I. PROYECTO

Nombre: La Gran Palmera. Lotificación y urbanización de un desarrollo inmobiliario mixto de tipo privado con áreas recreativas y amenidades.

Ubicación: Tablaje Catastral 545 de la localidad y municipio de Dzemul, Yucatán.



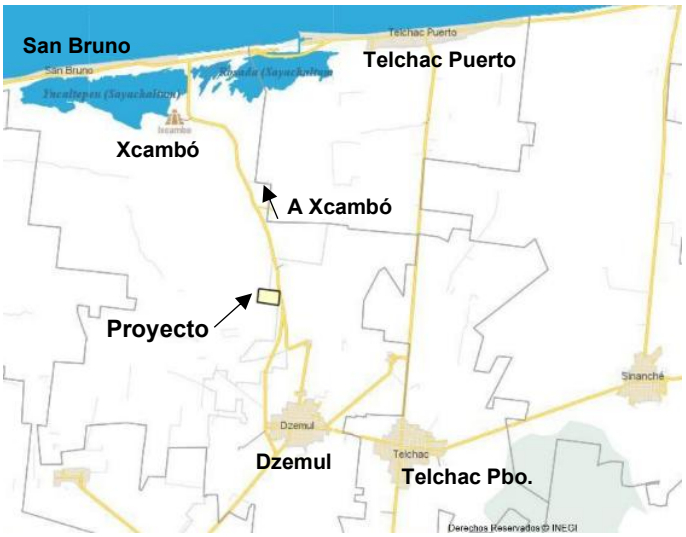

Figura 1. Ubicación general del polígono del proyecto. Se observan los núcleos urbanos más próximos y la afectación general del paisaje por los sistemas productivos de la zona (acciones agropecuarias), así como desarrollos inmobiliarios.

El predio se localiza a unos 4.5 km al norte de la actual mancha urbana de Dzemul. La ubicación geográfica del polígono del proyecto se presenta a continuación.

Tabla 1. Coordenadas del polígono del proyecto (UTM, datum WGS 84, Región 16 Q).

V	Longitud (X)	Latitud (Y)
1	259,639.871	2,352,196.120
2	259,648.551	2,352,124.141
3	259,593.591	2,351,667.436
4	258,804.371	2,351,798.324
5	258,862.211	2,352,294.968
1	259,639.871	2,352,196.120

Al polígono del proyecto se accede por la carretera Baca-Xtampú, tramo Dzemul-Xtampú, hacia el norte, a la altura del Km. 10.01 de esta vialidad, lado izquierdo.

Promovente: COPROPY, Sociedad Anónima de Capital Variable.

Naturaleza del proyecto:

Trata de la lotificación y urbanización de un desarrollo inmobiliario mixto de tipo privado con áreas recreativas y amenidades. De manera general, el proyecto contará con las siguientes obras: 290 lotes individuales, 7 macrolotes, Espacio para Villas-Hotel, 2 espacios para multifamiliares, cada una con 72 unidades; Vialidades, Casa club (parte de las amenidades), Laguna artificial (Crystal Lagoon), 16 espacios de amenidades (incluida la casa club), Planta de tratamiento de aguas residuales (en la esquina noreste del polígono), Área de disposición temporal de residuos, Caseta de acceso (vigilancia), Amplias áreas ajardinadas, y Área de conservación.

Los 16 espacios de amenidades estarán conformados de la siguiente manera (un espacio puede contener dos o más amenidades): Casa club, 2 canchas de pádel, 3 canchas de pickleball, Parque infantil, Pro-Shop de pádel, Cancha de futbol de arena, 2 canchas de futpong, Cancha de volleyball de playa, Área de asadores y picnic con baños, Parque extremo, 2 Áreas de descanso, Zona Zen, Área de ejercicio al aire libre y calistenia; y Cancha de fútbol.

Por su parte, la casa club contará con servicios tales como restaurantes, baños, recepción, oficinas administrativas, salón de eventos, salón VIP, sports bar, ludoteca, teens club, área de co-work, gimnasio, salón de usos múltiples, faro-mirador, cigar room, cava room, andén de carga y estacionamiento para 60 autos.

La laguna artificial (Crystal Lagoon) integra experiencia de playa, e incluirá un muelle y cabañas VIP. Se habilitará también un estacionamiento para scooters tipo golf.

El sitio del proyecto es un predio donde existió por muchos años un rancho (uso agropecuario), por lo que el área cuenta con vegetación perturbada.

Dimensiones del proyecto:

Tabla 2. Cuadro General de Áreas del Proyecto.

Obra	Superficie (m^2)	% de Ocupación
Área Prevista para Construcción (vendible, equipamiento, amenidades y áreas recreativas)	173,674.81	42.21
Área de Conservación	125,591.55	30.51
Área de Jardín	82,001.16	19.92
Área de Vialidades	30,313.57	7.36
Total	411,581.09	100.00

Tabla 3. Cuadro de Áreas para Construcción del Proyecto (vendible, equipamiento, amenidades y áreas recreativas).

Obra	Superficie (m^2)	% de Ocupación
Área Vendible (lotes de diversas dimensiones)	156,325.01	37.98
Amenidades diversas	6,854.96	1.66
Área de Lago Artificial (Crystal Lagoon)	4,001.03	0.97
Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)	312.00	0.07

Obra	Superficie (m^2)	% de Ocupación
Área de Disposición de Residuos (almacenamiento temporal)	144.00	0.03
Área de Banqueta	6,037.81	1.50
Total	173,674.81	42.21

Las acciones de desmonte y despalme del presente proyecto ocurrirán en los 30,313.57 m^2 de las vialidades, 6,854.96 m^2 de áreas recreativas y amenidades, 4,001.03 m^2 de lago artificial, 312.00 de la PTAR, 144.00 del almacén temporal de residuos, y 6,037.81 de banquetas.

Esta superficie total de 47,663.37 m^2 es en la que se perdería la vegetación actualmente presente y el suelo natural permeable asociado, equivale al 11.58% del terreno, derivado de las acciones de este proyecto de lotificación y urbanización. A futuro, los 156,325.01 m^2 que corresponden a los lotes o área vendible del proyecto serán objeto de desmonte y despalme también, cuando cada propietario o desarrollador realice sus propios proyectos en los mismos. En esta etapa de lotificación y urbanización no se integran los desarrollos específicos de los lotes (área vendible), puesto que no se conocen sus usos específicos y particularidades.

Derivado del presente proyecto de lotificación y urbanización, la superficie de 47,663.37 m^2 (11.58% del terreno) es en la que se perdería la vegetación actualmente presente y el suelo natural permeable asociado. De manera que 363,917.72 m^2 (88.42% del predio) se mantendrá como natural permeable con la vegetación y suelo del sitio.

A futuro, cuando todo el proyecto se encuentre desarrollado, incluso las áreas vendibles, el máximo de área que perdería la vegetación y suelo naturales, sería de 203,988.38 m^2 que corresponde al 49.56% del polígono total. De modo que el mínimo de área que permanecerá permeable con sustrato y vegetación naturales dentro del polígono serán los 207,592.71 m^2 que conforma el 50.44% del terreno, correspondiente al conjunto de las áreas de conservación y áreas verdes ajardinadas.

