Nizuc Residences Condohotel

Zona Hotelera de Cancún

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

MODALIDAD PARTICULAR

VERSIÓN PARA CONSULTA PÚBLICA

Abril de 2025

Contenido

Contenido 2
I. DATOS GENERALES 5
II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 7
II.1. Información general del proyecto 7
II.1.1. Naturaleza del proyecto 7
II.1.2. Ubicación y dimensiones del proyecto 7
II.1.3. Inversión requerida 9
II.1.4. Urbanización del área y servicios requeridos 9
II.2. Características particulares del proyecto 10
II.2.1. Programa de trabajo 10
II.2.2. Representación gráfica local 10
II.2.3. Etapas de Preparación y Construcción 11
II.2.4. Etapa de Operación y mantenimiento 19
II.2.5. Etapa de abandono del sitio 20
II.2.6. Utilización de explosivos 20
II.2.7 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones 21
II.2.8. Generación de gases de efecto invernadero (GEI) 22
III. VINCULACIÓN CON LA NORMATIVIDAD AMBIENTAL 23
III.1. Programa de Ordenamiento Ecológico Local del municipio Benito Juárez 23
III.2 Programa de Desarrollo Urbano de Benito Juárez 32
III.3. Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe . 34
III.4. Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003 38
III.5. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 47
IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SU PROBLEMÁTICA 50
IV.1 Delimitación de área de estudio y área de influencia 50
IV.1.1. Consideraciones generales 50
IV.1.2. Síntesis de componentes y procesos naturales 51
IV.1.3. Extensión espacial de los impactos ambientales potenciales del proyecto 51
IV.1.4. Área de influencia definida para el proyecto 54

IV.2 Delimitación del sistema ambiental 55
IV.3. Caracterización y análisis del sistema ambiental 59
IV.3.1. Medio abiótico 59
IV.3.2. Medio biótico 66
IV.3.3 Paisaje 74
IV.3.4. Medio socioeconómico 75
IV.3.5. Diagnóstico ambiental 76
V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES 79
V.1. Identificación de impactos 79
V.1.1. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales 79
V.1.2. Interacciones 79
V.1.3. Interacciones relevantes 82
V.1.4. Impactos potenciales 83
V.2. Valoración de los impactos 84
V.2.1. Criterios 84
V.2.2. Valoración 88
V.2.3. Impactos relevantes 89
V.2.4. Caracterización de impactos relevantes 89
V.3. Conclusiones del análisis de impactos 93
VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN 94
VI.1. Descripción de las medidas 94
VI.2 Impactos residuales 96
VI.3. Programa de vigilancia ambiental 97
VI.4. Programas complementarios 99
VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES 100
VII.1. Escenario sin proyecto 100
VII.2. Escenario con proyecto 101
VII.3. Pronóstico ambiental 103
VII.4. Evaluación de alternativas 104
VII.5. Conclusiones generales 104

VIII. RECURSOS METODOLÓGICOS Y TÉCNICOS UTILIZADOS 105
VIII.1. Información documental 105
VIII.2. Información cartográfica 105
VIII.3. Tareas de campo 107
Bibliografía 107

I. DATOS GENERALES

I.1. PROYECTO

I.1.1. Nombre del proyecto

Nizuc Residences Condohotel

I.1.2. Ubicación del proyecto

Boulevard Kukulcán km 21+260, Lote 3, Manzana 59, Zona Hotelera, Cancún, Q. Roo, C.P. 77500.



Figura 1. Macrolocalización del proyecto Nizuc Residences Condohotel, en la zona de Punta Nizuc, Cancún.

I.1.3. Duración del proyecto

Para el desarrollo de las obras, se estima tomar un plazo de 30 meses, que incluye la tramitación de otros permisos y autorizaciones que requieren previa autorización de impacto ambiental. En caso de concluir las obras antes de ese término, se informará por escrito a PROFEPA.

Para la operación del proyecto se solicita un plazo de 45 años, que es el estimado de vida útil de un conjunto de Condohotel, con el debido mantenimiento preventivo y correctivo.

I.2. PROMOVENTE

I.2.1. Nombre

PROMOTORA PUNTA NIZUC, S.A. DE C.V.

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

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

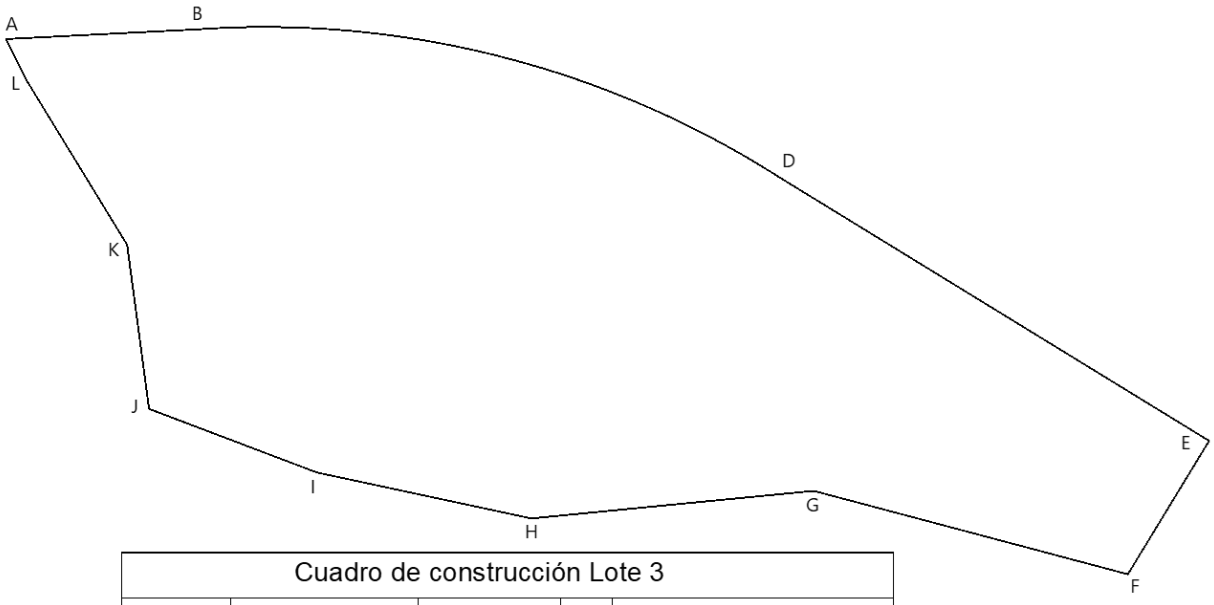
II.1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

II.1.1. Naturaleza del proyecto

Se propone edificar un Condohotel, con instalaciones de hospedaje y residencia vacacional turística con servicios de hotel, en un régimen de condominio, con unidades de alta gama, para vender a propietarios diferentes, pero operadas como hotel por un equipo a cargo de todas las tareas relacionadas con el alquiler de unidades y servicios a huéspedes, como albercas, spas, restaurantes, conserjería, limpieza, centro de negocios, etc. Así, los propietarios obtienen ingresos por hospedaje a terceros y disfruta la unidad cuando no está alquilada. El condohotel tendrá 99 unidades en 1 edificio de 10 niveles.

II.1.2. Ubicación y dimensiones del proyecto

Zona Hotelera de Cancún, Manzana 59, Lote 3; en las siguientes coordenadas UTM WGS 84.



Cuadro de construcción Lote 3						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				Y	X
				A	2,326,281.9456	521,281.7300
A	B	N 87°06'21.31" E	54.19	B	2,326,284.6816	521,335.8501
B	D	S 75°43'58.09" E CENTRO DE CURVA DELTA = 36°31'19.13" RADIO = 270.15	169.30 LONG. CURVA = 172.20 SUB.TAN.= 89.14	D C	2,326,242.9591 2,326,015.1922	521,499.9264 521,354.6653
D	E	S 58°30'40.67" E	142.00	E	2,326,168.7882	521,621.0159
E	F	S 31°21'55.65" W	44.00	F	2,326,131.2150	521,598.1122
F	G	N 75°08'39.63" W	91.63	G	2,326,154.7066	521,509.5485
G	H	S 84°26'15.33" W	80.05	H	2,326,146.9469	521,429.8707
H	I	N 77°55'00.62" W	61.83	I	2,326,159.8908	521,369.4061
I	J	N 69°15'54.27" W	50.58	J	2,326,177.7997	521,322.0988
J	K	N 07°37'16.83" W	46.59	K	2,326,223.9757	521,315.9201
K	L	N 31°28'32.85" W	54.75	L	2,326,270.6689	521,287.3336
L	A	N 26°25'25.06" W	12.59	A	2,326,281.9456	521,281.7300
Superficie: 29,854.26 m²						

Figura 2. Lote 3, Manzana 59, Punta Nizuc.

a) Superficie total del área por utilizar

Las obras e instalaciones del proyecto estarán dispuestas en una superficie de 12,451.38 m² de terreno, que se agregarán al área ya ocupada por un Auditorio (Salón de eventos), de 1,946.78 m², construido hace varios años al amparo de la respectiva autorización de impacto ambiental, con lo que se alcanzará una ocupación de total de 14,398.16 m², toda vez que uno de los criterios principales de diseño del proyecto que se evalúa fue que la ocupación de áreas no rebase la superficie de 15,355 m² que fue autorizada previamente para cambio de uso del suelo en terrenos forestales; eso, además de cumplir todos los parámetros vigentes y aplicables en la actualidad.

