atención menor	**Bignoniaceae**	***mak'ulis***	***Tabebuia rosea***
Atención menor	**Combretaceae**	***puk'te***	***Terminalia buceras***
Atención menor	**Apocynaceae**	***je' kéej***	***Thevetia ahouai***
Atención menor	**Lamiaceae**	***ya'axnik***	***Vitex gaumeri***

Con base en la tabla analizada, se concluye que la mayoría de las especies forestales presentes en el área de estudio se encuentran clasificadas con una categoría de "Atención menor", según la NOM-059-SEMARNAT-2010, lo que indica que actualmente no enfrentan un riesgo alto de conservación. Sin embargo, su valor ecológico, cultural y funcional dentro del ecosistema reflejado en la diversidad de familias botánicas y nombres comunes en lengua maya resalta la importancia de establecer medidas de manejo y monitoreo que aseguren su permanencia, especialmente frente a posibles cambios en el uso del suelo o impactos derivados de actividades antrópicas.

- **Especies bajo categoría NOM-059-2010:** El registro de fauna incluye aves, mamíferos y reptiles, muchos de los cuales serán reubicados. Sin embargo, las alteraciones en el hábitat pueden afectar las interacciones ecológicas (por ejemplo, polinización, dispersión de semillas) y reducir la resiliencia del ecosistema frente a futuros disturbios.

Tabla 63. Especies bajo categoría de la NOM-059-2010.

Clase	Nombre científico	Nombre común	Número de organismos	Categoría de riesgo NOM-059 SEMARNAT-2010
Aves	*Amazona albifrons*	Loro frente blanca	2	Pr
Reptilia	*Boa constrictor*	Boa	1	A
Reptilia	*Boa constrictor*	Boa	1	A
Mamalia	*Coendou mexicanus*	Puercoespín	2	A
Reptilia	*Crocodylus moreletii*	Cocodrilo de pantano	1	Pr
Reptilia	*Ctenosaura similis*	Toloke	1	A
Reptilia	*Ctenosaura similis*	Toloke	1	A
Reptilia	*Ctenosaura similis*	Toloke	1	A
Reptilia	*Iguana iguana*	Iguana verde	1	Pr
Reptilia	*Iguana iguana*	Iguana verde	1	Pr
Reptilia	*Iguana iguana*	Iguana verde	2	Pr
Reptilia	*Iguana iguana*	Iguana verde	1	Pr
Reptilia	*Kinosternon acutum*	Tortuga pantanera	1	Pr
Reptilia	*Kinosternon acutum*	Pochitoque	1	Pr
Reptilia	*Kinosternon acutum*	Tortuga pantanera	1	Pr
Reptilia	*Laemanctus serratus*	Toloke coronado	1	Pr
Reptilia	*Laemanctus serratus*	Toloque coronado	1	Pr
Reptilia	*Leptophis mexicanus*	Serpiente iguanera	1	A
Reptilia	*Leptophis mexicanus*	Serpiente iguanera	1	A
Reptilia	*Rhinoclemmys areolata*	Tortuga Mojina	1	A
Reptilia	*Rhinoclemmys areolata*	Tortuga Mojina	1	A

La riqueza faunística registrada, compuesta por aves, reptiles y mamíferos, revela no solo la diversidad del entorno natural evaluado, sino también la presencia de especies que requieren especial atención en términos de conservación. Es particularmente significativo observar que una parte considerable de los individuos registrados pertenece a categorías de riesgo establecidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010, principalmente en las categorías de "Amenazada (A)" y "Sujeta a Protección Especial (Pr)", lo que refleja un ecosistema frágil, cuyas especies emblemáticas como la iguana verde, el cocodrilo de pantano o el loro frente blanca aún luchan por persistir en hábitats cada vez más intervenidos por las actividades humanas.

Impactos Residuales en la Erosión y Pérdida de Suelo

La remoción de la cobertura vegetal inevitablemente aumenta la vulnerabilidad del suelo a la erosión, incluso con la implementación de medidas como geotextil, pedraplenes y sistemas de drenaje.

- **Degradación del suelo:** El suelo kárstico predominante en la región es altamente permeable y susceptible a la infiltración de agua. La pérdida de la capa superficial fértil, rica en materia orgánica, reduce la capacidad del suelo para retener nutrientes y agua, lo que puede llevar a:
    - Incremento de escorrentías.
    - Mayor riesgo de inundaciones locales.
    - Disminución de la productividad agrícola en áreas adyacentes.

  Cabe mencionar que se tomarán medidas para que el área de construcción sea permeable, con buenas técnicas de construcción, construcción de pedraplén, aplicación de geotextil, así como áreas verdes.

- **Carbono Almacenado:** La cantidad de carbono almacenado en el suelo del Sistema Ambiental, parece ser de 5-8 Mg C/ha (Megagramos de carbono por hectárea) en áreas de manglares con suelos Solonchak, según investigaciones recientes (Cejudo, 2024). Esto varía según el tipo de suelo y vegetación, y no hay datos completos para toda la ciudad. La evidencia sugiere que los humedales kársticos son clave, pero el valor total podría ser mayor dependiendo de otros ecosistemas.

  Al retirar el sustrato para la posterior colocación del pedraplén, se calcula que la perdida de carbono almacenado del suelo en el área de construcción (2.54ha) es de 16.51Mg C/ha. Se aplicarán medidas para usar el sustrato retirado en áreas verdes y sitos permeables en el proyecto.

Impactos Residuales en los Servicios Ecosistémicos

Se afectarán temporalmente los servicios ecosistémicos clave, algunos de los cuales no podrán ser restaurados, pero si se aplicaran medidas de mitigación.

- **Regulación Hídrica:** La remoción de la vegetación reduce la capacidad del suelo para captar y filtrar agua, lo que puede alterar el ciclo hidrológico local. Este impacto residual podría manifestarse en el aumento de la contaminación hídrica debido a la mayor escorrentía de sedimentos.
- **Captación de Carbono:** La pérdida de biomasa arbórea disminuye la capacidad del ecosistema para capturar y almacenar carbono atmosférico, contribuyendo a la elevación de temperatura en el microclima del sitio.
- **Hábitat:** La fragmentación del hábitat puede limitar el movimiento de especies, afectando su supervivencia a largo plazo.

Impactos Residuales en la Calidad Paisajística

La conversión del suelo de selva a infraestructura habitacional implica una alteración irreversible del paisaje natural, afectando tanto su estética como su valor ecológico y visual. Aunque el proyecto contempla la integración de áreas verdes dentro de la Unidad Habitacional Militar (UHM), estas no logran reproducir la complejidad estructural ni las funciones ecológicas del ecosistema original, lo que representa una pérdida significativa en términos de biodiversidad y calidad paisajística.

Para mitigar este impacto, se implementarán medidas de compensación ambiental como la restauración ecológica de zonas degradadas cercanas y la revegetación con especies nativas. Asimismo, se implementará el mantenimiento y monitoreo de las áreas verdes proyectadas, con el fin de asegurar su funcionalidad ecológica y su aporte a la mejora del paisaje urbano.

Costo Ambiental del Proyecto

Los impactos residuales descritos anteriormente conforman el **costo ambiental** del proyecto, entendido como la disminución real y permanente en la calidad y cantidad de bienes y servicios ambientales en el sistema regional. Este costo incluye:

- Pérdida de biodiversidad.
- Degradación del suelo y reducción de su fertilidad.
- Alteración de los ciclos hídricos y climáticos locales.
- Fragmentación del paisaje y pérdida de conectividad ecológica.