El predio fue previamente desmontado para su uso como rancho por parte del propietario anterior. Se dejará como superficie de conservación la parte oeste del polígono, identificada como la más conservada o con mejor recuperación. Dado su uso previo como rancho, existen caminos internos y una construcción que funcionaba como cuarto de equipos. También se cuenta actualmente con un pozo con brocal.

Lotificación: La división o lotificación del predio se realizará mediante mojoneras, sin barreras físicas infranqueables para la fauna. Mediante equipo topográfico y georreferencia se delimitarán las áreas del proyecto, procediendo a la obra civil correspondiente y manteniendo las áreas intactas según el diseño de ubicación de los polígonos de conservación y de áreas ajardinadas.

Las mojoneras integrarán la nomenclatura o identificación de cada lote y macrolote. En las vialidades se conformarán las zanjas de distribución futura de servicios (para agua y energía eléctrica), de modo que se contará con la preparación para su distribución a todos los lotes de área vendible. En el caso de los lotes o espacios para amenidades y áreas recreativas, la dotación de estos servicios estará disponible desde el principio de su operación, según el programa de obra específico.

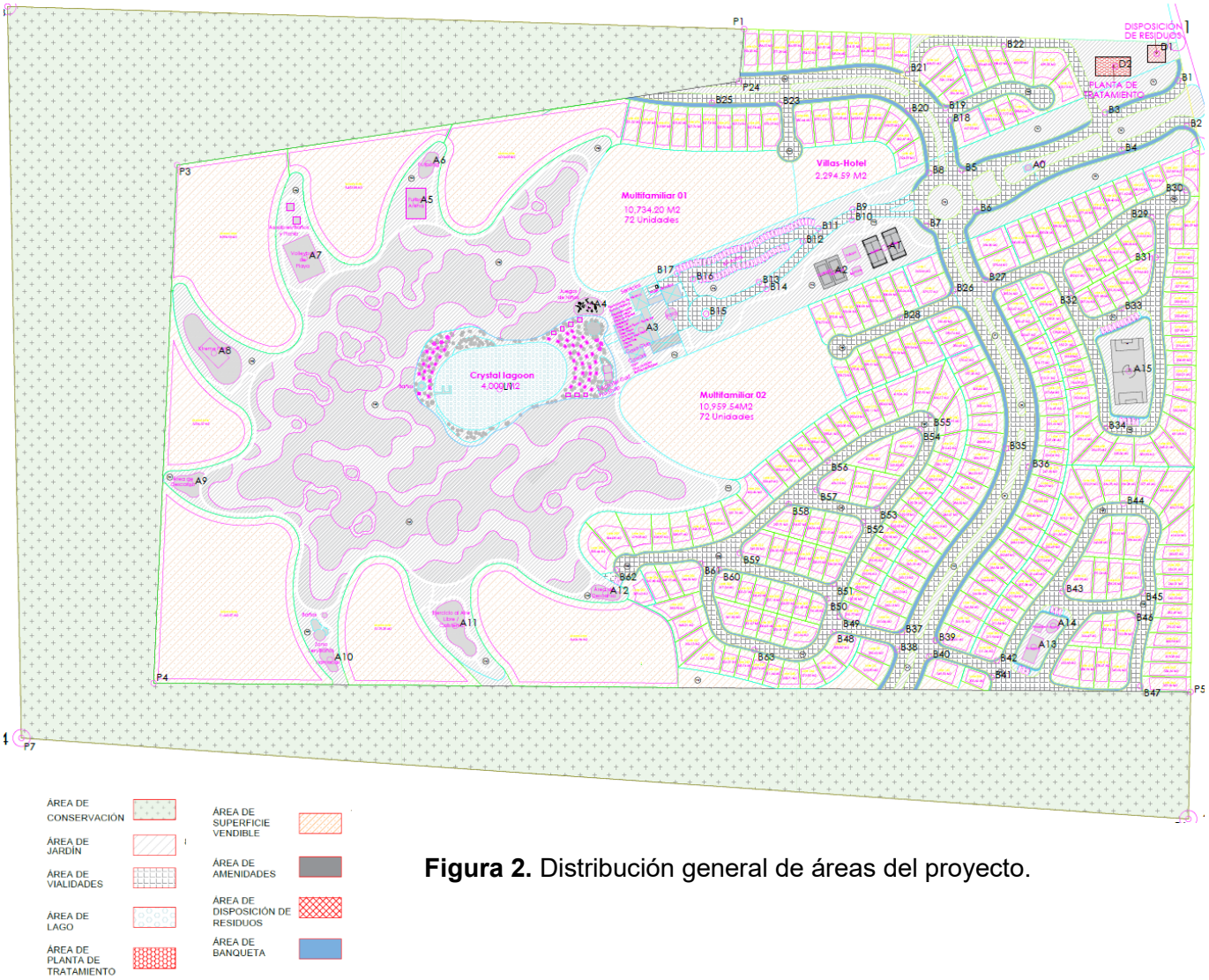

Figura 2. Distribución general de áreas del proyecto.

Los usos ya definidos para algunos lotes mayores, tales como el que contendrá las Villas-Hotel y los dos espacios para multifamiliares; así como los lotes para amenidades (área no vendible) incluyendo la casa club, son los únicos ya establecidos. Los demás lotes son de uso mixto y que en su momento serán sometidos

Urbanización: La urbanización consistente en la dotación de vialidades permeables internas, energía eléctrica de baja tensión, plantas de tratamiento de aguas residuales, áreas de resguardo temporal de residuos sólidos urbanos, alumbrado público y señalización vial. Las vialidades internas serán blancas (terracerías compactas con banquetas) y se incluyen amplias áreas verdes de conservación y ajardinadas.

Se contempla también, al menos en el área de casa club, la implementación de paneles solares para la generación y abastecimiento de mínimo el 10% de energía eléctrica que requieren las instalaciones para su operación.

El proyecto prevé la construcción y operación de una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR). Cada lote (vendible) contará con un sistema SITAR DLD14 con registro clorador adicionado para tratamiento terciario. Este efluente será conducido posteriormente a la PTAR que contará con pozo de absorción del agua tratada resultante. Para el control y manejo de residuos se contará con un almacén temporal de residuos sólidos urbanos (ATRSU) para todo el desarrollo.

Vialidades: Las vialidades internas del proyecto serán de terracería compacta y se conformarán a 60 cm sobre el nivel del terreno. Se conformarán en 30,313.57 m^2 del terreno (7.36% del predio).

La avenida central de acceso tendrá un ancho total de 34.57 m, conformándose por dos calles separadas por un camellón central y con banqueta. Este camellón serán espacios ajardinados. Incluye retornos y una glorieta de distribución al entroncar con las avenidas secundarias. A partir de esta avenida principal o de acceso, las avenidas secundarias distribuirán el flujo hacia el norte y el sur. Estas avenidas tendrán 24 m de ancho incluyendo el camellón central. Posteriormente, las calles terciarias que parten de estas avenidas secundarias, tendrán un ancho de 9.5 m y rematarán en una glorieta de retorno (o cul-de-sac). A partir de la glorieta del acceso principal, parte la vialidad que conducirá hacia la casa club y la laguna artificial, así como amenidades cercanas. Ésta tendrá una amplitud de 6.5 m, rematando en una glorieta en el acceso a la casa club.

Las vialidades tendrán el drenaje pluvial adecuado para evitar afectaciones a la superficie rodamiento, además de los pasos de agua y pasos de fauna donde se defina necesario. En las secciones que potencialmente acumulen agua en la temporada lluviosa, se conformarán pozos pluviales.