Tabla 1. Superficies por utilizar con el proyecto.

Concepto	Área (m²)	% de predio
Proyecto en evaluación		
Edificio 2 (Edificio principal, hospedaje-lobby-restaurante)	6,460.33	21.64%
Zona de Albercas - Solárium (obras abiertas)	1,734.08	5.81%
Canchas de pádel y tenis (obras abiertas)	944.90	3.17%
Pavimentos exteriores (accesos, motor lobby) (obras abiertas)	3,152.47	10.56%
PTAR y Caseta de control de acceso (áreas no habitables)	159.60	0.53%
Suma de áreas por edificar:	**12,451.38**	**41.71%**
Áreas sin obras nuevas		
Edificio 1 Auditorio, ya edificado (2013)	1,946.78	6.52%
Áreas verdes y de conservación	15,456.10	51.77%
Área total del predio	29,854	100%

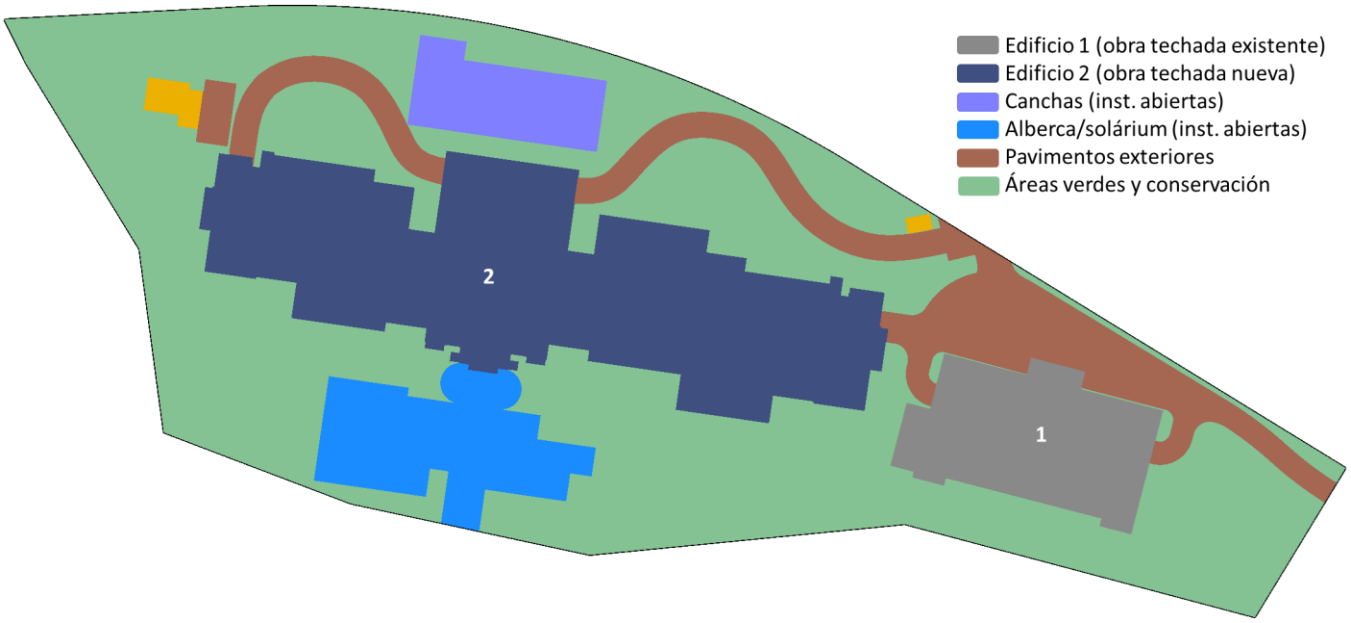


Figura 3. Distribución de áreas en el predio según proyecto. El Edificio 1 se encuentra construido desde 2013, lo mismo que sus accesos, que serán ligeramente modificados para quedar como en la imagen.

b) Superficie por afectar por tipo de ambiente:

Los 12,451.38 m² que se propone ocupar con el proyecto (sin contar el auditorio ya existente) se distribuyen en tres tipos de ambiente que hay ahora, como indica la tabla siguiente.

Tabla 2. Áreas que se afectan por tipo de ambiente.

Vegetación y uso de suelo	Total (m²)
Sin vegetación, con instalaciones y caminos	4,533.28
Vegetación secundaria de selva baja subcaducifolia	4,297.63
Vegetación secundaria reciente (desde 2009)	3,620.47
	12,541.38

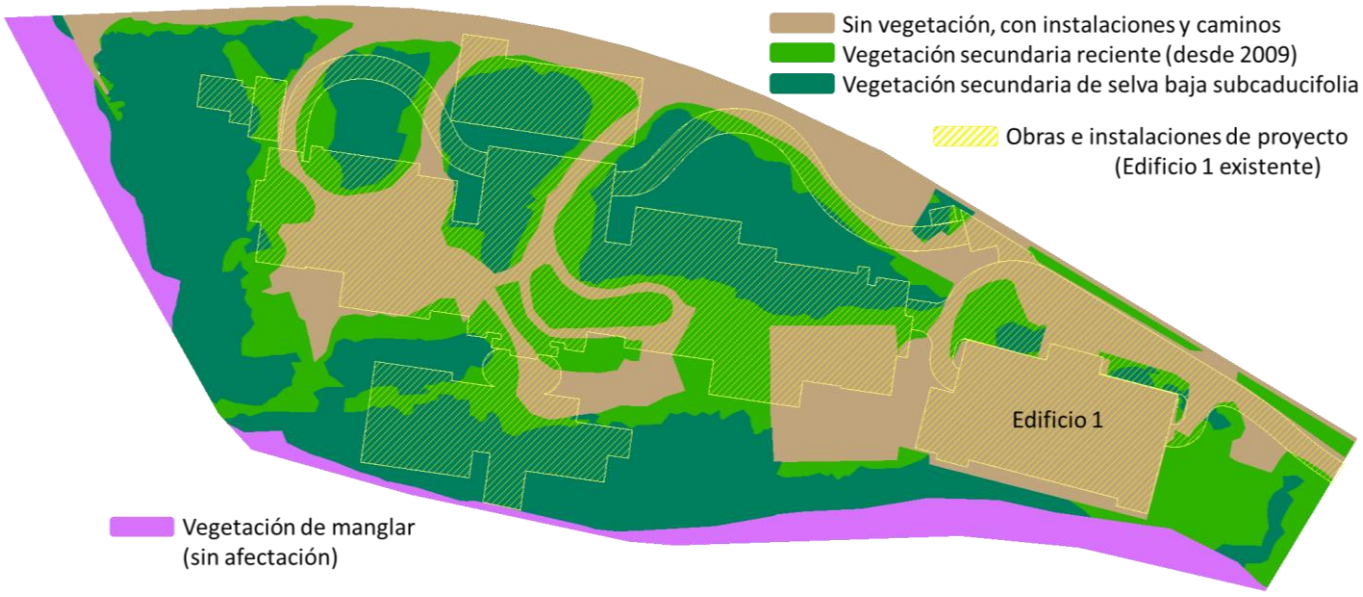


Figura 4. Huella de afectación por tipo de ambiente.

c) Superficie para obras permanentes

Son obras permanentes las edificaciones techadas y áreas abiertas con instalaciones o pavimentos; el área de obras permanentes es 12,451.38 m², más la ocupada por el Auditorio, suma 14,398.16 m².

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

II.1.4. Urbanización del área y servicios requeridos

El sitio del proyecto, junto a una vialidad primaria, es una zona urbanizada, pero el proyecto incluye potabilizadora de agua y PTAR. En la zona los usos principales son Turístico-Hotelero y Residencial.