V.4 Conclusiones

Impactos Relevantes del Proyecto: Independientes y Acumulativos

El análisis de los impactos ambientales del proyecto de la Unidad Habitacional Militar (UHM) en Chetumal, Quintana Roo, revela que las afectaciones al Sistema Ambiental pueden clasificarse en dos categorías principales: impactos independientes e impactos acumulativos. Ambos tipos de impactos son relevantes para evaluar la viabilidad ambiental del proyecto.

Impactos Independientes: Estos se refieren a las alteraciones directas ocasionadas por el proyecto, como la remoción de vegetación nativa, la fragmentación del hábitat y la pérdida temporal de biodiversidad. Por ejemplo, la remoción forestal en las 2.54has, representa una modificación significativa en el ecosistema de selva baja inundable subperennifolia. Además, la construcción de infraestructura habitacional puede aumentar la escorrentía superficial y reducir la infiltración de agua en el suelo, exacerbando problemas como la erosión y la degradación de la calidad del agua.

Impactos Acumulativos: El proyecto interactúa con actividades humanas preexistentes en la región, como la deforestación, la agricultura extensiva y la urbanización, lo que amplifica sus efectos sobre el ambiente. La suma de estos impactos acumulativos incluye:

Fragmentación del hábitat: La pérdida de cobertura vegetal generada por el proyecto se suma a la fragmentación ya existente debido a actividades agrícolas y urbanas, afectando la conectividad ecológica.

Aunque el proyecto genera impactos ambientales relevantes como la modificación del uso del suelo, la generación de residuos y la emisión de contaminantes, estos se consideran **aceptables** bajo los siguientes fundamentos:

- El diseño del proyecto contempla la conservación de áreas verdes y la revegetación con especies nativas, en 1.32has de 2.54has del proyecto, lo cual permite mantener ciertas funciones ecológicas esenciales como la infiltración del agua, la protección del suelo y la moderación del microclima.
- Las zonas de construcción se localizan fuera de áreas prioritarias para la conservación, lo que reduce el riesgo de alterar ecosistemas frágiles o únicos, actuando bajo las políticas y objetivos de la UGA 33 del Plan de Desarrollo Urbano.
- No se prevén impactos acumulativos o sinérgicos que superen la capacidad natural del ecosistema para recuperarse o mantener su equilibrio.
- Se han considerado medidas técnicas para reducir la presión sobre los recursos naturales, como el uso de pipas en lugar de fuentes hídricas naturales, la implementación de tecnologías limpias y la gestión integral de residuos.
- Se plantea un seguimiento ambiental durante las fases de construcción y operación, lo que permite actuar de forma correctiva ante posibles desviaciones o afectaciones mayores.
- El proyecto se en marca dentro de los lineamientos de desarrollo urbano sustentable y cumple con la legislación ambiental vigente, lo que asegura que los impactos serán gestionados bajo principios de precaución y responsabilidad ambiental.

CAPÍTULO VI.

JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DE SUELO

Este capítulo tiene como objetivo sustentar técnica, económica y socialmente la necesidad y viabilidad de realizar un cambio de uso del suelo forestal en el área destinada al proyecto de la Unidad Habitacional Militar (UHM), conforme a lo estipulado en el **artículo 93 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (Última Reforma DOF 01-04-2024)** (artículo 117 Reforma DOF 26-03-2015). Las estrategias aquí descritas también cumplen con lo establecido en la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) y su reglamento en materia de impacto ambiental.

La creciente demanda de bienes y servicios está estrechamente vinculada al incremento poblacional. Por esta razón, las actividades necesarias para satisfacer estas demandas deben llevarse a cabo cumpliendo con las disposiciones legales ambientales, permitiendo así una compensación adecuada al ambiente por el impacto ocasionado.

En este proyecto, se incorporarán elementos que, desde una perspectiva técnica y ambiental, proporcionen a la entidad evaluadora los argumentos suficientes para otorgar la autorización excepcional para el cambio de uso de suelo. Basándose en el artículo 93 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (Última Reforma DOF 01-04-2024), y en los artículos 138, 139 y 141 de su Reglamento (publicado en el DOF el 9 de diciembre de 2020), se pretende demostrar que se cumplen las condiciones establecidas por dicha Ley y su reglamento. En definitiva, las obras contempladas en el proyecto deben garantizar la conservación de la biodiversidad de los ecosistemas afectados, y mitigar la erosión del suelo, la capacidad de almacenamiento de carbono, el deterioro de la calidad del agua y la disminución en su captación en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal.

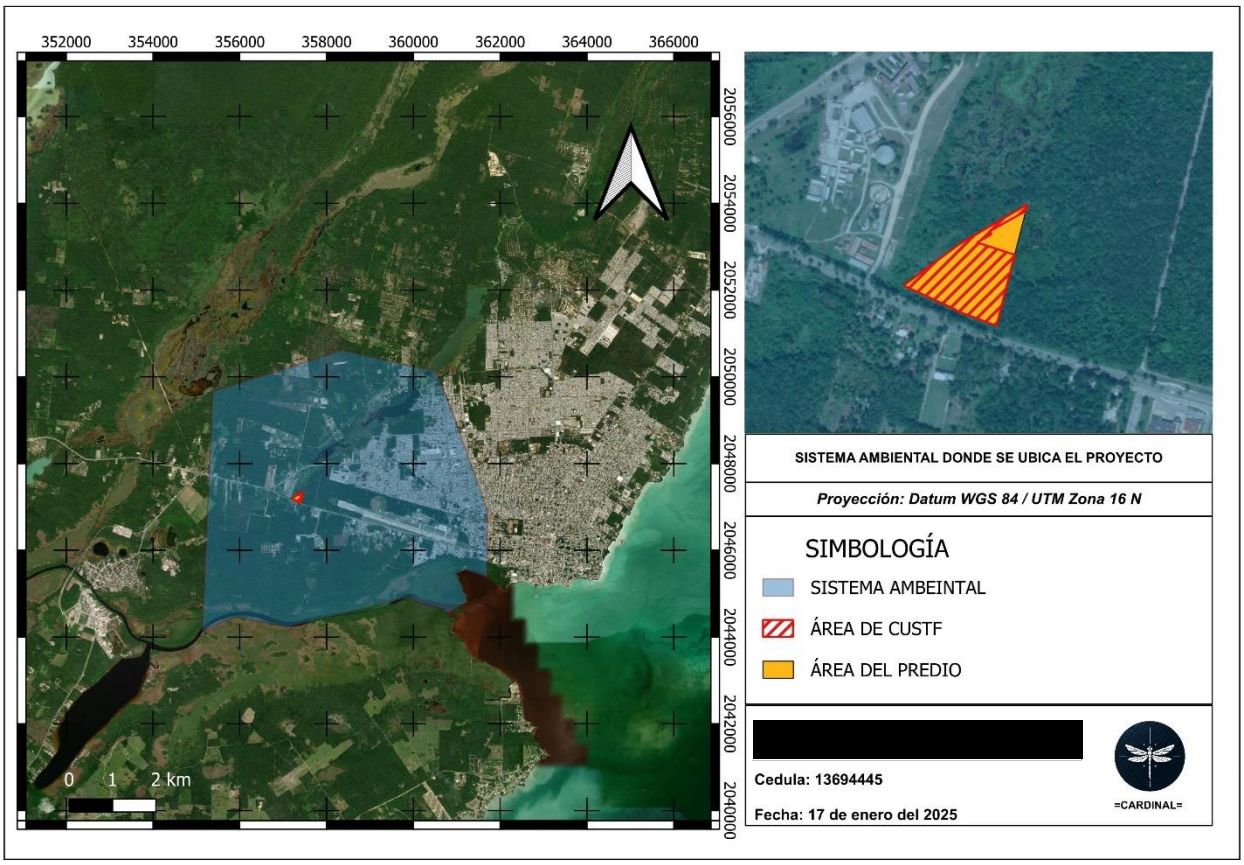
1. Justificación Técnica

Conservación de la biodiversidad del ecosistema

El área del proyecto, ubicada en un ecosistema de selva baja inundable subperennifolia con manchones de selva media subperennifolia, alberga una biodiversidad media en el sistema

ambiental que incluye individuos forestales distribuidos la superficie del predio, siendo de 2.99 has, donde se realizara el CUSTF en un área de 2.54 has, representando un 0.071% del área del SA delimitado a partir de la subcuenca hidrológica 33Ac, teniendo un área de 3,416.5495 has, lo que implica que las afectaciones tendrán un impacto localizado, como se observa en la siguiente carta.