Casa Club: La casa club contará con servicios tales como restaurantes, baños, recepción, oficinas administrativas, salón de eventos, salón VIP, sports bar, ludoteca, teens club, área de co-work, gimnasio, salón de usos múltiples, faro-mirador, cigar room, cava room, andén de carga y estacionamiento para 60 autos.

Laguna artificial (Crystal Lagoon): La laguna artificial (Crystal Lagoon) integra experiencia de playa, e incluirá un muelle y cabañas VIP. Se habilitará también un estacionamiento para scooters tipo golf. Esta amenidad incorpora una experiencia de playa idílica en el proyecto, con una laguna artificial a un costo significativamente menor que el de una piscina tradicional. Comparado con una piscina tradicional, esta propuesta tiene un costo de construcción muy bajo, costo bajo por reemplazo de equipos, mínimo consumo de energía y costo de mantenimiento, sin requerir cuarto de máquinas ni sistema de filtración centralizado.

Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR): Se ubicará en la esquina noreste del polígono, ocupando una superficie de 312.00 m^2, en posición cercana al sitio de disposición temporal de residuos peligrosos (almacén temporal) con que contará también el desarrollo.

Las aguas residuales generadas durante la habitación de los lotes y operación de las amenidades y de las áreas recreativas que se conformen en el predio, serán tratadas mediante sistemas individuales de tratamiento tipo SITAR DLD14 con registro clorador (tratamiento terciario) y posteriormente enviadas (las aguas tratadas) a la PTAR del

complejo. Posterior a este tratamiento completo, las aguas residuales tratadas se enviarán a pozo de absorción.

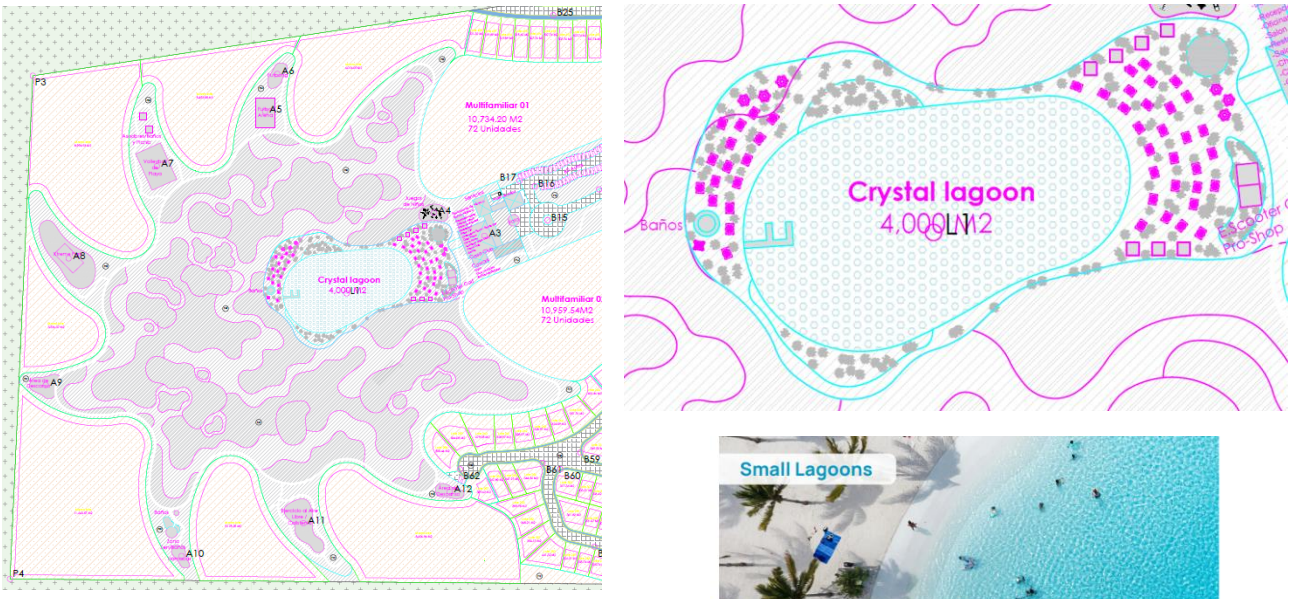

Figura 3. Laguna Artificial. Ubicación en el polígono del proyecto y propuesta general.

El agua que resulte de los cambios de este sistema, será colectada para su uso como riego de las áreas verdes.

Se recalca que, aunque el proyecto prevé la construcción y operación de una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR), cada lote (vendible) contará con un sistema SITAR DLD14 con registro clorador adicionado para tratamiento terciario. Este efluente será conducido posteriormente a la PTAR que contará con pozo de absorción del agua tratada resultante.

Área de disposición temporal de residuos: El almacén temporal de residuos se ubicará en la esquina noreste del polígono, ocupando una superficie de 144.00 m^2, en posición cercana a la PTAR del desarrollo. En este elemento se resguardarán temporalmente los residuos (RSU y RME) generados previo a su envío a disposición final durante la etapa de operación del proyecto. Este elemento contará con todas las especificaciones aplicables de acuerdo con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento. Entre otros elementos, estará delimitado físicamente, con techo y piso impermeable, ventilado y con acceso controlado para favorecer su segregación, evitar la dispersión de residuos, su mezcla inadecuada y la entrada de fauna silvestre o suburbana.

Áreas de Conservación y Áreas Verdes Ajardinadas: De la superficie total de 411,581.09 m^2 con que cuenta el polígono, el área de conservación del proyecto (125,591.55 m^2) representa el 30.51%. Asimismo, el área de Jardín (área verde ajardinada) del proyecto constará de 82,001.16 m^2, lo que corresponde al 19.92% del polígono. Ambas superficies en conjunto mantendrán la vegetación y sustrato naturales presentes en el polígono del proyecto.

Las acciones de desmonte y despalme no tendrán lugar en estos 207,592.71 m^2 que conforman el 50.44% del terreno correspondientes a las áreas de conservación y verdes ajardinadas, es decir, no serán afectadas y mantendrán sus características actuales de cobertura vegetal y sustrato.

El área de conservación (30.51%) se distribuye en el perímetro del predio, particularmente en los bordes sur, oeste y norte de la poligonal, conformado como un solo polígono de conservación que colinda directamente con los predios vecinos. En el límite o borde este del predio no se conforma área de conservación puesto que se colinda directamente con la carretera Dzemul-Xtampú.

Las áreas verdes ajardinadas (19.92%) se distribuirán en varias secciones del desarrollo. Aunque la porción mayor es central, en el perímetro de la laguna artificial, también existirán áreas ajardinadas en las vialidades como camellones y glorietas; así como en el perímetro de todas las amenidades del desarrollo.

Tanto el polígono de conservación como las áreas verdes ajardinadas se conformarán como zonas de enriquecimiento vegetal, adicionando a la vegetación nativa presente, especies también nativas de importancia regional pero que aporten como hábitats para la fauna y sitios de refugio y alimentación.

Sistema de captación de lluvia: Se implementará un sistema que recolecta el agua de lluvia que cae por los bajantes de techos en el área de la casa club. El agua se conducirá a través de una tubería hasta llegar al filtro de hojas, donde una malla metálica separa hojas, cabello, tierra y otros elementos que puede contener la lluvia. Enseguida pasa al separador de primeras lluvias, este evita que residuos y contaminantes pasen al tanque de almacenamiento. Esta agua será utilizada para riego de áreas verdes ajardinadas.