II.2. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

II.2.1. Programa de trabajo

Se estima un plazo de 30 meses para el desarrollo, incluyendo trámites que piden previa autorización de impacto ambiental. En caso de acabar las obras antes de ese término, se avisará a la PROFEPA, para computar el plazo de operación. Así, el programa de trabajo es de 30 meses, como sigue.

Tabla 3. Programa de trabajo del proyecto Nizuc Residences.

Actividad	Bimestres														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Permisos y licencias															
Preparación del sitio															
Rescate de vegetación															
Desmonte y despalme															
Trazos y nivelación															
Construcción															
Cimentaciones															
Estructura y entrepisos															
Muros y pisos															
Instalaciones hidráulicas (incluye potabilizadora y PTAR)															
Instalaciones eléctricas															
Cancelería y acabados															
Mobiliario y equipo															
Jardinería															

II.2.2. Representación gráfica local

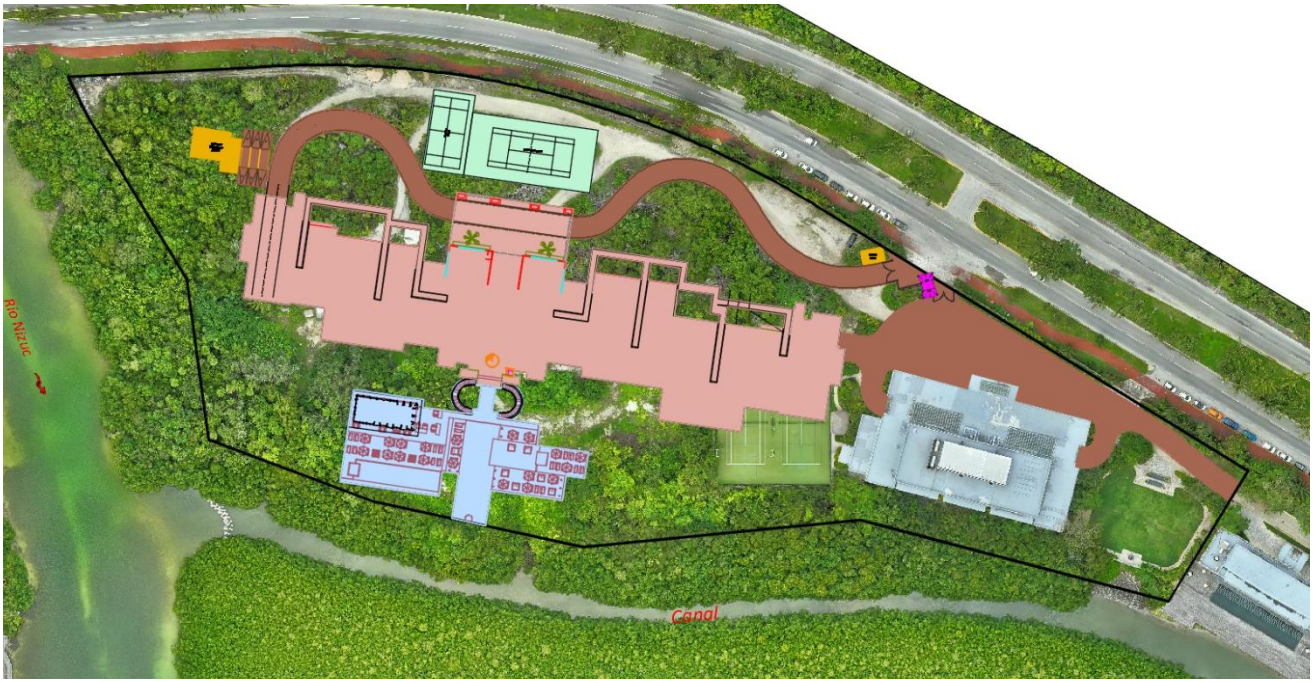


Figura 5. Representación gráfica del proyecto de condohotel, aledaño a canal Nizuc y Bulevar Kukulcán.

II.2.3. Etapas de Preparación y Construcción

Preparación del sitio

Deslinde y delimitación de áreas para obras permanentes

Trazo de ejes, delimitación exacta de las áreas de obras y balizado de puntos de cimentación. Tras el balizado se confirmará o ajusta la localización de las pilas de cimentación con sondeos de suelos.

Rescate de vegetación

Aunque las áreas a despejar están cubiertas casi en su totalidad de vegetación secundaria reciente, pues el predio fue objeto de desmonte autorizada en materias de impacto ambiental y cambio de uso de suelo en terrenos forestales, se aplicará un nuevo programa de rescate de flora de individuos de interés ecológico. Los materiales de las especies seleccionadas que se colecten, plántulas, juveniles e individuos cuya talla y condiciones permitan el manejo con expectativas de sobrevivencia, serán acopiados en el vivero provisional que se establecerá en un área contigua al auditorio que se encuentra edificado en el predio Lote 3, de donde serán llevadas a los sitios donde serán replantadas, dentro del mismo predio, incluyendo en áreas verdes del proyecto, y en áreas aledañas donde puedan contribuir a la recuperación de la cobertura. El material rescatado también podrá ser directamente reubicado en áreas verdes del predio o áreas aledañas donde sea apropiado su establecimiento.

Rescate de Fauna

En esta etapa de primeros trabajos, se buscará inducir el desplazamiento de las especies de fauna silvestre hacia áreas fuera de las zonas de desplante de las obras. Excepcionalmente, de hallarse individuos que sean de lento desplazamiento o en etapas vulnerables, sean de especies protegidas formalmente o no, se hará su traslado a sitios del mismo predio que no sean objeto de modificaciones o en áreas aledañas y se llevará un registro de tales individuos. El rescate se mantendrá durante todas las etapas del proyecto siempre que la presencia de animales lo amerite.

Desmonte y despalme

Se retirará la cobertura vegetal de las áreas delimitadas para el desplante de las obras, de manera mecánica, con maquinaria ligera y trabajadores a pie con herramienta manual. Los materiales vegetales que no sean objeto de rescate serán acopiados en áreas de desplante del proyecto, reducidos a trozos manejables y triturados. Una vez eliminada la vegetación superficial se retirará la capa de tierra vegetal de las áreas a ocupar, que por sus características mecánicas no es adecuada para desplantar edificios.

Los productos del desmonte y despalme serán separados para recuperación de tierra vegetal y triturado de material vegetal que lo amerite, para luego ser acopiados en el área del vivero temporal, de donde luego serán utilizados para reintegrarlos a las áreas de conservación, para acciones de reforestación y jardinería y, en caso de haber excedentes, podrán ser donados al municipio.

Trazo y nivelación

Con equipo topográfico se hará el trazo de los ejes o cortes transversales y longitudinales del proyecto y se hará la nivelación con equipo mecánico ligero, hasta alcanzar la cota de desplante, de 3 m sobre el nivel medio del mar (m s.n.m.m.), sobre el que irá el primer nivel del Edificio 2, identificado en el proyecto como sótano, por lo que podrá haber movimiento de tierras para nivelar, incluyendo, en caso de que sea necesario, que se agregue material pétreo de banco de la región (sascab) autorizado.

Obras y actividades provisionales

Bodega. En etapa de Construcción se colocará una estructura de polines y tiras de madera, cubierta con láminas de cartón, de 6 m por lado y 3 m de altura, sobre el suelo y dotada de una lona impermeable sobre el piso nivelado. Su ubicación se hará sobre áreas de desplante de las obras permanentes y podrá ser reubicada durante la etapa de construcción. Servirá para almacenar herramienta y materiales para la obra. Al término de la etapa de construcción todos los componentes de la estructura serán retirados; separando los que sean reutilizables de los que deban ser llevados al relleno sanitario.

Instalaciones sanitarias y de limpia. En etapas de Preparación y Construcción, se usarán letrinas portátiles, 1 por hasta 18 trabajadores o menos, y 4 tambores de 200 l con tapa, para acopiar residuos o desechos de vidrio, metal, plásticos y orgánicos. Para el acopio de materiales vegetales se establecerá un área específica dentro una de las áreas de desplante de las obras permanentes, la cual servirá en la etapa de preparación del sitio; una vez retirados los materiales vegetales, la misma área servirá para acopiar desechos de obra, como cascajo y cartón, de donde serán trasladados al relleno sanitario o entregados a empresas de reciclaje.