Carta 23. sistema ambiental donde se ubica el proyecto



La cantidad de individuos por especie registrada no representa un impacto significativo debido a su baja densidad, ya que la mayor parte del área corresponde a un humedal con vegetación característica de selva baja inundable, predominando en su mayoría un estrato arbustivo temporal.

Para minimizar los impactos negativos, se implementará un **Programa Integral de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna**, cuyo propósito es conservar la biodiversidad mediante la extracción cuidadosa de especies prioritarias, su reubicación en zonas protegidas y el monitoreo continuo de su adaptación. Este programa considerara la colaboración con especialistas en ecología, biólogos y técnicos forestales para garantizar el éxito de las medidas.

Se priorizará la reforestación de áreas adyacentes con especies nativas que, además de mantener la cobertura vegetal, contribuyan a la restauración de los servicios ecosistémicos. También se desarrollará un plan de monitoreo con indicadores como el índice de Shannon-Wiener para evaluar la biodiversidad antes, durante y después de la implementación del proyecto.

El sistema en el cual se ubica el proyecto está compuesto de selva baja inundable en la cual se encontraron 24 especies forestales maderables y no maderables. En Quintana Roo, se han registrado **156 especies de árboles** en diferentes ejidos forestales del estado. Este número refleja la diversidad arbórea en la región, que incluye tanto especies nativas como introducidas.

Los registros y avistamientos de la fauna se realizaron de manera indirecta y directa a partir de cámaras trampa, registro de huellas, así como la observación en campo. La gran mayoría de los reptiles y mamíferos fueron reubicados a zonas aledañas con características de microhábitats sin perturbación. Las aves por su parte fueron avistadas sin ningún tipo de contacto dado la naturaleza de los mecanismos de ayuntamiento, lo cual indica que este grupo de aves, se reubicarán y se distribuyen en las zonas aledañas con características similares a su distribución actual, esto a partir de la perturbación del área, ejecutando el proyecto dado su tiempo.

Se observa según los resultados obtenidos del registro de fauna, que el impacto ambiental con respecto a la distribución de esta, es limitada y mitigada a partir de las acciones de reubicación y ayuntamiento, además teniendo en cuenta el área de afectación, la cual es aledaña a carreteras, predios con aprovechamiento y urbanización presentando.

1.2 Mitigación de la erosión y pérdida de suelo

El proyecto incluye la implementación de medidas específicas para prevenir y mitigar la erosión del suelo ocasionada por la remoción de la cobertura vegetal. Estas medidas consideran:

- **Estabilización del suelo** mediante la instalación de geotextil y pedraplén en las áreas afectadas.
- **Incorporación de materia orgánica** derivada de los residuos vegetales generados durante el desmonte, asegurando su integración al suelo y fomentando la formación de una capa fértil.
- **Control hidráulico** para prevenir escorrentías y pérdida de sedimentos, mediante la construcción de sistemas de drenaje que reduzcan el impacto de las lluvias.

Impactos de la Erosión y Pérdida de Suelo:

- **Pérdida de biodiversidad:** La erosión del suelo afecta los ecosistemas locales, incluyendo la selva y los cuerpos de agua.
- **Reducción de la fertilidad del suelo:** La pérdida de la capa superficial del suelo reduce su capacidad para estrato forestal.
- **Inundaciones:** La erosión puede aumentar el riesgo de inundaciones, ya que el suelo pierde su capacidad para absorber agua.

Carta 24. Tipos de erosión (INEGI 2014)



La región de Chetumal, en Quintana Roo, México, enfrenta desafíos relacionados con la erosión y la pérdida de suelo, influenciados por factores naturales y actividades humanas. La geología kárstica de la zona, caracterizada por suelos como Leptosoles y Gleysoles, la hace susceptible a inundaciones y hundimientos. Las inundaciones son comunes en áreas con Gleysoles en zonas bajas, mientras que los hundimientos se asocian a Leptosoles con mantos freáticos superficiales, donde la precipitación favorece la disolución de la roca subyacente.

A nivel estatal, Quintana Roo conserva más del 50% de su superficie sin degradar. Sin embargo, el 17.9% del territorio presenta algún grado de contaminación, y el 11.8% muestra degradación hídrica, es decir, erosión en la costa. La deforestación y el cambio de uso de suelo son las principales amenazas para la integridad del suelo en la región.

Como parte de las acciones estratégicas para la conservación ambiental y la mejora del entorno, se implementarán áreas verdes en el proyecto**.** Estos espacios están destinado a cumplir un doble propósito: por un lado, mitigar los impactos ambientales generados por el desarrollo urbano y, por otro, fortalecer los servicios ecosistémicos y el valor paisajístico de la zona. Se enfoca en la creación de un espacio multifuncional que no solo contribuya a la captura de carbono y la regulación del microclima, sino que también sirva como un refugio para la biodiversidad local. La incorporación de especies vegetales nativas y adaptadas al entorno garantiza la sostenibilidad del proyecto, promoviendo la restauración ecológica y la conservación de los recursos naturales.

La implementación de estas áreas verdes no solo representa una medida de mitigación ante los impactos ambientales, sino también una inversión en la salud del ecosistema y el bienestar de la comunidad, alineándose con los principios de desarrollo urbano sostenible y responsabilidad ambiental.

1.3 Restauración y fortalecimiento de los servicios ecosistémicos

El proyecto garantizará la continuidad de servicios ecosistémicos clave mediante la restauración de hábitats, lo que contribuirá a la regulación hídrica, la captación de carbono y la provisión de hábitats para especies locales y migratorias. La planificación a largo plazo incluye la creación de corredores biológicos que conecten las áreas afectadas con ecosistemas adyacentes, promoviendo la resiliencia del sistema ambiental regional.

Igualmente se planificó la ejecución de un área verde en la U.H.M. destinado a la mitigación de impacto de servicios ecosistémicos y paisaje.

2. Justificación Económica

2.1 Incremento de la productividad del suelo

La transformación del suelo forestal para desarrollar infraestructura habitacional estratégica tendrá un impacto positivo en el desarrollo económico y social de la región. Este uso proyectado incrementará la productividad del área al promover una inversión inicial de $391,022,249.28 MXN, con beneficios económicos sostenibles derivados de su operación.

2.2 Generación de empleos y derrama económica

Chetumal, la capital del estado de Quintana Roo en México, es una ciudad con una economía diversificada, aunque su desarrollo económico y generación de empleos no alcanzan los niveles de otros destinos turísticos del estado, como Cancún o Playa del Carmen.

El proyecto se distingue por su alto potencial para generar empleos directos e indirectos en las distintas etapas de desarrollo:

- **Preparación del sitio**: Se creará 15 empleos directos y 15 indirectos.
- **Operación y mantenimiento**: Se generarán 200 empleos directos y 50 indirectos, priorizando la contratación de personal local.