Amenidades: También las áreas verdes ajardinadas, en la práctica, se conformará como un bioparque, ya que funcionará como área de educación ambiental, con señalética educativa sobre la flora y fauna local además de senderos para caminar. Entre las amenidades, que estarán distribuidos por todo el desarrollo, se cuenta con espacios deportivos tales como las canchas de pádel, las canchas de pickleball, la cancha de futbol de arena, canchas de futpong, cancha de volleyball de playa, cancha de fútbol y el área de ejercicio al aire libre y calistenia. También se cuenta con espacios de esparcimiento como un parque infantil adyacente a la casa club y a la laguna artificial; un área de asadores y picnic con baños; un parque extremo, las dos áreas de descanso y la zona zen. Asimismo, se contará con un espacio comercial específico (Pro-Shop de pádel).

Dotación de servicios: Como parte de la urbanización, en el espacio de las vialidades permeables internas se construirán las zanjas de distribución de servicios al desarrollo o complejo, como la energía eléctrica de baja tensión y la preparación para la red de distribución de agua potable y de tubería de drenaje hacia la PTAR. Asimismo, dicha zanja

contendrá la red de electrificación para el alumbrado público (postes de luminarias). La señalización vial es parte del diseño de la urbanización. Se incluye la señalética restrictiva, informativa y preventiva vertical, pasos peatonales y reductores de velocidad, pasos de fauna, entre otros elementos.

Programa general de trabajo

Tabla 4. Programa general de trabajo en modelo de bimestres (modelo de 30 bimestres aplicable a los 90 bimestres totales).

	ACTIVIDADES	Bimestres																												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN	Desmonte y Despalme																														
	Excavaciones																														
	Vialidades internas (Nivelaciones y Compactaciones)																														
	Construcción de acceso - conexión con carretera																														
	Drenaje pluvial																														
	Instalación eléctrica																														
	Señalización y limpieza																														
	Lotificación (ubicación de mojoneras; topografía y señalización de lotes)																														
	Construcción de amenidades y áreas comunes menores																														
	Áreas verdes y de Conservación, conformación y enriquecimiento																														
	Amenidades mayores (casa club y laguna artificial)m incluye edificaciones																														
	Alumbrado público																														
OPERA-CIÓN	Venta de lotes																														
	Mantenimiento de Infraestructura																														
ABAN-DONO	Desmantelamiento y abandono	La obra se considera de uso permanente vinculado al éxito de ventas																													

Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)

El proyecto integrará una PTAR modular tipo Biorreactor MBBR con lodos activados y membranas de ultrafiltración. Se trata de un sistema para tratamiento de aguas residuales generadas hasta por 12,000 personas. Se calcula que el proyecto, en su etapa plena o completa de su operación, contará con hasta 10,000 personas. Para el presente proyecto

se pretende la conformación de un sistema de tratamiento mediante cuatro módulos MBBR, cada uno con capacidad de tratamiento a 3,000 habitantes, de modo que se logrará el tratamiento para una población de hasta 12,000 habitantes.

El proceso de tratamiento de esta PTAR se describe en general a continuación:

Las aguas residuales crudas ingresan y pasan a través del equipo de pantalla. La pantalla se compone de barras de metal dispuestas en paralelo o inclinadas para bloquear partículas grandes o impurezas sólidas, evitando la obstrucción del equipo de tratamiento posterior. Posteriormente el agua residual entra al tanque MBBR que se llena con rellenos. Los microorganismos forman biopelículas en la superficie de los rellenos para degradar la materia orgánica.

El agua tratada fluye después al tanque de sedimentación secundario, donde los sólidos suspendidos y el lodo biológico se separan por sedimentación por gravedad. El agua que sale de este tanque entra en la unidad de prefiltración para eliminar adicionalmente las partículas pequeñas y los sólidos residuales suspendidos que no se asentaron completamente en el tanque de sedimentación secundario. Saliendo de la prefiltración, el agua en tratamiento pasa al filtro de arena, que elimina aún más los sólidos en suspensión, las sustancias coloidales y los microorganismos del agua.

Después de esta etapa, el agua pasa al filtro de carbón activado, donde la alta capacidad de adsorción de este carbón elimina la materia orgánica, el cloro residual, los olores y algunos iones de metales pesados del agua. Todo lo anterior ocurre en cada módulo del sistema reactor MBBR.

El agua resultante pasará al tratamiento terciario implantado en el exterior. Finalmente, el agua entra al tanque de agua limpia (o con tratamiento finalizado).

Equipamiento complementario: Se integra en esta PTAR un decantador lamelar que incluye la bomba para extracción de lodos y una cabina de control. Esta cabina contará con sistema de aireación mediante sopladores, sistema de dosificación de floculante, equipos de medición y control, así como un cuarto eléctrico de fuerza y maniobra con PLC con control remoto para la gestión autónoma y remota de la planta.

El objetivo de la planta es conseguir efluentes tratados aptos para el riego de las áreas verdes. Las características del pozo de descarga estarán sujetas a la aprobación por parte de CONAGUA a través del correspondiente permiso de descarga y de obras.

- **Pozo de aprovechamiento y de descarga (modelos)**

El pozo de aprovechamiento de agua del subsuelo previsto para el abastecimiento de la casa club inicialmente y despúes para la distribución a los lotes vendibles, tendrá las características generales que se presentan en la imagen siguiente.

Como se observa en la imagen, el pozo de descarga propuesto por el proyecto tendrá una profundidad de hasta 120 m, con ademe ranurado para dispersión del agua tratada desde los 80 m de profundidad en la zona de agua salina del manto. En el manto dulce, el pozo contará con ademe ciego y será cementado, de modo que no se contamine ni cuase mezcla de los mantos.



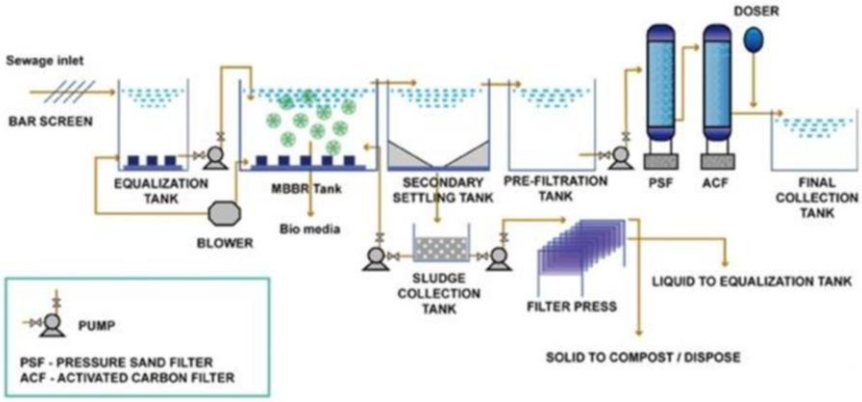

Figura 4. Imágenes de ejemplo y detalle del proceso de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) a instalar como parte del proyecto para el tratamiento final de las aguas residuales a generar.