Vivero provisional. Actualmente en el sitio opera un vivero en lo que será el área de desplante del Edificio 2, por lo que se utilizará para el rescate de flora en la etapa de Preparación del sitio y se moverá a una zona sin vegetación durante la etapa de Construcción, dotado de depósito de agua, áreas para acopiar material del desmonte y despalme, área de manejo, platabandas y una bodega provisional de 2 x 3 metros, de madera y lámina. Al final se determinará la ubicación definitiva del vivero.

Construcción

Edificio principal (Edificio 2)

La obra central es un edificio de 10 niveles, con área de desplante de 6,460.33 m^2 (21.64% del predio), considerando todo el perímetro de la construcción, aunque tiene claros interiores de luz y diseño; constará de una planta baja (que se denomina Sótano por las instalaciones y funciones que alberga, incluso 130 cajones de estacionamiento), sobre la cual se harán 9 niveles con las 99 unidades de hospedaje; en la parte central del primer nivel habitable habrá un Lobby y locales de servicios; (se acompañan planos de plantas en Anexo Cartográfico). Los niveles 1 y 2 tendrán la misma área de 6,460.33 m^2, mientras que los siguientes 8 niveles varían entre 4,694.63 m^2 y 1,671.71 m^2 del penthouse en el nivel 10, para un total acumulado de 44,623.64 m^2 (incluidos claros y terrazas).

Procedimientos constructivos

Cimentación. El diseño es de cimentación rígida basada en pilas de concreto con refuerzo de acero coladas in situ, para no alterar las condiciones del suelo ni crear compactación radial que afecte los flujos hidrológicos subterráneos. Las pilas operarán aisladas, sin interacción geotécnica entre ellas y con transferencia de cargas por punta sobre estrato resistente. La profundidad de los pilotes será determinada mediante estudio de mecánica de suelos con sondeos específicos en el terreno; la carta geológica[1] de la zona de Cancún indica que en la zona del proyecto el perfil con suficiente resistencia para asentar los pilotes es de crestas de lo que fueron dunas del Pleistoceno, ya litificadas en arenisca de dureza media (Qpt(?)Ar), que se hallan a unos 6 m bajo el nivel medio del mar.

Empero, antes de iniciar los trabajos de cimentación, se ordenará un estudio geotécnico puntual para conocer corte estratigráfico y características mecánicas del terreno, así como determinar la profundidad adecuada para las pilas y en su caso ajustar la distribución y número de piezas.

La ejecución se hará por perforación en seco y extracción de tierras por sistema mecánico que se desplaza en un ademe o encamisado y posterior colocación de acero de refuerzo fy=4200 kg/cm^2, más alambre de atar y separadores de alambrón, y colado de concreto hidráulico f'c= 250 kg/cm^2, premezclado y vaciado mediante un sistema de tubería TREMIE. El encamisado permitirá contener las paredes y aislar el pilote del terreno y en su caso de flujos hídricos. En la parte superior de cada pilote quedará libre una sección de estructura de acero para hacer el encepado en forma de dado de concreto con refuerzo de acero. Los dados serán unidos con trabes de liga para crear una retícula portante que transmitirá las cargas al terreno. En todos los elementos estructurales se usará concreto armado con resistencia mínima f'c=250 kg/cm^2 y acero de refuerzo con resistencia mínima de f'y=4,000 kg/cm^2.

Estructura. Contra trabes, columnas y trabes de concreto armado de dimensiones según el cálculo estructural con recubrimiento mínimo de 2.5 cm, losas de entrepiso y azotea de prefabricadas de concreto armado con capa de compresión de concreto armado.

Muros. De block hueco de concreto asentado con mortero de cemento y polvo de piedra reforzados con castillos y cadenas de concreto armado a una distancia máxima de 3 metros y cerramientos de concreto armado para vanos de puertas y ventanas.

Acabados. Pisos de loseta porcelanizada sobre firme de concreto, muros y plafones aplanados con mortero de cemento, cal y polvo de piedra, pintura vinílica en muros y plafones, cancelería de aluminio y madera. Canalizaciones en conductos y falsos techos de diferentes diámetros según diseño hasta salidas hidráulicas, sanitarias y eléctricas. En sala de máquinas los pisos serán de concreto pulido.

[1] Carta Geológica-Minera Cancún F16-8, disponible en: https://www.sgm.gob.mx/GeoInfoMexGobMx/

Sistema de drenaje pluvial. El conjunto de unidades de hospedaje y demás áreas techadas del proyecto tendrán azoteas dotadas de canaletas, bajantes y mallas para sólidos gruesos, para captar el agua de lluvia y conducirla a registros con areneros por decantación y rejillas captadoras, para luego una parte ir a aljibes de acopio y el resto hacia los espacios verdes que bordean el proyecto, de donde podrán, por escorrentía, llegar a los cuerpos de agua superficiales sin afectarlos negativamente.

Instalaciones de potabilización de aguas salobre y de tratamiento de aguas residuales

El proyecto incluye instalaciones para la dotación de agua por potabilización de agua salobre/salina del subsuelo, así como para el tratamiento de aguas residuales generadas (PTAR), las que serán devueltas al subsuelo por inyección profunda, previo tratamiento a nivel terciario. La PTAR estará localizada al noroeste del edificio principal, mientras que la desaladora se ubicará en el sótano del edificio principal, que es donde se hallan las unidades de hospedaje, lobby y servicios y donde se hará el grueso del consumo de agua potable. Ambos sistemas incluyen pozos de extracción de agua salobre o salina y de inyección profunda, que estarán en el interior del predio, junto al mismo Edificio 2.

Planta potabilizadora por ósmosis inversa

Para atender las necesidades de agua potable del proyecto, se instalará una planta potabilizadora con el sistema de desalinización de aguas salobres o salinas por ósmosis inversa, que es la tecnología más avanzada para la purificación del agua sin añadir ninguna sustancia química y la más utilizada en el mundo para convertir el agua salina o salobre en agua desalinizada apta para el consumo. En el caso de México, la potabilización por ósmosis inversa es ampliamente utilizado desde hace decenios en zonas costeras de México, donde ha funcionado bien y no se hallan registros de efectos especialmente perniciosos en el medio ambiente. En el caso del proyecto Nizuc Residences, se propone una instalación convencional de potabilización por ósmosis inversa en el sótano del Edifico 2, con las siguientes

Características

Tipo: Sistema de potabilización por filtración de flujo a presión en membranas de osmosis inversa.

Producción: 500 m^3/día, en dos módulos de filtración independientes de 250 m^3/día cada uno.

Volumen de alimentación: 1,250 m^3/día.

Volumen de rechazo: 750 m^3/día.

Ubicación: Áreas de máquinas y de tanques de alimentación en el Sótano (1er nivel) del Edificio 2.

Pozos de aprovechamiento: 2 pozos al noreste del Edificio 2, entre éste y el camino de acceso, con una separación entre ellos de 20 m, en las siguientes coordenadas UTM WGS 84

> Pozo de aprovechamiento 1: X: 521453, Y: 2326230

> Pozo de aprovechamiento 2: X: 521473, Y: 2326225

Pozos de rechazo: 2 pozos de inyección profunda el noroeste del mismo Edificio 2, también entre éste y el acceso, separados entre sí por 22 m, en las siguientes coordenadas UTM WGS 84

> Pozo de inyección 1: X: 521350, Y: 2326261

> Pozo de inyección 2: X: 521370, Y: 2326258

Dimensiones: Planta de 180 m² con área de máquinas y control más tanques de alimentación.

Tipo de emplazamiento: Sobre firme de concreto, diseñado para admitir el anclaje de instalaciones.

Alimentación: Agua salobre-salina (25-36 ppm) extraída de subsuelo en 2 pozos de aprovechamiento.

Rechazo: Salmuera saturada, que será devuelta al subsuelo por 2 pozos de inyección profunda (también serán utilizados para inyección de aguas tratadas).

Componentes principales del sistema de potabilización

El sistema de potabilización propuesto consta de los siguientes componentes principales.

Sistema de alimentación. Incluye los pozos de extracción de agua salobre y su paso a pretratamiento.

Sistema de pretratamiento. Son los medios filtrantes para eliminar sólidos suspendidos y otras impurezas de hasta 5 micras, para proteger las membranas de los pasos posteriores. Incluye dosificador de desincrustantes.

Bombas de alta presión. Bombas centrífugas que aplican la presión necesaria al agua salobre para superar la presión osmótica en sistemas de ósmosis inversa.

Membranas de Osmosis Inversa. El corazón del sistema, son membranas de microfiltración, de poliamida o equivalente, dispuestas en espiral dentro de recipientes cilíndricos a presión; tienen la función de retener sales e impurezas y reducir la concentración a 4 ppm.