Además, la derrama económica incluye:

- Pago de trámites e impuestos a nivel federal, estatal y municipal.
- Adquisición de insumos, combustibles y materiales de construcción.
- Contratación de maquinaria pesada y servicios técnicos.

2.3 Valorización económica del ecosistema forestal

El análisis económico considera la pérdida temporal de recursos biológicos y su valor monetario en función del inventario forestal. Las actividades de restauración proyectadas incluyen una inversión significativa para asegurar la compensación de los servicios ecosistémicos perdidos, garantizando un equilibrio entre el aprovechamiento y la conservación.

3. Justificación Social

Satisfacción de la demanda de vivienda

La construcción de la Unidad Habitacional Militar responde a una necesidad urgente de vivienda para personal de la Guardia Nacional, lo que fortalecerá las capacidades operativas y la seguridad en la región. Su ubicación estratégica, cercana a la entrada de Chetumal, garantiza una conectividad óptima con la carretera federal y el aeropuerto, maximizando su funcionalidad y acceso.

Beneficio directo para las comunidades locales

El proyecto promoverá el bienestar de las comunidades aledañas mediante:

- La generación de empleos bien remunerados.
- La capacitación técnica del personal contratado, mejorando sus competencias laborales.
- La inversión en infraestructura complementaria, como caminos y sistemas de servicios básicos, que impactará positivamente en la calidad de vida de los habitantes.

Cumplimiento Normativo y Proyección Futura

El desarrollo del proyecto se alinea estrictamente con las disposiciones legales aplicables en materia ambiental y forestal, destacando su contribución al desarrollo sostenible de la región. A largo plazo, se espera que las medidas implementadas permitan no solo mitigar los impactos ambientales iniciales, sino también establecer un modelo replicable de aprovechamiento responsable del suelo.

El cambio de uso del suelo propuesto para el desarrollo del proyecto de la Unidad Habitacional Militar es técnica, económica y socialmente viable, con beneficios significativos para la región. Las estrategias de mitigación, restauración y compensación ambiental garantizarán un equilibrio entre el desarrollo humano y la conservación del entorno natural. Este enfoque integral permitirá construir un modelo de gestión sostenible que responda a las necesidades actuales sin comprometer los recursos de futuras generaciones.

CAPÍTULO VII.

MEDIDAS PREVETIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

VII.1. DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN

Durante las fases de construcción y operación de la Unidad Habitacional Militar (UHM), se implementará una serie de medidas técnicas y ambientales integrales para minimizar los impactos negativos sobre el entorno natural y social. En la fase de construcción, se priorizará el manejo adecuado de suelos y la prevención de procesos erosivos mediante la implementación de barreras físicas, como geotextil y cercas de sedimentación. Asimismo, se llevará a cabo la estabilización de taludes y áreas expuestas mediante la revegetación o la aplicación de coberturas temporales. Además, se controlarán las emisiones atmosféricas mediante el uso de maquinaria y vehículos con mantenimiento preventivo y riegos de terracería para inhibir la dispersión de polvo.

El manejo de residuos sólidos se abordará mediante la separación y clasificación de residuos (orgánicos, inorgánicos y peligrosos), contratando servicios autorizados para su disposición final. Asimismo, se protegerán los cuerpos de agua con sistemas de sedimentación y filtrado, evitando el vertido de sustancias contaminantes como aceites y combustibles. Para reducir el impacto acústico, se limitará el horario de uso de maquinaria ruidosa.

En la fase de operación se utilizarán sistemas de bajo consumo energético, como iluminación LED y electrodomésticos eficientes. El manejo de aguas residuales se garantizará con la instalación de plantas de tratamiento que cumplan con los estándares de calidad. Se fomentará la conservación de áreas verdes mediante la reforestación con especies nativas y programas de mantenimiento sostenible. La gestión de residuos sólidos se optimizará con programas de separación y reciclaje, junto con la colocación de contenedores diferenciados.

En cuanto a la biodiversidad, se implementarán medidas de mitigación como el rescate y reubicación de especies vegetales y animales, la creación de corredores biológicos y la restauración ecológica mediante la reforestación con especies nativas.

Estas medidas buscan garantizar un desarrollo sostenible y responsable, equilibrando las necesidades del proyecto con la protección del medio ambiente y el bienestar de la comunidad.

1. Durante la Fase de Construcción

Manejo de suelos y erosión:

- Implementará barreras físicas sobre el pedraplén (geotextil) para evitar la erosión del suelo.
- Estabilizará taludes y áreas expuestas mediante la revegetación.
- De 2.54has del área de CUSTF, 1.32 has son de área permeable, representando el 51% del área del proyecto.

Control de emisiones atmosféricas:

- Utilizar maquinaria y vehículos con mantenimiento preventivo para reducir emisiones.
- Realizar riegos, con pipas, como medida de mitigación y prevención de dispersión de polvo en el área del proyecto.

Manejo de residuos sólidos:

- Separará y clasificará los residuos (orgánicos, inorgánicos, peligrosos) para su disposición adecuada.
- Contratará servicios autorizados para la recolección y disposición final de residuos peligrosos.

Protección de cuerpos de agua:

- Instalar sistemas de sedimentación y filtrado para evitar que los sedimentos lleguen a ríos, lagos o mantos freáticos.
- Evitar el vertido de aceites, combustibles o productos químicos en el suelo o cuerpos de agua, integrando charolas de contención.

Reducción de ruido:

- Limitar el horario de uso de maquinaria ruidosa.
- Utilizar la maquinaria y los vehículos conforme a un cronograma de actividades para la mejor coordinación y limitación de su uso en el proyecto.

2. Durante la Fase de Operación

Uso eficiente de recursos:

- Utilizar tecnologías de bajo consumo energético (iluminación LED, electrodomésticos eficientes).

Manejo de aguas residuales:

- Instalar plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) para garantizar que el agua vertida cumpla con los estándares de calidad.

Conservación de áreas verdes:

- Reforestar con especies nativas para compensar la vegetación removida durante la construcción.
- Implementar programas de mantenimiento de áreas verdes (riego eficiente, poda controlada).

Gestión de residuos sólidos:

- Establecer un programa de separación y reciclaje de residuos para los habitantes de la unidad habitacional.
- Colocar contenedores diferenciados para residuos orgánicos, inorgánicos y reciclables.

3. Medidas de Mitigación para la Biodiversidad Protección de flora y fauna:

- Realizar rescates y reubicación de especies forestales y fauna silvestre antes de iniciar la construcción.

Restauración ecológica:

- Reforestar áreas degradadas con especies nativas para recuperar los ecosistemas afectados.
- Implementar programas de monitoreo de flora y fauna para evaluar la efectividad de las medidas.

VII.2. IMPACTOS RESIDUALES

El seguimiento, control y monitoreo son fundamentales para garantizar la efectividad de las acciones del Plan de Manejo Ambiental. Este proceso permitirá evaluar continuamente los impactos

del proyecto sobre los componentes ambientales y asegurar que las medidas implementadas cumplan con los objetivos establecidos. A continuación, se detallan los aspectos clave de este sistema:

1. Seguimiento de la Flora

- Acciones: Se realizará un monitoreo periódico de las áreas reforestadas y restauradas para asegurar la supervivencia de las especies plantadas y la recuperación de la vegetación nativa.
- Frecuencia: Inspecciones semanales durante el primer año y luego mensuales.
- Indicadores: Porcentaje de vegetación recuperada, tasa de supervivencia de las especies plantadas y diversidad biológica.

2. Monitoreo de la Fauna

- Acciones: Se llevará a cabo un seguimiento de las especies desplazadas para evaluar su adaptación y el uso de los corredores biológicos establecidos.
- Frecuencia: Evaluaciones cada seis meses.
- Indicadores: Comportamiento de las especies desplazadas, tasa de retorno o adaptación en las áreas adyacentes, observación de fauna en las zonas afectadas.