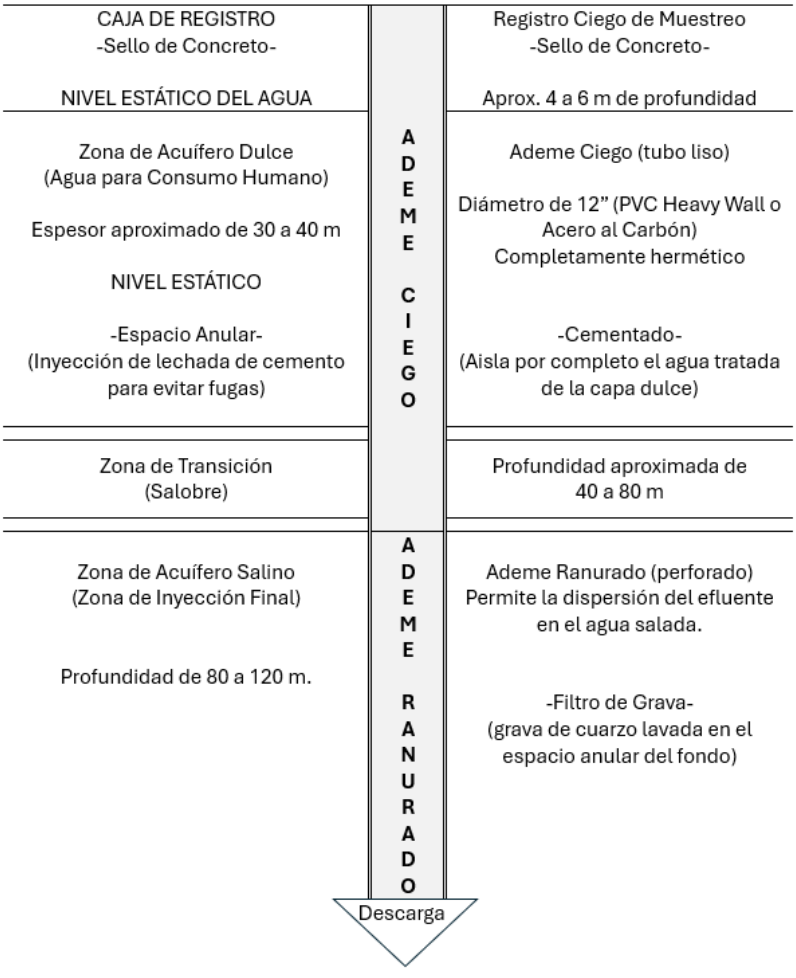

Figura 5. Esquema de detalle del pozo de descarga (absorción) de agua tratada al subsuelo, propuesto para el proyecto.

II. Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán (POETCY)

El predio del proyecto se encuentra inmerso en la UGA denominada DZE08-SEL_C3. En esta UGA, la política es de Conservación con aprovechamiento de muy baja intensidad. Entre los usos Compatibles para esta UGA se encuentran el Turismo alternativo (hoteles, vivienda multifamiliar y servicios ambientalmente compatibles), la Vivienda Unifamiliar, el Turismo tradicional de mediano impacto (hoteles, vivienda multifamiliar, restaurantes, venta de artesanías y servicios conexos) y los Desarrollos inmobiliarios de acuerdo con la Ley de Desarrollos Inmobiliarios del Estado de Yucatán. Los usos de suelo pretendidos por el presente proyecto no se contraponen a las políticas y usos compatibles determinados por esta UGA.

III. IMPACTOS AMBIENTALES

La metodología que se implementó fue tomada de Glasson, *et al.* (1999), Petts (1999) y Byron (2000), así como de Cantú-Martínez (2000).

Descripción de los Impactos

Calidad del Aire: En la actualidad ocurre la emisión de gases y partículas debido al tránsito vehicular en la vialidad de la zona, conformada por la Carretera Dzemul-Xtampú, de tal forma que los impactos sobre esta variable ambiental están dados por el tráfico de automotores generado por las actividades del proyecto, mismo que se acumula al tráfico actual de la zona. Consecuentemente existe un incremento puntual y temporal en dichas emisiones debido a la operación de vehículos, maquinaria y remoción de polvo durante la operación de maquinaria pesada sobre suelo natural o no compactado. Se prevé que ocurra una fácil dispersión de las emisiones ya que no existen barreras físicas tipo elevaciones o accidentes de relieve que lo impidan. Considerando el volumen vehicular generador de gases debido al proyecto, se provoca un impacto bajo.

El transporte de materiales pétreos y su disposición a granel en el sitio del proyecto, contribuye a la generación de polvos en el ambiente urbanizado local colindante si no se observa un adecuado manejo de los mismos, considerando el viento de la zona. Se emiten hidrocarburos, monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno, entre otros, por parte de los automotores en funcionamiento; así como la dispersión del polvo removido por las acciones de despalme, excavaciones o perforaciones mediante maquinaria pesada. También, durante la construcción, el trasvase o movimiento de materiales finos de construcción, por acción del viento, son dispersados fuera del área del proyecto. Las excavaciones y cimentaciones serían fuentes de polvos o finos del sustrato que se dispersan localmente.

Se prevé que estas emisiones sean de dispersión rápida y corto alcance, considerando las dimensiones de las fuentes y que en las colindancias del área de afectación.

Calidad del Agua Subterránea: Es probable que por las excavaciones se conformen conductos hacia el subsuelo-manto freático y que permitan la contaminación del mismo por residuos, o derrames/fugas de hidrocarburos o de cualquier otra sustancia peligrosa contaminante. En el mismo sentido, la operación de maquinaria en el sitio puede generar infiltraciones al suelo y luego al subsuelo en caso de lixiviados, fugas o derrames.

Por otro lado, durante la preparación y construcción se utilizarán letrinas portátiles y mantenimiento a maquinaria para evitar fugas, lixiviados o contaminación con residuos sanitarios.

La exposición del manto freático puede provocar contaminación directa al agua subterránea como la acumulación de sedimentos, el uso de productos químicos para su mantenimiento o la presencia de residuos. Para mitigar estos impactos negativos, es fundamental realizar estudios hidrogeológicos previos (en los anexos técnicos se presenta el estudio geohidrológico), diseñar el lago de manera adecuada, implementar sistemas de monitoreo y tratamiento de aguas residuales, y promover la restauración de la vegetación circundante. Además, la participación activa de la comunidad local es esencial para garantizar la sostenibilidad del proyecto a largo plazo.

Características del Suelo: Las acciones del proyecto inciden directamente y en primer término sobre este componente ambiental, dado que el desmonte, el desmalezamiento o nivelación-compactación, así como la excavación provocarán la pérdida de cubierta de suelo natural en las áreas de infraestructura según diseño del proyecto.

Las características microambientales del sustrato local cambian al eliminarse los sistemas radiculares debido a las acciones de eliminación de herbáceas y remoción de sustrato. Las excavaciones, cimentaciones e impermeabilizaciones, crean características distintas del suelo natural debido a las propiedades del concreto hidráulico o al pavimento. La nivelación-compactación modifica los drenes naturales del terreno.

Asimismo, es latente el riesgo de derrame de hidrocarburos provenientes de la maquinaria de construcción que opere en las etapas iniciales del proyecto.

Toda la infraestructura civil a implementar redunda en la ocupación de áreas de suelo y vegetación natural, así como la modificación de la estructura del sustrato en las áreas de afectación. Considerando que el proyecto prevé áreas verdes, se contará con superficie permeable natural. De hecho, los lotes que resultarán se mantendrán con su cobertura vegetal y de suelo natural permeable hasta que cada adquirente o propietario lo desarrolle (acciones que son parte de este proyecto de lotificación y urbanización).