Tubos de presión. Son cilindros de alta resistencia que contienen membranas de ósmosis inversa; se disponen en bastidores inoxidables o d aluminio para formar cada tren de purificación.



Figura 6. Figura ilustrativa de un tren de potabilización por ósmosis inversa.

Recuperador de energía. Es una turbina que recupera energía del flujo de rechazo (salmuera) tras el paso de agua a presión, lo que reduce el consumo total de energía del sistema.

Sistema de postratamiento. Depósito donde se ajusta el pH, se agregan desinfectantes y se remineraliza el agua para cumplir los estándares de diseño (la eliminación de minerales vuelve ácida al agua).

Sistema de descarga de salmuera. Dirige la salmuera a uno de los pozos de inyección profunda.

Sistema de Control y Monitoreo. Automatiza operaciones de la planta; con manómetros de alta y baja presión, presostatos para control de bombas, registro de horas de operación para indicar fecha de mantenimiento, conductímetro de salida para controlar la calidad del agua producida e interruptores.

Características de los pozos

Pozos de aprovechamiento

La captación del agua salobre-salina se realizará a través de 2 pozos de aprovechamiento con profundidad de 30 m bajo el nivel del suelo, con lo que alcanzará un nivel subterráneo donde el agua tiene una salinidad de 35 ppt, ligeramente inferior a la salinidad promedio del agua marina en la zona de Punta Nizuc. Cada pozo tendrá un diámetro de perforación de 35 cm, con ademe de 25 cm. El tubo del pozo será liso en los primeros 18 m y ranurado en los 12 m de la sección más profunda, con un sello sanitario entre el ademe y la pared del pozo de perforación desde la superficie hasta 6 m de profundidad. De conformidad con la NOM-003-CONAGUA-1996 y PROY-NOM-016-CONAGUA-2023, tendrán plantilla cuadrada, con pendiente centrífuga de 2°, de 1.05 m por lado. Las aguas subterráneas del municipio están sujeta a una veda, por lo que su extracción requiere de concesión de CONAGUA, la cual está condicionada al cumplimiento de requisitos técnicos (memoria técnica de obras de extracción, aprovechamiento, manejo y descarga), con independencia de que se acredite y tramite la exención de pago por aguas salobres.

Pozos de inyección de salmuera y aguas tratadas

Para conducir el agua saturada de sales que forma el rechazo del proceso, se dispondrá de 2 pozos de inyección a 90 m de profundidad, donde las condiciones de salinidad y presión son adversas para el desarrollo de organismos, por lo que no hay riesgo de afectar comunidades silvestres. Cada pozo tendrá un diámetro de perforación de 35 cm, con ademe de 25 cm. El tubo del pozo será liso en los primeros 60 m y ranurado en los 30 m de la sección más profunda, con un sello sanitario hasta 50 m de la superficie. De conformidad con la NOM-003-CONAGUA-1996 y NOM-015-CONAGUA-2007, cada pozo tendrá plantilla cuadrada, con pendiente centrífuga de 2°, de 1.05 m por lado, que resulta en un área de 1.10 m^2. Además del rechazo la desalinización los pozos podrán recibir tratamiento de aguas residuales del proyecto.

La inyección de aguas residuales al subsuelo requiere un permiso de descarga expedido por la Conagua, el cual está condicionado al cumplimiento de varios requisitos técnicos y normas oficiales.

Planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR)

El proyecto incluye el manejo integral de las aguas residuales que generará durante su operación. Para atender el volumen de aguas residuales, que se estimado en promedio en 400 m^3/día a máxima ocupación, equivalente a un efluente de 4.63 l/s, se propone una PTAR con capacidad de proceso de 6 l/s (520 m^3/día), de modo que se puedan cubrir los picos máximos de generación, que para efectos de diseño se estiman en 130% del caudal promedio.

La PTAR es una obra no habitable, dispuesta al nor-oeste del Edificio 2, donde ocupará un área de hasta 132 m^2; la instalación tendrá una cimentación sencilla de zapatas corridas sobre las que irá una losa base y encima de esta el equipo. La PTAR para el proyecto será de tipo paquete compacto, que puede ser armada *in situ* o preensamblada y entregada en contenedor, de modo que se trata de una instalación que reúne todos sus componentes y funciones en una sola unidad.

En su operación tendrá un efluente tratado que cumpla los parámetros de la NOM-001-SEMARNAT-2021, con calidad de agua típica para su reutilización en el riego de áreas verdes u en otros usos secundarios, así como para ser infiltrada al subsuelo mediante pozos de inyección profunda, de modo que estará por debajo de los límites máximos permisibles establecidos en la norma referida, lo que permitirá a la promovente acceder a las exenciones de derechos previstas en el Artículo 282 C Ley Federal de Derechos.

Los principales componentes de la PTAR son una sección de pretratamiento y tratamiento primario, donde el agua residual que llega a la planta pasa por una serie de filtros y mecanismos para retirar basura, arena y otros sólidos, por lo que el equipo incluye sistema de bombeo y cribas para separación de partículas, así como un sistema de clarificadores, para separación de partículas y grasas por decantación y flotación.

Al pretratamiento y tratamiento primario le sigue el reactor anaerobio, el corazón de la planta, donde se realiza el tratamiento secundario, que corresponde a la digestión de materia orgánica por microorganismos específicos que la descomponen. A medida que el proceso avanza, se pueden acumular lodos en el reactor, compuestos por células bacterianas y otros residuos. Para mantener la eficiencia de la planta, estos lodos deben ser retirados periódicamente, lo que se hará a través de pipas de vaciado, a cargo de una empresa autorizada para el manejo de tales materiales, de modo que no habrá manejo o disposición de lodos en el sitio del proyecto, sino que serán retirados directamente de la PTAR y trasladados a las instalaciones de la empresa a cargo de su manejo, para la inactivación y disposición.



Figura 7. Imagen ilustrativa de una PTAR compacta de paquete.

Finalmente, hay una sección de tratamiento terciario, que incluye clarificadores secundarios y tanques de pulido, donde se hace una desinfección por cloración y el agua queda finalmente lista para pasar a la cisterna de agua para riego y a los pozos de inyección profunda.

Obras abiertas de acceso y recreativas (albercas)

Se trata de partes del proyecto que ocupan el terreno, pero sin ser techadas ni habitables, diferenciación útil para describir el proyecto y para calcular parámetros urbanos como COS y CUS.

El principal tipo de obra abierta, por su extensión, es el conjunto de pavimentos exteriores, que incluye un acceso principal desde la vialidad pública, ubicado aproximadamente entre el acceso el Edifico 1 (el Auditorio ya existente) y el Edificio 2, que es el de las unidades de hospedaje del condohotel, de modo que el acceso servirá para ambas instalaciones. Hacia el oeste de ese acceso el camino pavimentado lleva al condohotel, pasando por un motor-lobby techado en el frente y luego al estacionamiento interior. Al este del acceso se entra a una zona de maniobras y acceso al Auditorio (Edificio 1), que también tiene motor-lobby en el frente y estacionamiento interior en el primer nivel. A esa zona de maniobras también llega la salida del Edificio 2, del condohotel. También hay una zona pavimentada, menor, menor, en el frente de la planta de tratamiento de aguas residuales, que tiene 6 posiciones de estacionamiento. Todo el conjunto de áreas pavimentadas exteriores descritas suma 3,152.47 m^2, que es el 10.56% del predio. En ese mismo sistema de acceso se encuentra una caseta de control, instalación no habitacional, pero con paredes de mampostería y techada, de 27 m^2. En la zona de acceso también se proyecta una palapa o cobertizo de materiales fácilmente desmontables, para disponer de un espacio de sombra para el personal.

Siguiendo el criterio CG-06 del POEL, de concentrar las obras en las áreas con menos vegetación, además de poner las unidades de hospedaje en un solo edificio, las obras abiertas recreativas son contiguas o muy cercanas a ese edificio, con un diseño que buscó ocupar áreas desmontadas desde 2007-2008 o las que hoy carecen de cobertura vegetal, ocupadas por vivero y caminos.

Del lado de la vialidad pública, entre el borde del predio y el Edificio 2, se dispondrán dos canchas, una de tenis y otra de padel, que en conjunto ocuparán un área de 944.9 m^2.