3. Control del Suelo y Carbono Edáfico

- Acciones: Se analizará la calidad del suelo y el contenido de carbono en las áreas intervenidas para medir la efectividad de las estrategias de restauración.
- Frecuencia: Análisis anuales de las muestras de suelo.
- Indicadores: Niveles de carbono edáfico, cambios en la estructura y calidad del suelo, signos de erosión.

4. Control de Emisiones y Calidad del Aire

- Acciones: Se implementará un monitoreo de la calidad del aire, enfocándose en la concentración de partículas suspendidas y gases contaminantes derivados de las operaciones de maquinaria durante la etapa de construcción.
- Frecuencia: Mediciones mensuales durante las fases de preparación y construcción.
- Indicadores: Niveles de material particulado, concentraciones de gases contaminantes, cumplimiento de normativas locales de calidad del aire.

5. Impacto Socioeconómico

- Acciones: Se realizará un seguimiento sobre las contrataciones y el número de empleados ejecutando la construcción del proyecto.
- Frecuencia: Reporte final al culminar la construcción del proyecto.

- Indicadores: Número de empleos directos e indirectos creados, monto invertido en salarios, insumos, y otros recursos económicos.

6. Evaluación y Ajustes

- Acciones: Se llevarán a cabo auditorías ambientales anuales para evaluar la implementación del Plan de Manejo Ambiental y su efectividad. Si se identifican desviaciones o impactos no previstos, se ajustarán las estrategias.
- Frecuencia: Auditoría anual.
- Indicadores: Cumplimiento de las metas del plan, resultados de las auditorías ambientales, ajustes implementados según las recomendaciones.

Este proceso de seguimiento, control y monitoreo tiene como fin garantizar la correcta implementación del Plan de Manejo Ambiental, permitiendo tomar acciones correctivas cuando sea necesario y promoviendo la sostenibilidad ambiental del proyecto a lo largo de su ejecución.

VII.4.- INFORMACIÓN NECESARIA PARA LA FIJACIÓN DE MONTOS PARA FIANZAS

De acuerdo con la normativa ambiental vigente (LGEEPA y REIA), antes de iniciar el proyecto es obligatorio presentar una garantía financiera que respalde la implementación de medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental.

Estimación económica total de los recursos:

El presente análisis detalla la estructura de inversión proyectada para la construcción y operación de la Unidad Habitacional Militar. Basada en los datos proporcionados en la tabla de inversión. Los costos están desglosados por concepto, incluyendo las etapas de preparación de sitio, construcción, operación y medidas de prevención y mitigación, con un total general de inversión estimado en $391,022,249.28.

Tabla 2. inversión del proyecto

Inversión para el proyecto Unidad Habitacional Militar (U.H.M)					
Concepto	**Inversión en etapa de preparación de sitio**	**Inversión en etapa de construcción**	**Inversión en etapa de operación**	**Inversión en medidas de prevención y mitigación**	**Inversión total por concepto**
Construcción Unidad Habitacional	$4,692,266.99	$132,947,564.75	$1,955,111.24	$21,506,223.71	$161,101,166.69
Áreas comunes	$3,519,200.24	$99,710,673.56	$1,955,111.24	$5,865,333.74	$111,050,318.78

Cisterna y tanque	$1,759,600.12	$49,855,336.78	$1,955,111.24	$5,865,333.74	$59,435,381.88
PTAR	$1,759,600.12	$49,855,336.78	$1,955,111.24	$5,865,333.74	$59,435,381.88
Total	**$11,730,667.48**	**$332,368,911.89**	**$7,820,444.99**	**$39,102,224.92**	**$391,022,249.28**

Estimación de Costos y Opciones Financieras

El proyecto Unidad Habitacional Militar (UHM) tiene una inversión inicial de $391,022,249.28 MXN. Para garantizar el cumplimiento de las obligaciones ambientales, se analizan diversas opciones financieras:

1. **Seguros**: Instrumento mediante el cual una entidad aseguradora compensa económicamente al asegurado en caso de ocurrencia de un evento estipulado en el contrato.
2. **Fianzas**: Mecanismo mediante el cual un tercero (fiador) garantiza el cumplimiento de una obligación económica o contractual.
3. **Fideicomiso**: Transferencia de activos a una entidad fiduciaria para su administración en favor de un beneficiario.
4. **Fondos de garantía**: Recursos económicos aportados por diversas entidades para asegurar el cumplimiento de compromisos específicos.
5. **Cartas de crédito**: Instrumento bancario que garantiza la disponibilidad de recursos financieros para atender obligaciones.
6. **Aval**: Compromiso de un tercero para responder por obligaciones en caso de incumplimiento del responsable.

Instrumento Recomendado

Se considera que la fianza es el mecanismo más adecuado para garantizar la aplicación de las estrategias ambientales calificada por instituciones federales ambientales como beneficiario en caso de incumplimiento.

Exclusión del Seguro

No se contempla la contratación de un seguro, ya que el objetivo es asegurar el cumplimiento de medidas ambientales y no cubrir un riesgo específico. Además, la legislación ambiental no clasifica las actividades del proyecto como riesgosas.

Conclusión

Otras opciones financieras fueron descartadas por su complejidad operativa o falta de regulación en el ámbito ambiental. La fianza garantiza la aplicación de las medidas de mitigación, prevención y compensación ambiental establecidas en el proyecto.

VII.4. ESTIMACIÓN DEL COSTO DE LAS ACTIVIDADES DE RESTAURACIÓN CON MOTIVO DEL CAMBIO DE USO DE SUELO

Estimación económica de flora y fauna

Durante la construcción y operación de la Unidad Habitacional Militar (UHM), se implementarán medidas técnicas y ambientales para minimizar impactos negativos. En la construcción, se priorizará el manejo adecuado de suelos, control de emisiones, y protección de cuerpos de agua. Se controlarán residuos y ruidos, y se estabilizarán áreas afectadas. En la operación, se promoverá la eficiencia de recursos con sistemas de captación de agua, reutilización y energías limpias. Se implementarán medidas de conservación de biodiversidad y programas de manejo de residuos.

Elaboración de Vivero y Reforestación para la Unidad Habitacional Militar (UHM)

El proyecto de reforestación para la Unidad Habitacional Militar (UHM) tiene una duración de 6 meses y contempla la reubicación y reforestación de flora en el área afectada por el cambio de uso de suelo. El proceso incluye la preparación del terreno, reforestación y reubicación de plantas, y la instalación de un vivero para la conservación de las especies nativas.

La cotización del proyecto abarca varios aspectos, como la preparación del terreno ($99,400 MXN), la reforestación y reubicación de flora ($156,200 MXN), y la provisión de equipo de protección personal y herramientas necesarias ($28,700 y $38,900 MXN, respectivamente). Se contempla también la contratación de personal especializado (16 personas) por un costo de $1,113,400 MXN, el uso de vehículos para el traslado de materiales y plantas ($135,100 MXN), y la provisión de cepas ($34,800 MXN).

El proyecto incluye un sistema de riego auxiliar para asegurar el desarrollo adecuado de las plantas ($49,200 MXN), así como un seguimiento con análisis, monitoreo y procesamiento de datos ($69,200 MXN). Asimismo, se establece la reposición de plantas ($73,800 MXN) y mantenimiento de las áreas reforestadas ($79,200 MXN) para asegurar la conservación de las áreas verdes a largo plazo.

El costo total estimado para el proyecto, incluyendo IVA y retenciones fiscales, asciende a $2,211,266 MXN. Esta inversión busca garantizar la restauración ecológica y la conservación de la biodiversidad en el entorno de la UHM.