Existe el riesgo de la dispersión de los desechos sólidos urbanos o de manejo especial en caso de no existir medios y procedimientos para su adecuado control. Desde el punto de acopio temporal de residuos que se habilite podrían ocurrir vertimientos, infiltraciones, lixiviados o dispersiones hacia áreas con suelo natural o hacia las colindancias, por lo que los sistemas de contención de residuos líquidos o sólidos, así como los sistemas de protección deberán ser adecuados y sujetos a supervisión periódica.

Entorno Acústico: En la mayor parte de las etapas del proyecto se genera contaminación por ruido, aunque de manera poco significativa y temporal. El funcionamiento de vehículos, maquinaria y equipos en el área del proyecto durante la etapa de preparación y construcción incrementa de manera temporal los niveles de ruido existentes de manera local.

La contaminación acústica en el sitio presentará un incremento debido a la obra (excavaciones), ya que la implementación de la misma involucra la utilización de la maquinaria pesada y otros vehículos relacionados con la construcción. Aunque dichas actividades no representan un problema significativo desde una panorámica de la zona ya

que el efecto del ruido es reversible en cuanto éste cesa, minimizando la sinergia que pudiera existir con otros generadores de contaminación acústica presentes en la zona.

De hecho, la carretera de acceso al sitio, que colinda directamente con el terreno, es una vialidad de mucha importancia en la zona, siendo paso de transporte privado y público diverso (incluso pesado), así como de toda la carga vehicular que conduce a la zona de la costa yucateca. De esto se desprende que el nivel sonoro existente en la actualidad es de moderado a bajo en algunas partes del día, no siendo el proyecto el causante primario de esta situación.

Vegetación: El desmonte y el despalme, así como la compactación-impermeabilización posterior del sustrato, eliminará la vegetación en las áreas de desplante de infraestructura permanente del proyecto y evitará la recolonización natural de la superficie. El desmonte en las áreas de implementación de infraestructura (desplante de obras) provocará el cambio del uso del suelo que a su vez modificará el microclima. Posteriormente, las acciones de obra civil que impliquen la ocupación y sustitución del suelo natural afectan esta variable ambiental debido a que impedirán la recolonización de tales áreas por la comunidad vegetal y que se inicien las etapas serales.

Las acciones de mantenimiento que tendrán lugar para que la infraestructura permanezca en condiciones óptimas, provocarán la permanencia de las mismas en el área, de modo que se impide la reconformación de cobertura vegetal, lo cual continúa el impacto generado por el desmonte y despalme en las áreas de desplante.

Se mantendrán áreas verdes con vegetación natural en el polígono y se plantea el rescate de individuos vegetales de tallas adecuadas en las superficies de afectación para su reintegración en el polígono. Las áreas verdes contarán con vegetación natural y sustrato permeable, recibirán acciones de reforestación o de enriquecimiento vegetal con especies nativas y del ecosistema de la región. Es importante mencionar que: el predio fue un rancho ganadero, por lo cual presenta áreas con estructuras propias del rancho y áreas con graneas donde pastoreaba el ganado.

Fauna: La fauna terrestre es afectada por la pérdida parcial de vegetación y la modificación del sustrato pues el hábitat será modificado en las áreas de implementación de infraestructura del proyecto, incluyendo por tanto afectaciones a posibles madrigueras o sitios de alimentación que esta cobertura pueda generar. Sin embargo, esta pérdida de cobertura vegetal será poco significativa en el contexto de todo el polígono. La fauna presente en el sitio, de afinidad suburbana-semisilvestre, se espera se disperse a lugares aledaños con vegetación.

Los trabajos de remoción de sustrato, excavación, nivelación y compactación, así como todos los que impliquen traslado y funcionamiento de maquinaria y automotores, pueden provocar lesiones a la fauna que se encuentre en el sitio de trabajo durante la actividad de dicha maquinaria, particularmente a los individuos de hábitos fosoriales, reptantes y de desplazamiento lento que se encuentren en el sitio.

Las afectaciones a la fauna por la modificación del hábitat, que particularmente se traducen en el desplazamiento de los individuos que puedan estar presentes en el sitio de desplante del proyecto, se consideran acumulativos dada la movilidad de estos organismos y su relación de uso de las colindancias dado su ámbito hogareño, particularmente en el caso de las aves.

Por otro lado, la generación de residuos sólidos y restos de alimentación puede propiciar la proliferación de especies de fauna nociva (ratones, cucarachas, etc.). Incluso la presencia de la fauna suburbana en el sitio (aves y reptiles) puede atraer gatos o perros ferales, por lo que se deberá contar con medidas de prevención de proliferación de los mismos.

No se prevé conformar bardas perimetrales al predio, de modo que no existirá una barrera importante para la dispersión libre de la fauna hacia y desde el polígono; sin embargo, se prevé que a futuro, la delimitación física de los lotes esté conformada por celosías o equivalentes, que permitirán el paso de fauna presente (reptiles y aves). Las bardas con perimetrales de las casas habitación, y las vialidades pueden interrumpir el cruce de fauna, dificultando la dispersión y ocasionando posibles accidentes y encuentros antropogénicos.

Estructura del Paisaje: Se cambiará de estructura paisajística de manera permanente y significativa con el desmonte, despalme, infraestructura vial, banquetas y áreas comunes, lo cual traerá como consecuencia final la afluencia de personas a este punto y el fomento de la vocación urbana, de vivienda y servicios de la misma.

Con las excavaciones e impermeabilización, la estructura del paisaje se afectará de manera permanente en el polígono del proyecto en las áreas específicas de obras. No obstante, dado el uso ampliamente presente en la zona, este proyecto será congruente y reforzará la tendencia a la urbanización y uso habitacional de la misma.

Los impactos que se generarán sobre esta variable ambiental estarán dados debido a la modificación drástica que sufrirán algunos elementos del sistema. Estos cambios son inevitables por la implementación del proyecto y consistirán básicamente en la sustitución y ocupación de espacios naturales para la implementación de infraestructura extraña al ambiente natural, tales como áreas impermeabilizadas (calles y banquetas). Así como la excavación para el lago, lo cual es una modificación permanente exponiendo el manto freático.

La operación de dicha infraestructura y su mantenimiento, así como el uso posterior de las áreas, reafirmarán estos elementos de cambio en la zona. La infraestructura del presente proyecto contribuirá y reforzará la dinámica de desarrollo e infraestructura de vivienda, servicios públicos y privados del área.

El efecto sobre el componente paisajístico se considera acumulativo, debido a la influencia que tendrá el proyecto sobre la region y la tendencia de uso de suelo actual. La mancha urbana de Dzemul se encuentra en crecimiento tanto en el centro como al norte del centro de municipio y su colindante Motul y Telchac Pueblo.

Cabe mencionar que, entre las obras consideradas en este proyecto, se realizarán actividades de revegetación de las áreas verdes. El área de lotes no se afectará y por tanto mantendrá su vegetación como parte del presente proyecto.

Calidad Ambiental: Se afecta de forma temporal la calidad sanitaria del ambiente al preparar el sitio por el retiro de la cobertura vegetal y el sustrato natural en las áreas de desplante de obras, así como su sustitución con infraestructura vial y recreativa (con elementos de las áreas comunes tales como la casa club a desarrollar a futuro).