Al otro lado del Edificio 2, hacia el frente marino del predio y contiguo a la parte central del Edificio 2, se establecerá una zona recreativa formada por un asoleadero con dos claros de vegetación, que dará paso a la zona de albercas, la cual contendrá dos albercas de profundidad estándar y una alberca somera o chapoteadero, así como áreas descubiertas y con pérgolas de sombreado parcial, para actividades de relajación, convivencia, yoga, spa, ejercicio físico, consumo de snacks y bebidas y demás propias de una estancia turística vacacional. Esa zona de albercas estará al nivel del lobby, que es el segundo nivel del edificio principal, de modo que tendrá un nivel inferior con áreas cerradas inferiores para cuartos de máquinas, bodega y servicios (uso no habitacional). La alberca que se proyecta hacia el sur, hasta el borde del predio, estará "volada" en una extensión de 10 m x 10 m sobre la vegetación del sitio, sostenida por pilotes hincados hasta el estrato resistente, del mismo moco que los del edificio principal. El conjunto de solárium y área de albercas ocupará una superficie de 1,734.08 (5.81% del predio), incluyendo la parte "volada".

II.2.4. Etapa de Operación y mantenimiento

Como instalación turística, la operación consiste en servicios de hospedaje y turísticos vacacionales a condóminos y huéspedes, que incluyen la operación de restaurantes y un área de albercas y asoleadero. Las actividades por realizar en la operación son las convencionales para este tipo de establecimiento. Los principales recursos por utilizar en esas actividades, además del espacio del proyecto son energía eléctrica y agua, la cual se usará para los servicios sanitarios, regaderas, lavanderías y demás actividades propias de una instalación turística de hospedaje.

Con respecto al agua, se instalará equipo con economizadores, aireadores y restrictores de flujo, para obtener valores que no rebasen 5 litros por descarga en inodoros, 10 litros por minuto en regaderas y enjuagador y 5 litros por minuto en llaves de lavabos, con lo que se estima que el consumo promedio por usuario será de 260 litros por persona por día. Para evitar el derroche de energía eléctrica, se usará un sistema de recomendaciones a los usuarios y tarjeta de activación en la entrada, que al retirarse desconecta los consumos innecesarios, así como iluminación led.



Figura 8. Vista conceptual del proyecto desde el sureste, que muestra el área de albercas y el Edificio 2.

El drenaje del restaurante tendrá trampa de grasa, a la cual se aplicará tratamiento de micronutrientes y mantenimiento periódico de retiro manual de materiales acumulados, los cuales serán canalizados a una empresa autorizada para su manejo, que se contratará para servicio continuo periódico.

El agua de las albercas deberá durar al menos 6 años sin ser cambiada, para lo cual se dotará de un sistema de purificación a base de hidrólisis de sal, de modo que no será necesario agregar cloro y donde el mantenimiento consiste en limpieza de filtros y cambio periódico de cartuchos, así como cambio de electrodos aproximadamente cada 2 años en las celdas electrolíticas.

En la operación se harán servicios de mantenimiento convencionales, limpieza, remplazo de piezas dañadas, pintura, jardinería, etc. En todo caso se cuidará de usar sólo productos permitidos y amigables con el medio. Es de mencionar que la administración, por definición del condohotel, es centralizada, por lo que se tendrá control de los servicios y el mantenimiento en la operación.

II.2.5. Etapa de abandono del sitio

Se prevé que el proyecto tenga una duración de 45 años, que se podrá prolongar indefinidamente con el mantenimiento necesario. Para el caso de que se decida por dar por terminada la operación, se presentará con anticipación ante la autoridad ambiental un Programa de Abandono del Sitio, en el cual se detallarán las acciones de retiro de las instalaciones y rehabilitación del sitio. Las acciones generales por realizar en ese Programa de Abandono son las siguientes.

Retiro de materiales, equipo y muebles. Venta de los que sirvan y concentración de los que no en un área específica para su remate a precio de recuperación, reciclaje o traslado al relleno sanitario o a donde en ese momento sea más conveniente.

Retiro de estructuras permanentes. Se hará una demolición con los siguientes pasos.

Paso 1: Retiro de superestructura y accesorios como cristales, aluminio, lámina, plafones, instalaciones eléctricas y sanitarias, herrería, etc. Se clasifican por tipo de material y se concentran en áreas específicas para su traslado a sitios autorizados para disposición o reciclaje.

Paso 2: Demolición de techos, muros, pisos y cimientos, con maquinaria ligera, con separación de materiales inertes, como concreto, y otros como poliductos y varillas de hierro, a concentrar por separado en áreas específicas para traslado a sitios autorizados para reciclaje o disposición final.

Paso 3: Limpieza. Una vez terminado el retiro de los materiales, se procederá a hacer una limpieza general del área, cuidando que no queden materiales de obra.

Paso 4: Adecuación al nuevo uso. El sitio será adecuado para el nuevo uso que se determine, que puede ser un nuevo proyecto turístico o habitacional, según lo que en su momento permita la normatividad o la restauración de la cobertura natural, que es una alternativa futura que no se descarta. En el primer caso, se tramitará la autorización respectiva con MIA o lo que haya que tramitar. En el segundo caso, de que ya no se quiera dar uso al terreno, se presentará un programa de rehabilitación del predio, en el cual se señalen las acciones de restitución o agregación de suelo, reforestación con especies nativas y reintroducción de fauna, de acuerdo con las coberturas originales que se identificaron en el sitio, y el periodo durante el cual se mantendrá el cuidado del área para garantizar su rehabilitación. Todo ello de acuerdo con la normatividad que sea vigente en ese momento.

II.2.6. Utilización de explosivos

El proyecto no requiere ni prevé el uso de ningún tipo de material explosivo.

II.2.7 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones

Se presentan los medios y modos de atender la generación de productos residuales y de desecho en tres tablas, una por tipo de residuo o emisión.

Tabla 4. Generación, manejo y disposición de residuos sólidos por etapa.

Etapa	Residuos sólidos	Manejo
Preparación del sitio	a) Residuos vegetales producto del desmonte, ramas, troncos, hojarasca y raíces. b) Material de despalme, aunque con escasa proporción de tierra vegetal. c) Basura doméstica por presencia de trabajadores, como empaques y envases de alimentos consumidos por los trabajadores.	a) Residuos vegetales, triturados, van a las áreas de conservación, verdes y para composteo. b) El material de despalme será mezclado con material vegetal triturado para composteo y reincorporación a las áreas de conservación. c) Se establecerá comedor para trabajadores, con sombra y mesas, dotada de botes con tapa para desechos de vidrio, metal, plástico y orgánicos.
Construcción	a) Desechos de obra inorgánicos como bolsas de papel, cartón, trozos de madera, plástico y escombro. b) Basura doméstica, como empaques y envases de alimentos consumidos por los trabajadores.	a) Se cuidará poner desechos de obra en área específica (en zona de desplante) y tambores para vidrio, metal y plásticos, luego se canalizan a empresas recicladoras y al relleno sanitario. b) Se establecerá un área de alimentación para trabajadores, con botes con tapa para acopiar desechos de vidrio, metal, plásticos y orgánicos.
Operación	Residuos domésticos, botellas, papel, restos de comida, empaques, etc. Se prevé generar en promedio 0.89 kg de basura por usuario al día, con hasta 522 kg/día a máxima ocupación. Con ocupación media anual de 75%, el promedio a generar es 391.5 kg/día.	Los residuos serán acopiados en botes clasificadores de metal, vidrio, plásticos y orgánicos, los cuales se entregarán al organismo municipal, que presta el servicio de "recolección, transportación, tratamiento y destino final de los residuos sólidos".

Tabla 5. Generación, manejo y disposición de efluentes residuales.

Etapa	Residuos líquidos	Manejo
Preparación del sitio	Aguas negras por uso de sanitarios de los trabajadores.	Se colocará una letrina portátil por cada 18 trabajadores o menos. Las letrinas serán arrendadas a una empresa autorizada, que se hará cargo del vaciado y limpieza diaria.
Construcción	a) Aguas negras por uso de sanitarios de los trabajadores. b) Potencial generación de residuos líquidos contaminantes por uso de equipo y maquinaria ligera.	a) 1 letrina portátil por cada 18 trabajadores. b) Al usar equipos con motor de combustión, se cuidará su buen estado y que se estacionen en área impermeable (piso o lona plástica) para prevenir riesgos por derrames accidentales de hidrocarburos. No se permitirá mantenimiento o reparaciones en el sitio.
Operación	Aguas negras y grises. Con consumo de agua estimado x usuario de 260 l/día, se prevén hasta 121,472 litros por día de residuales (80% de consumo de agua a máxima ocupación); el promedio por día con ocupación media anual de 75% será 91,104 l/día.	El proyecto incluye, en el sótano del edificio principal, una planta de tratamiento de aguas residuales con capacidad para recibir y tratar la totalidad de los efluentes que serán generados; las aguas tratadas serán utilizadas para riego de áreas verdes y una parte será inyectado al subsuelo mediante un pozo de inyección profunda.