Tabla 39. costo estimado de reforestación

Elemento	Costo (MXN)
Preparación de Terreno	$99,400
Reforestación y reubicación	$156,200
Equipo de Protección Personal (EPP)	$28,700
Herramienta	$38,900
Personal (16 personas)	$1,113,400
Uso de vehículos	$135,100
Cepas	$34,800
Evaluación	$89,200
Riego Auxiliar	$49,200
Análisis, Monitoreo y Procesamiento de Datos	$69,200
Reposición de Plantas	$73,800
Hidratación de Personal	$32,800
Botiquín	$6,200
Mantenimiento	$79,200

Elemento	Costo (MXN)
Total, a pagar	$2,006,100

Tabla 40. Costos de plantas para áreas verdes.

Nombre de la Planta	Cantidad (unidades)	Costo por Unidad (MXN)	Costo Total (MXN)
Mostera	30	$450	$13,500
Despeinada	35	$799	$27,965
Cicadas	10	$2,400	$24,000
Palma Areea	15	$380	$5,700
Marginata	20	$500	$10,000
Flor de mayo	10	$599.90	$5,999
Huano ornamental	30	$700	$21,000
Zamia	10	$2,200	$22,000
Helecho gigante	18	$2,000	$36,000
Palma chit	20	$1,600	$32,000
Total		-	**$198,164**

Tabla 41. Costo total de las actividades para la mitigación de impacto aplicado al área de mejoramiento de U.H.M.

Actividad	Reseña	Costo Total (MXN)
Plantas Ornamentales	Se adquirieron 198 unidades de 10 especies diferentes para embellecer las áreas verdes de la Unidad Habitacional Militar (UHM). Las plantas incluyen Mostera, Despeinada, Cicadas, Palma Areea, Marginata, Flor de mayo, Huano ornamental, Zamia, Helecho gigante y Palma chit.	**$229,870.24**
Composta (bagazo de caña)	Se compraron 1035 m³ de composta de bagazo de caña para mejorar la calidad del suelo en las áreas verdes. La composta se utilizará para enriquecer el terreno y promover el crecimiento saludable de las plantas.	**$229,870.24**
Colocación de Césped	Se colocará césped en un área total de 3,100 m² para mejorar la estética y funcionalidad de las áreas verdes. El costo incluye la instalación y el IVA.	**$395,560**
Total	Suma de los costos de plantas, composta y césped.	**$229,870.24**

Estimación del Costo de las Actividades de Restauración por Cambio de Uso de Suelo: Planificación a Largo Plazo

La estimación de los costos de las actividades de restauración por el cambio de uso de suelo incluye un enfoque integral basado en un seguimiento, control y monitoreo constante para asegurar la efectividad del Plan de Manejo Ambiental. Este proceso es clave para evaluar los impactos del proyecto y garantizar que las medidas implementadas cumplan con los objetivos ambientales. El seguimiento y monitoreo se estructuran a largo plazo para restablecer las funciones del ecosistema, como la recuperación del paisaje, la vegetación nativa, y la biodiversidad.

El sistema de seguimiento incluye:

1. **Flora**: Se monitoreará de manera periódica la supervivencia de las especies plantadas y la recuperación de la vegetación nativa, con inspecciones trimestrales el primer año y semestrales después. Se medirá la tasa de supervivencia y la diversidad biológica.
2. **Fauna**: Se evaluará la adaptación de las especies desplazadas y su uso de los corredores biológicos, con evaluaciones semestrales sobre el comportamiento de las especies y su retorno a las áreas afectadas.

3. **Suelo y Carbono Edáfico**: Se realizarán análisis anuales de la calidad del suelo y el contenido de carbono para medir la efectividad de las estrategias de restauración, observando cambios en la estructura del suelo y signos de erosión.
4. **Emisiones y Calidad del Aire**: Se monitoreará la calidad del aire con mediciones mensuales durante las fases de preparación y operación, evaluando los niveles de partículas suspendidas y gases contaminantes generados por la maquinaria y transporte.
5. **Impacto Socioeconómico**: Se hará un seguimiento trimestral de la creación de empleos y la derrama económica generada por el proyecto, asegurando que el proyecto beneficie a la comunidad local.
6. **Evaluación y Ajustes**: Se llevarán a cabo auditorías ambientales anuales para evaluar el cumplimiento del plan y ajustar las estrategias en caso de desviaciones o impactos no previstos.

Este proceso garantizará la correcta implementación del Plan de Manejo Ambiental, permitiendo la toma de acciones correctivas cuando sea necesario, y promoviendo la sostenibilidad ambiental del proyecto a largo plazo.

CAPÍTULO VIII.

PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

VIII. 1. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN PROYECTO

De acuerdo con el diagnóstico realizado para el sistema ambiental donde incide el proyecto, debido al incremento paulatino de la ciudad, existe una tendiente presión hacía los recursos naturales debido principalmente al cambio de uso de suelo no controlados lo que puede provocar la fragmentación de la selva de Quintana Roo, acelerando los procesos erosivos del suelo, con la

consecuente pérdida del soporte de la vegetación en general. El presente estudio tiene como principal objetivo la construcción de la unidad habitacional militar con fines de integrar a los militares de la Guardia Nacional Mexicanas para salvaguardar la integridad de la ciudadanía y proteger las obras y la ciudadanía de la ciudad de Chetumal en el Estado de Quintana Roo, cuyas actividades buscan cumplir con todos los lineamientos ambientales pegados a la ley.

Como puede verse en la imagen satelital obtenida de Google Earth en el año 2020, el área de estudio marcado con un triángulo rojo se logra apreciar la vegetación conservada a sus a los rededores.

Imagen 2. Vegetación forestal tomada de GOOGLE EARTH, 2020.