La posible infiltración de aguas residuales sanitarias al acuífero podría afectar el agua subterránea. Por lo que se prevé la utilización de letrinas portátiles para las aguas sanitarias. La generación de residuos será más diversa durante la etapa constructiva, ya que serán generados residuos inorgánicos y probablemente peligrosos. El impacto no será relevante debido a que se prevé un manejo adecuado de dichos residuos.

De modo general, durante todo el desarrollo del proyecto, ocurren impactos sobre los componentes ambientales debido a la generación de contaminantes y emisiones que normalmente no existían en el área específica de la obra, o bien, la generación se daba en proporciones bajas.

La generación de residuos sólidos y su manejo y recolección inadecuados pueden generar malos olores, contaminación de áreas naturales y suelo, así como proliferación de fauna nociva, reduciendo la calidad ambiental del sitio. Así mismo, deficiencias en el mantenimiento e higiene podría ocasionar deficiencias en la calidad sanitaria del ambiente.

Al incorporarse en el sistema ambiental diferentes elementos de riesgo de contaminación y contingencias (tales como incendios y descargas de residuales), como consecuencia de la existencia y operación de infraestructura y equipamiento previsto por este proyecto, la calidad sanitaria del paisaje se deteriorará respecto a su condición previa (o actual).

Requerimiento de Empleos y Servicios: Esta variable tendrá impactos positivos pero moderados y temporales, ya que durante la preparación del sitio y construcción se requerirá de personal y servicios para ciertas actividades, desde generales hasta especializadas. Los empleos que se ofertarán debido al mantenimiento de la infraestructura serán periódicos, aunque la cantidad del personal no será significativa. A futuro, la adquisición de bienes y servicios por parte de los condóminos y para la operación de las áreas comunes, será un impacto positivo para las comunidades locales, a partir de las cuales podrán obtenerse los mismos.

Tráfico Vehicular: Los impactos sobre este componente estarán dados por la circulación adicional de automotores pesados y ligeros, así como la maquinaria de construcción durante las etapas temporales de la obra. Todo esto implicará el uso adicional de la infraestructura vial de la zona, particularmente en la etapa de construcción, de maquinaria y equipos varios. Durante la operación de la infraestructura, la afluencia de vehículos automotores será menor pero periódica en las instalaciones.

IV. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Tabla 5. Medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales propuestas para el proyecto, así como el método de verificación que se seguirá. Donde: P = Preparación del sitio; C = Construcción; O = Operación.

Impactos	Etapa	Medida de Mitigación y Conservación
Aire		
Generación de polvos y partículas hacia la atmósfera por entrada y salida de los vehículos	P, C	Se humedecerán los caminos durante las etapas de preparación de sitio para minimizar la generación de polvos a la atmósfera.

Impactos	Etapa	Medida de Mitigación y Conservación
y personal al predio, así como movimiento de tierras producto de excavaciones y preparación del sitio el uso de herramientas motorizadas y manuales.	P, C	Se deberán humedecer periódicamente las pilas de grava y arena almacenada que, en su caso, se conformen en el interior del polígono y que no se conformen en vialidades en la misma jornada laboral. En los camiones de transporte de materiales pétreos se deberán utilizar lonas para disminuir la dispersión del polvo o bien humedecer el material transportado previo a su salida del origen, de modo que se evite o reduzca la dispersión de partículas de polvo en la atmósfera cuando se circule por la vía pública.
Generación de gases a la atmósfera asociado a movimiento de vehículos, maquinaria, personal y herramientas en la etapa de preparación del sitio y construcción. El consumo de electricidad en las diferentes etapas del proyecto causa emisiones a la atmósfera de manera indirecta por consumo de combustibles fósiles. Tránsito vehicular durante la operación.	P, C	La maquinaria y vehículos serán objeto de mantenimiento periódico de afinación mayor, que incluya reemplazo de piezas o partes defectuosas, cambio de aceite y filtros y engrasado de partes mecánicas. Para minimizar emisiones de partículas, ruido, humos y/o gases a la atmósfera.
	P, C, O	Se utilizarán fuentes de energía verde para reducir los gases de efecto invernadero generados por la quema de combustibles fósiles.
Generación de gases a la atmósfera asociado a la quema de residuos sólidos urbanos	P, C, O	No realizar la quema de ningún tipo de residuo dentro o fuera del área del proyecto.
Características del Suelo		
Se afectará la estabilidad del suelo durante los trabajos de remoción de suelo por la excavación, nivelación del terreno para la construcción de las obras y caminos.	P, C, O	Se mantendrá superficie con vegetación nativa y suelo natural. (Área de conservación)
	P, C, O	Todas las áreas del predio que no se encuentren sujetas a infraestructura, procesos o actividades autorizadas deberán permanecer con suelo natural y cobertura vegetal nativa.
Contaminación al suelo debido a fugas o por aceites, combustibles y otros residuos.	P, C	Se deberán tomar acciones preventivas para que la maquinaria no presente fugas de hidrocarburos en el sitio del proyecto.
Contaminación al suelo debido a fugas o por aceites, combustibles y otros residuos.	P, C	En caso de existir fugas de hidrocarburos, se contendrá el derrame y se recogerá en conjunto con los suelos impregnados y se dispondrán como residuo peligroso.
Afectación de la calidad del suelo por dispersión de residuos sólidos urbanos, fisiológicos, de manejo especial y residuos peligrosos que se generarán en todas las etapas del proyecto o	P, C	En las áreas laborales se establecerán contenedores rotulados y con tapa para almacenar temporalmente los residuos al interior del predio. Los residuos deberán clasificarse como mínimo en Orgánicos, Inorgánicos, de manejo especial y Peligrosos.

Impactos	Etapa	Medida de Mitigación y Conservación
derrames de combustibles y aceites.	P, C	Los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, deberán ser dispuestos en sitios autorizados.
	P, C	Los residuos peligrosos, deberán ser recolectados y dispuestos por empresas autorizadas por la SEMARNAT. Los residuos no permanecerán más de 6 meses en el almacén de residuos peligrosos.
	P, C	El personal encargado del control de los residuos deberá de estar capacitado para su manejo y disposición temporal, así como para atender la recolección por parte de las empresas especializadas.
Flora		
Afectación de especies de flora nativa y enlistadas dentro de la Norma 059- SEMARNAT- 2010 en el área del proyecto.	C, O	Se realizará el enriquecimiento vegetal de las áreas verdes, utilizando las plantas rescatadas y plantas nativas. No se permitirá la introducción de especies exóticas al sistema.
	P, C, O	El área de conservación se mantendrá
Pérdida de vegetación por remoción de especies en los trabajos de desmonte y despalme y habilitación de caminos.	P, C	Las áreas de lotes permanecerán en este proyecto con su cobertura de vegetación nativa y suelo natural.
	P, C, O	No se deberá realizar la quema o la eliminación de la vegetación mediante el empleo de productos químicos.
	P, C	En el área de afectación del proyecto se deberá realizar el rescate especies con tallas susceptibles de rescate (de 0.3 a 1.5 m), con la finalidad de ser reutilizadas en las actividades de revegetación o enriquecimiento de las áreas verdes del polígono.
Fauna		
Afectación de especies de fauna dentro de la Norma 059-SEMARNAT- 2010 en el área del proyecto y nativas de la Península de Yucatán.	P, C, O	Se prohíbe realizar algún tipo de aprovechamiento o explotación, extracción, o venta de la fauna silvestre en el área del proyecto.
	P, C	Implementar acciones de protección, rescate y reubicación de fauna en caso de encontrarse sobre las zonas de afectación del proyecto durante su ejecución.
Modificación de las condiciones de hábitat natural de la fauna al ser ahuyentados por la presencia	P	Se realizarán revisiones en el área a afectar previo al paso de la maquinaria y la etapa de preparación del sitio al igual que durante la