Tabla 6. Generación, manejo y disposición de emisiones a la atmósfera.

Etapa	Emisiones al aire	Manejo
Preparación del sitio	a) El retiro de vegetación dejará áreas descubiertas que permiten la suspensión de partículas de suelo. b) Emisión de gases y ruidos de maquinaria.	a) Se regarán las áreas descubiertas para evitar que el aire levante partículas de suelo. b) Sólo se usará maquinaria en buen estado y el tiempo indispensable para los trabajos.
Construcción	a) El uso de maquinaria y equipo ligero para los trabajos implica la emisión de gases de combustión de motores, así como ruidos en el área. b) Suspensión de materiales de construcción a granel en el traslado y acopio para las obras.	a) Las emisiones de motores serán por lapsos cortos, en poca cantidad, no significativas en sitios abiertos donde los vientos permiten la eficiente dispersión. Sólo se usará equipos de motor en buen estado. b) Los materiales de obra que se adquieran sin empacar serán cubiertos con lona para evitar dispersión por viento.
Operación	La operación del condohotel no implica procesos o actividades que causen emisión de partículas, gases o ruidos en volúmenes significativos.	Por la capacidad de dispersión en el área y el tipo y volumen de emisiones, no se requieren medidas específicas para el manejo de emisiones a la atmósfera.

II.2.8. Generación de gases de efecto invernadero (GEI)

El proyecto, un condohotel, es netamente turístico vacacional y será utilizado para pernocta y recreación de condóminos y huéspedes, lo que no corresponde a ninguna de las principales actividades generadoras de emisiones de GEI, como son la combustión de carbón, petróleo y gas, que libera CO_2 y óxido nitroso (N_2O); la ganadería a gran escala de rumiantes, cuya digestión libera metano (CH_4); la producción y uso de fertilizantes, que emiten N_2O, y la emisión de 3 tipos de gases industriales fluorados que no se encuentran en la naturaleza, Hidrofluorocarbonos (HFC), Perfluorocarbonos (PFC) y el Hexafluoruro de azufre (SF_6), que se volvieron muy utilizados en la industria para sustituir otras sustancias que atacan directamente la capa de ozono de la estratosfera; se les usa en la producción de refrigerante, equipos eléctricos, semiconductores, magnesio y aluminio; ésos 3 gases contribuyen mucho al cabio climático, por su altísimo potencial de calentamiento, de hasta 23,000 tantos del CO_2.

El proyecto no implica procesos de combustión de carbono o petrolíferos ni procesos industriales que usen o generen gases fluorados, por lo que no se requieren medidas especiales de control de emisiones.

El turismo sigue siendo la "industria sin chimeneas". Según literatura científica[2], el turismo genera 8% de GEI, pero tal generación se concentra en el transporte, sobre todo aéreo, pero también terrestre y acuático. La generación por hotelería apenas llega a 1%, donde la mayor parte, más de 70%, se debe al consumo de energía que, en el caso del proyecto, es proveída por CFE, cuya matriz energética ya tiene un tercio (33%) de energía limpias, porcentaje que tiende a crecer en corto plazo, pues muchas de sus hidroeléctricas están en renovación y se prepara un gran parque fotovoltaico en Sonora. En todo caso, para el proyecto se optimizará el uso de energía mediante aislantes y elementos de sombra en el edifico de hospedaje, equipo electrodoméstico eficiente e iluminación LED, lo que además reduce costos operativos.

[2] Lenzen *et al.* 2018.

III. VINCULACIÓN CON LA NORMATIVIDAD AMBIENTAL

III.1. Programa de Ordenamiento Ecológico Local del municipio Benito Juárez

El sitio del proyecto se encuentra regulado por el POEL de Benito Juárez, según decreto publicado en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo el 27 de febrero de 2014. Ese instrumento ubica el sitio del proyecto en la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) 21 Zona Urbana de Cancún.

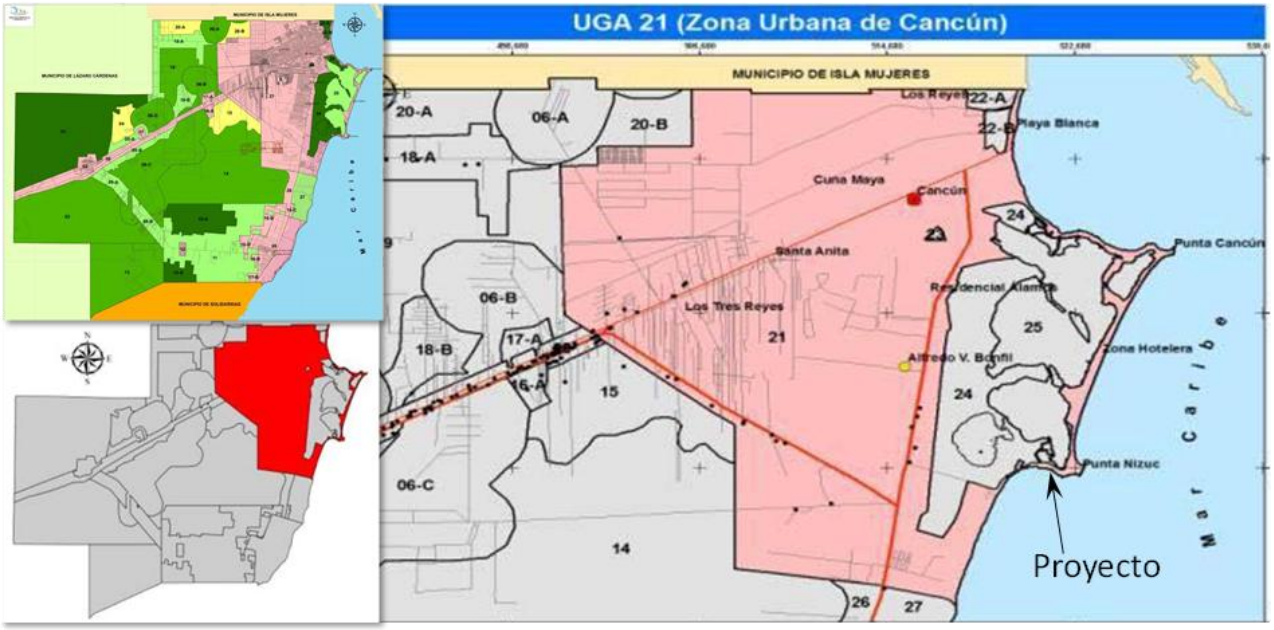


Figura 9. Ubicación del proyecto en la zonificación del POEL vigente.

El POEL determina para la UGA 21 los siguientes atributos.

Tabla 7. Atributos de la Unidad de Gestión Ambiental 21.

Atributo	Contenido
Criterio de delimitación	Poligonal del Centro de Población establecida en el Programa de Desarrollo Urbano Sustentable del Municipio (P.O. 8/marzo/2013).
Política Ambiental	Aprovechamiento Sustentable (**Zonas urbanas**)
Parámetros de aprovechamiento	Según lo establecido en el Programa de Desarrollo Urbano vigente.
Usos compatibles	Los que establezca el Programa de Desarrollo Urbano vigente.
Usos incompatibles	
Criterios de regulación ecológica	URB: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58 y 59.
Lineamientos ecológicos de la UGA	Ocupación territorial: mayor a 70%. Áreas verdes/habitante: 12 m^2. Tratamiento de aguas residuales: 100%.

Además de los criterios específicos para la UGA 21, el POEL establece criterios de aplicación general en todo el territorio municipal. Enseguida se presentan ambos tipos y su vinculación con el proyecto.

Tabla 8. Vinculación del proyecto con los criterios de regulación ecológica de aplicación general.