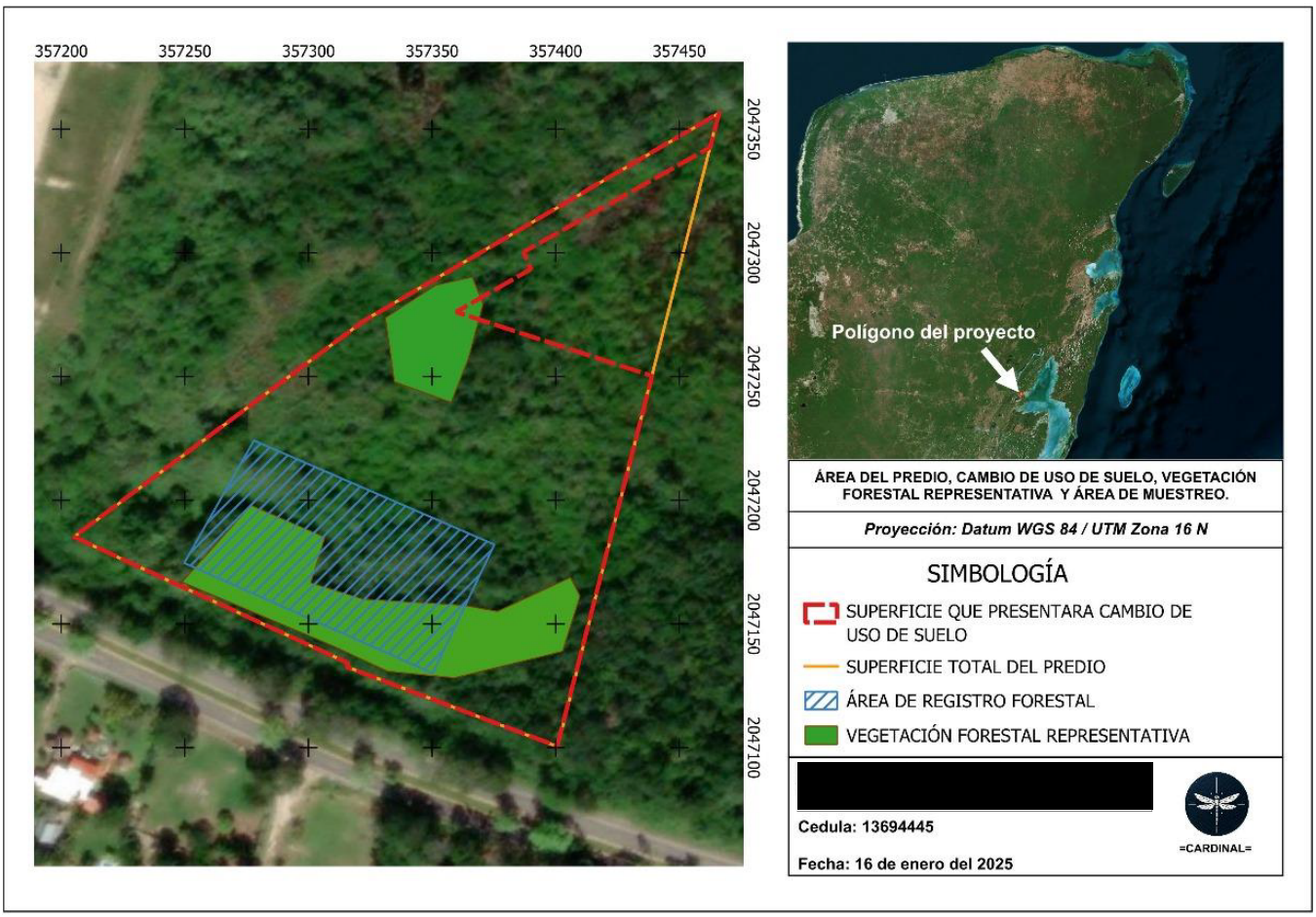


VIII.2 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO

Es seguro que existen un gran número de obras o actividades que para desarrollarse requieren tanto de autorización en materia de Evaluación del Impacto Ambiental (EIA) como de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF), lo cual implica presentar por cada una el trámite correspondiente ante unidades administrativas distintas, elaboración de dos estudios para analizar diversos aspectos ambientales del presente proyecto para Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).La modalidad B, corresponde a las obras o actividades señaladas en la fracción VII más las descritas en cualquier otra fracción del artículo 28, excepto la fracción V del propio artículo de la LGEEPA, y el trámite de autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

La construcción de la Unidad Habitacional Militar llevará consigo cambios en el uso de suelo, como por ejemplo la perdida de cobertura vegetal, eliminación de ejemplares, reducción de hábitat, desplazamiento de fauna, modificación del suelo, perdida de carbono en el suelo, contaminación por polvos y por gases.

Carta 6. Área del predio, cambio de uso de suelo, vegetación forestal representativa y área de muestreo



VIII.3 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CONSIDERANDO LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN

Como se mencionó en los párrafos pasados el área del proyecto corresponde a una superficie de **2.99 has,** de acuerdo con el polígono actual, localizado al sur de la ciudad de Chetumal Quintana Roo, capital del Estado, a un lado del Puente localizado en la avenida Álvaro Obregón. Área que requiere la remoción de la cobertura vegetal es de **2.54 has**. Como se puede observar en los anexos integrados en este estudio, la construcción de la Unidad Habitacional no modificará de manera drástica el escenario del área y espacios circundantes, por lo que el presente estudio y la aplicación de las medidas ambientales ayudarán a minimizar los potenciales impactos que pudieran producirse en el área del proyecto.

A continuación, se describirán las medidas de mitigación en cada una de las etapas del proyecto:

Tabla 42. Impactos y mitigación

Impacto generado	Medida de mitigación
Pérdida de cobertura vegetal	Como medida de mitigación a la perdida vegetal, se llevará a cabo un programa de reforestación con especies nativas en zonas que se contemplarán como áreas verdes dentro de la Unidad Habitacional.
Pérdida de ejemplares vegetales	Rescate de especies vegetales para la reubicación y el trasplante en áreas verdes.
Reducción de hábitat	El programa de reforestación sirve para generar hábitats de una gran cantidad de especies de fauna de igual manera contribuye a la conservación de especies en peligro de extinción.
Modificación del suelo	Reforestación y replantación de vegetación. Manejo adecuado de los residuos
Pérdida de carbono vegetal	Programa para la protección y restauración de ecosistemas.
Fauna	Programa de ahuyentado y reubicación de fauna previo a los trabajos de desmonte y despalme del sitio.
Residuos	Disposición adecuada de los residuos generados.
Contaminación atmosférica por gases	Mantenimiento preventivo a los equipos de trabajo.
Contaminación atmosférica por polvos	Transporte de materiales con volteos que tengan colocados sus lonas. Mantenimiento preventivo a los equipos y a las unidades de trabajo.

VIII.4 PRONÓSTICO AMBIENTAL

Del presente estudio se puede concluir que considerando las condiciones de los recursos naturales del área del proyecto, y como se ha mostrado en los capítulos anteriores, las zonas circundantes han tenido una degradación paulatina a través del tiempo por el crecimiento urbano y por las obras que se han construido para el mejoramiento urbano, por la cual la implementación del proyecto que promueve este estudio pretende desarrollarse de manera armoniosa con el ambiente y mediante la aplicación de las medidas de mitigación se podrá mejorar la calidad visual y paisajística del entorno, el presente estudio pretende que los trabajos de construcción esté bajo el cumplimiento de la normatividad ambiental para la protección y preservación de los recursos naturales aún existentes y presentes.

En materia de desarrollo:

El proyecto tendrá una vigencia de 50 años en la cual se desarrollarán actividades de preparación del sitio, de operación y mantenimiento.

En materia del medio ambiente:

El polígono del proyecto se encuentra fuera de las Áreas Naturales Protegidas, Federales, Estatales y Municipales, Sitios RAMSAR, Áreas de importancia para la conservación de las aves, mamíferos.

Se llevará a cabo siguiendo los lineamientos establecidos en la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) y su reglamento en Materia de Impacto Ambiental, la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, Nueva ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 5 de junio de 2018 TEXTO VIGENTE.

De igual manera cabe mencionar que el proyecto contará con áreas verdes distribuidas en diferentes puntos del proyecto de construcción, con especies de palmas como palma chit, (Thrinax radiata) con amenaza tipo (A), Huano (Sabal yapa) o flora que se encuentre bajo alguna categoría que fueron debidamente rescatadas antes de que se realice el impacto o cambio de suelo, esto para preservar su ecología y hábitat, exhortando a las autoridades correspondientes un manejo de prevención de conservación siendo el proyecto sustentable con el medio ambiente. Con la evaluación del inventario forestal y rescate de fauna se pretende realizar la estimación de lo que se pretende impactar para estimar la remediación de acuerdo con el estudio forestal, la

conservación de especies de fauna con los previos rescates en el área y análisis de comunidades ecológicas de vida silvestre incluyendo, aves de la región y aves migratorias.

En materia Socioeconómica:

Se tiene estimada una inversión aproximada de $391,022,249.28 (Trescientos noventa y un millones veintidós mil doscientos cuarenta y nueve, punto veintiocho pesos m.n.), lo que incluye el pago de salarios, el pago de tramites e impuestos federales, estatales y municipales, la adquisición de insumos y materiales, combustible, pago a talleres de mantenimiento de maquinaria y vehículos, compra de refacciones, contrato de maquinaria pesada y otros.