Impactos	Etapa	Medida de Mitigación y Conservación
humana o por destrucción de nidos o madrigueras.		construcción para ahuyentar y/o reubicar a la fauna.
	C, O	Así mismo se deberá evitar el sacrificio de fauna que quede expuesta durante los trabajos de construcción.
Desplazamiento de la fauna desde los sectores intervenidos por la construcción de las obras del proyecto hacia zonas aledañas.	C	Durante la etapa de construcción se cuidará que los vehículos circulen a bajas velocidades, evitando así el atropellamiento de especies que pudieran circular en la zona.
	P, C, O	Evitar la proliferación de la fauna nociva derivado de la generación y manejo de residuos, mediante el manejo adecuado de residuos utilizando un almacén temporal de residuos para el resguardo de estos.
Atracción de fauna feral por acceso al lago y residuos generados	P, C, O	Se deberán separar los residuos sólidos urbanos en orgánicos e inorgánicos, colocarlos en contenedores rotulados, cerrados para su resguardo temporal y evitar la proliferación de fauna nociva.
Estructura del paisaje		
Disminución del valor escénico del paisaje que cambia la calidad visual de la zona por la implementación de las obras del proyecto.	O	Una vez concluidas las actividades todas las estructuras temporales que se hayan utilizado serán desmanteladas y removidas del sitio del proyecto.
Modificación del microclima de la zona por la remoción vegetal y pavimentación de áreas del proyecto, lo cual provoca aumento en la temperatura.	P, C, O	Se mantendrá superficie con vegetación nativa y suelo natural. (Área de conservación)
	C, O	En la reforestación o enriquecimiento de las áreas verdes se utilizarán sólo especies vegetales nativas del tipo de ecosistema, considerando en los casos aplicables las propuestas de la Ley de Conservación y Desarrollo del Arbolado Urbano del Estado de Yucatán.
Calidad Ambiental		
Se generarán residuos sólidos y fisiológicos de los trabajadores, así como residuos sólidos no	P, C, O	Está prohibida la quema de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos. Así como de desechos de vegetación.

Impactos	Etapa	Medida de Mitigación y Conservación
peligrosos (restos de comida, embalajes).	P, C	Se colocarán contenedores con tapa para el almacenamiento de los residuos sólidos. Estos contenedores deberán ser específicos para cada tipo de residuo, estar en lugares accesibles al personal y contar con una rotulación que permita su identificación. Lo anterior con la finalidad de promover la separación y facilitar su reciclaje o disposición.
	P, C, O	Los contenedores que contengan residuos deberán de ser retirados periódicamente del sitio del proyecto para ser enviados a sitios autorizados para su disposición final. Los residuos o materiales de reuso serán trasladados a una empresa especializada para su reciclaje.
Fugas y derrames de aceite accidentales por parte de la maquinaria	P, C	La maquinaria y vehículos utilizados recibirán mantenimiento de manera periódica para evitar que generan más ruido, minimizar emisiones de partículas, humos y/o gases a la atmósfera y evitar fugas de aceites e hidrocarburos que contaminan el suelo y al acuífero. Esto en talleres autorizados fuera del predio del proyecto.
Calidad de Agua Subterránea		
Exposición del manto freático para generar un lago.	P,C,O	Se realizarán constantes monitoreos de la calidad del agua. Se prohíbe el vertido de residuos. La exposición del manto implica un área para visita de aves, por lo que incentiva la interacción y apreciación natural con el hábitat.
Contaminación del acuífero debido a la infiltración al manto freático por aguas residuales de las viviendas, aceites, combustibles y otros residuos.	P, C	Se evitará la utilización de maquinaria en mal estado que pudiese causar contaminación por medio de fugas.
	P, C, O	Queda estrictamente prohibida la disposición no controlada de residuos sólidos, de manejo especial, peligrosos y fecalismo al aire libre en la zona del proyecto.
	P, C	Se utilizarán sanitarios portátiles a razón de 1 por cada 15 trabajadores; promover su uso y evitar el fecalismo al aire libre.
	P, C	La maquinaria que requiera reparaciones mayores deberá ser retirada del sitio para su trabajo en talleres externos establecidos.
	P, C, O	Se deberá contar con contenedores con tapa y rotulados para los residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos. Los residuos serán trasladados a un almacén temporal habilitado para esta finalidad.

Impactos	Etapa	Medida de Mitigación y Conservación
	P, C	Se deberán manejar adecuadamente todos los residuos peligrosos que se generen, como aceites, diésel, gasolina, lubricantes, estopas impregnadas con algún material peligroso, con el fin de evitar derrames al suelo y acuífero.
	P, C	En caso de ocurrir fugas, se deberán emplear charolas, diques, agentes absorbentes o algún mecanismo de contención con la finalidad de evitar la propagación del derrame, para su posterior recolección junto al suelo impregnado, para su posterior disposición como residuo peligroso.
Entorno Acústico		
Generación de Ruido por la operación de la maquinaria	P, C	Se deberá realizar el mantenimiento periódico de la maquinaria que incluya afinación mayor, engrasado y reemplazo de piezas o partes defectuosas para que los ruidos de la maquinaria no se vean incrementados.
	P, C	No se realizarán trabajos fuera del horario laboral diurno, permitiendo el descanso en horarios nocturnos.
	P, C	Los trabajadores que estén expuestos de manera permanente a perforaciones contarán con tapones auditivos.

Otras medidas:

1. Mitigación Ambiental y Ecológica Protección de flora y fauna: Rescate, reubicación o conservación de especies endémicas y vegetación de selva baja.
2. Uso de suelo: Obtener y respetar el Dictamen de Factibilidad Urbana-Ambiental emitido por el Instituto de Movilidad y Desarrollo Urbano Territorial (IMDUT).
3. Mitigación de Riesgos Climáticos y Geológicos. Para la Resistencia a huracanes se deberá usar materiales y técnicas de construcción certificados contra vientos fuertes, además de implementar protocolos de evacuación.
4. Control de inundaciones: Elección de sistemas de drenaje adecuados (Sistemas Urbanos de Drenaje Sustentable - SUDS) para manejar el impacto de lluvias intensas.
5. Prevención de hundimientos: de acuerdo los estudios LIDAR y mecánica de suelos para evitar zonas de riesgo cárstico (ver estudios entre los anexos técnicos de esta MIA).
6. Prevención y Gestión de Riesgos Constructivos para la Protección al manto freático: Diseño de sistemas de tratamiento de aguas residuales (biodigestores y planta de tratamiento) y prevención de contaminación subterránea.
7. Análisis de Riesgo: seguir las recomendaciones evaluadas en el análisis de riesgos.
8. Manejo de escombros: disponer los excedentes de material de construcción en sitios autorizados por la Secretaría de Desarrollo Sustentable de Yucatán. Evitando su acumulación en áreas verdes.
9. Respetar los pasos de fauna de acuerdo al anexo presentado en este estudio referente a la conservación de la fauna silvestre.