Con el proyecto se pretende crear una fuente de empleo en las diferentes etapas de construcción directa e indirectamente, se estima que durante la etapa de preparación del sitio y construcción se generen 15 empleos directos y 15 indirectos y en la etapa de operación y mantenimiento se generen 200 empleos directos y 50 indirectos.

Obtener una derrama económica temporal con la construcción de la unidad habitacional militar para beneficio del pueblo con base a ideologías del actual gobierno.

VIII.5 PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL

El propósito del monitoreo ambiental, enmarcado en el Programa de Manejo Ambiental, es generar información precisa y actualizada sobre el estado de los componentes ambientales en el área de influencia del proyecto. Este proceso incluye la evaluación de la eficacia de las medidas de protección, prevención y mitigación implementadas, conforme a los estándares establecidos en la legislación vigente y las técnicas e indicadores definidos en dichas normativas.

El monitoreo ambiental se realiza de manera periódica, integral y continua, con el objetivo de evaluar el estado de los recursos ambientales, identificar tendencias, analizar amenazas al entorno, determinar acciones para controlar los impactos y establecer un esquema para supervisar el progreso de las medidas adoptadas, así como para fundamentar la toma de decisiones orientadas a la preservación ambiental y la sostenibilidad de la infraestructura de transporte. Los elementos monitoreados incluyen agua, aire, ruido, suelo y biodiversidad, con indicadores alineados a estándares nacionales e internacionales que priorizan la protección de la salud humana y el entorno.

Objetivo General del PMA

El objetivo principal del PMA es verificar el cumplimiento por parte del Promovente (o entidad responsable de la construcción del proyecto) de las disposiciones establecidas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y sus reglamentos, en las siguientes áreas:

a) Impacto ambiental

b) Contaminación atmosférica
c) Manejo de residuos peligrosos y no peligrosos
d) Prevención y control de la contaminación de aguas
e) Emisión de ruido

Este cumplimiento se logra mediante la implementación de medidas destinadas a preservar, proteger, prevenir, mitigar y, en su caso, compensar o corregir los impactos ambientales generados durante el desarrollo del proyecto. Las medidas establecidas en el presente documento se estructuran de manera sistemática y organizada para garantizar su ejecución eficiente.

Implementación y Seguimiento de Medidas

La implementación de las medidas debe optimizar los recursos para garantizar su aplicación oportuna, estableciendo mecanismos de seguimiento y monitoreo a corto y mediano plazo que permitan evaluar la evolución de los impactos ambientales identificados y generados por el proyecto.

Para ello, es fundamental contar con un Supervisor Ambiental, respaldado por un equipo de especialistas sectoriales en manejo y conservación de suelos, flora y fauna, entre otros. Este equipo será responsable de:

- Supervisar la correcta ejecución de las medidas de mitigación
- Capacitar al personal de construcción en temas ambientales
- Coordinar las actividades de conservación
- Tomar decisiones ante imprevistos o impactos no contemplados, ajustando las medidas propuestas si es necesario
- Mantener comunicación constante con el Residente de Obra para garantizar la eficiencia en la aplicación de las medidas.

El equipo de profesionales también se encargará de:

- Vigilar y dar seguimiento a las actividades de protección de los componentes ambientales

- Impartir sesiones de sensibilización sobre la importancia del ecosistema, así como sobre seguridad e higiene

- Diseñar estrategias que mitiguen o prevengan impactos en diversos parámetros ambientales, promoviendo un entorno ambientalmente sostenible.

Planificación y Ejecución

El equipo deberá realizar sus actividades con la debida antelación a las tareas en el sitio del proyecto, asegurando el control y cumplimiento de las medidas de mitigación. Esto permitirá evaluar

los impactos reales y, de ser necesario, ajustar las medidas propuestas para garantizar la protección ambiental durante la ejecución del proyecto.

VIII. 6 SEGUIMIENTO Y CONTROL

Dada la incidencia de impactos ambientales en la etapa de preparación del sitio y construcción, en este apartado se aplicará el Programa de Vigilancia Ambiental. Cabe señalar que el programa tiene como base la aplicación del seguimiento que se dé a las medidas preventivas y de mitigación.

Para el seguimiento y control de cada uno de los programas se realizará reportes mensuales en cada una de las etapas del proyecto como estrategia y evidencia al cumplimiento a cada uno de los programas como:

- Seguimiento al manejo adecuado de todos los residuos generados en obra (almacenados en los centros temporales de acopio).
- Seguimiento al mantenimiento preventivo de las maquinarias
- Bitácoras de registro de especies vegetales rescatadas y reubicadas
- Bitácoras de especies de fauna silvestre rescatadas y reubicadas
- Reporte mensual del control del volumen de agua pluvial
- Reporte de especies vegetales reforestadas
- Seguimiento al uso y disposición de los residuos generados por el uso de los sanitarios portátiles
- Monitoreo constante de los niveles de ruidos y de la calidad de aire
- Vigilancia al cuidado del agua
- Reportes mensuales con evidencia fotográfica de cada uno de los programas ambientales.

Tabla 48. Programas ambientales

Programas de vigilancia ambiental	
Factor	**Tipo de actividad**
Suelo	Reporte mensual
Flora	Reporte mensual
Fauna	Reporte mensual
Aire	Reporte mensual
Agua	Reporte mensual

ANEXOS FOTOGRÁFICOS



Fotografía 1. Horizonte del suelo.



Fotografía 2. Registro de Oxybelis fulgidus.



Fotografía 3. Registro indirecto huellas de fauna silvestre.



Fotografía 4. Inspección del sitio.



Fotografía 5. Colocación de balizas para delimitar polígonos de registro de flora y fauna.



Fotografía 6. Registro forestal.



Fotografía 7. Registro de plántulas



Fotografía 8. Medición de plántulas.



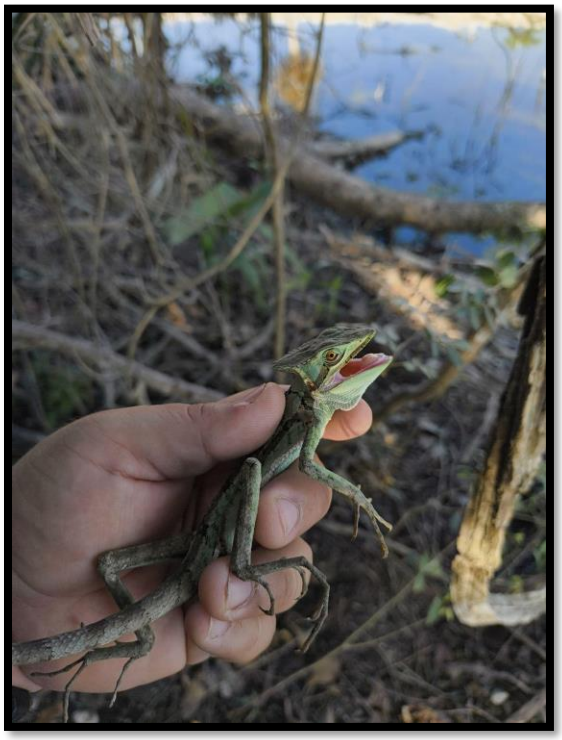
Fotografía 9. Colocación de cámaras trampa.



Fotografía 10. Configuración de parámetros para registro con cámara trampa.



Fotografía 11. Revisión de los registros de las cámaras trampa.



Fotografía 12. Registro de Laemanctus serratus



Fotografía 13. Registro y reubicación de Kinosternon acutum.



Fotografía 14. Registro directo de Iguana iguana



Fotografía 15. Registro de Pitangus sulphuratus



Fotografía 16. Registro de cámara trampa de Odocoileus virginianus