Estrategia (criterio)	Vinculación con el proyecto
CG-01. En el tratamiento de plagas y enfermedades de plantas en cultivos, jardines, reforestación y de manejo de la vegetación nativa deben emplearse productos que afecten específicamente la plaga o enfermedad que se desea controlar, así como fertilizantes preferentemente orgánicos y que estén publicados en el catálogo vigente de la CICOPLAFEST.	En áreas verde y de conservación se pretende dar preferencia a jardinería orgánica. En su caso, se usarán solamente productos permitidos según listado vigente de CICOPLAFEST y autorizaciones de la COFEPRIS.
CG-02. Los proyectos que en cualquier etapa empleen agroquímicos de manera rutinaria e intensiva, deberán elaborar un programa de monitoreo de calidad de agua del subsuelo a fin de detectar, prevenir y, en su caso, corregir contaminación del recurso. Los resultados del Monitoreo se incorporarán a la bitácora ambiental.	No se pretende emplear agroquímicos de manera rutinaria ni en forma intensiva.
CG-03. Con la finalidad de restaurar la cobertura vegetal que favorece la captación de agua y la conservación de los suelos, la superficie del predio sin vegetación que no haya sido autorizada para su aprovechamiento, debe ser reforestada con especies nativas propias del hábitat que haya sido afectado.	Se ejecutarán acciones de reforestación con especies nativas de matorral costero y selva baja, producto del rescate de vegetación, en las áreas del predio que carezcan de tal.
CG-04. En los nuevos proyectos de desarrollo urbano, agropecuario, suburbano, turístico e industrial se deberá separar el drenaje pluvial del drenaje sanitario. El drenaje pluvial de techos, previo al paso a través de un decantador para separar sólidos no disueltos, podrá ser empleado para la captación en cisternas, dispuesto en áreas con jardines o en las áreas con vegetación nativa remanente de cada proyecto. El drenaje pluvial de estacionamientos públicos y privados, así como de talleres mecánicos deberá contar con sistemas de retención de grasas y aceites.	El drenaje pluvial irá separado del sanitario, con bajadas propias desde las azoteas del Edificio 2 hasta registros pluviales con desarenador y de ahí al aljibe o cisterna y a áreas verdes. En las áreas de estacionamiento los flujos pluviales se pasarán por registros con trampas de grasas y aceites y desarenador.
CG-05. Para permitir la adecuada recarga del acuífero, todos los proyectos deben acatar lo dispuesto en el artículo 132 de la LEEPAQROO o la disposición jurídica que la sustituya. $(> 3{,}000\ m^2: 40\%)$	Como indica el plano de conjunto, se dejarán 15,456.10 m^2 de áreas de conservación y verdes, permeables, o sea 51.77% del predio
CG-06. Con la finalidad de evitar la fragmentación de los ecosistemas y el aislamiento de las poblaciones, se deberán agrupar las áreas de aprovechamiento preferentemente en áreas "sin vegetación aparente" y mantener la continuidad de las áreas con vegetación natural. Para lo cual, el promovente deberá presentar un estudio de zonificación ambiental que demuestre la mejor ubicación de la infraestructura planteada por el proyecto, utilizando preferentemente las áreas perturbadas por usos previos o con vegetación secundaria o acahual.	El proyecto se apega a este criterio, pues todas las obras del proyecto se juntan sobre zonas de vegetación secundaria y sin vegetación, y respeta las áreas de vegetación natural más cercanas a los bordes de la zona marina. Todas las unidades de hospedaje se concentran en un solo edificio y junto a éste las áreas recreativas.
CG-07. En los proyectos en donde se pretenda llevar a cabo la construcción de caminos, bardas o cualquier otro tipo de construcción que pudiera interrumpir la conectividad ecosistémica deberán implementar pasos de fauna menor (pasos inferiores) a cada 50 metros, con excepción de áreas urbanas.	El proyecto no es de obra lineal o que atraviese zonas naturales y se halla en una zona urbana (UGA 21 del POEL).
CG-08. Los humedales, reholladas inundables, petenes, cenotes, cuerpos de agua superficiales en los predios deberán ser incorporados a las áreas de conservación.	El predio Lote 3 no contiene cuerpos de agua superficiales ni reholladas, petenes o cenotes.
CG-09. Salvo en las UGA urbanas, los desarrollos deberán ocupar el porcentaje de aprovechamiento o desmonte correspondiente para la UGA en la que se encuentre, y ubicarse en la parte central del predio, en forma perpendicular a la carretera principal. Las áreas que no sean intervenidas no podrán ser cercadas o bardeadas y deberán ubicarse preferentemente a lo largo del perímetro del predio en condiciones naturales y no podrán ser desarrolladas en futuras ampliaciones.	El predio se halla en una UGA urbana (UGA 21 del POEL).
CG-10. Sólo se permite la apertura de nuevos caminos de acceso para actividades relacionadas a los usos compatibles, así como aquellos relacionados con el establecimiento de redes de distribución de servicios básicos para la población.	El proyecto no incluye apertura de caminos nuevos; es colindante con la principal vialidad de la Zona Hotelera.
CG-11. El porcentaje de desmonte que se autorice en cada predio deberá estar acorde a cada uso compatible y no deberá exceder el porcentaje establecido en el lineamiento ecológico de la UGA, con los principios de equidad y proporcionalidad	El PDU atiende los lineamientos de la UGA 21, que remite al Programa de Desarrollo Urbano aplicable, por ser UGA urbana.
CG-12. En el caso de desarrollarse varios usos de suelo compatibles en el mismo predio, los porcentajes de desmonte asignados a cada uno de ellos solo serán acumulables hasta alcanzar el porcentaje definido en el lineamiento ecológico.	El predio tiene un solo uso del suelo TH (Turístico Hotelero), que incluye condohoteles.
CG-13. En áreas de aprovechamiento autorizado, previo al desarrollo de cualquier obra o actividad, se debe ejecutar un programa de rescate de flora y fauna.	Se aplicarán programas de Rescate de Flora y Fauna, que se agregan como Apéndices 1 y 2.

Estrategia (criterio)	Vinculación con el proyecto
CG-14. En predios donde no exista cobertura arbórea, o en el caso que exista una superficie mayor desmontada a la señalada para la unidad de gestión ambiental ya sea por causas naturales y/o usos previos, el proyecto sólo podrá ocupar la superficie máxima de aprovechamiento que se indica para la unidad de gestión ambiental y la actividad compatible que pretenda desarrollarse.	El proyecto no rebasa la superficie máxima de aprovechamiento indicada por el PDU, que rige los parámetros de aprovechamiento de la UGA 21.
CG-15. En ecosistemas forestales deberán eliminarse los ejemplares de especies exóticas consideradas invasoras por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) que representen un riesgo de afectación o desplazamiento de especies silvestres. El material vegetal deberá ser eliminado mediante procedimientos que no permitan su regeneración y/o propagación.	La zona hotelera está infestada de almendros (*Terminalia catappa*), especie invasora según CONABIO y 77 países e islas*. Almendros y otras invasoras serán retirados y triturados. *(www.gbif.org/es/species/3189394)
CG-16. La introducción y manejo de palma de coco (Cocus nucifera) debe restringirse a variedades resistentes al “amarillamiento letal del cocotero”.	En su caso, se usará la variedad resistente Alto del Pacífico, con certificación del CICY.
CG-17. Se permite el manejo de especies exóticas, cuando: 1. La especie no esté catalogada como especie invasora por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y/o La SAGARPA. 2. La actividad no se proyecte en cuerpos naturales de agua, 3. El manejo de fauna, en caso de utilizar encierros, se debe realizar el tratamiento secundario por medio de biodigestores autorizados por la autoridad en la materia de aquellas aguas provenientes de la limpieza de los sitios de confinamiento. 4. Se garantice el confinamiento de los ejemplares y se impida su dispersión o distribución al medio natural. 5. Deberán estar dentro de una Unidad de Manejo Ambiental o PIMVS.	1.- No se utilizarán especies exóticas. 2. No se proyectan acciones en cuerpos de agua. 3 y 4. El proyecto no incluye manejo de fauna en encierros u otros tipos. 5. En su caso se establecerá la UMA o PIMVS.
CG-18. No se permite la acuicultura en cuerpos de agua en condiciones naturales, ni en cuerpos de agua artificiales con riesgo de afectación a especies nativas.	El proyecto no incluye acciones de acuicultura.
CG-19. Todos los caminos abiertos en propiedad privada deberán contar con acceso controlado, a fin de evitar posibles afectaciones a los recursos naturales existentes.	El proyecto no incluye caminos en áreas naturales; el acceso es directo desde vialidad.
CG-20. Los cenotes, reholladas inundables y cuerpos de agua deberán mantener inalterada su estructura geológica y mantener el estrato arbóreo, asegurando que la superficie establecida para su uso garantice el mantenimiento de las condiciones ecológicas de dichos ecosistemas.	El proyecto no incluye actuaciones en cenotes, reholladas inundables o cuerpos de agua.
CG-21. Donde se encuentren vestigios arqueológicos, deberá reportarse dicha presencia al Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) y contar con su autorización para la construcción de la obra o realización de actividades.	En el sitio del proyecto no se encuentran vestigios arqueológicos ni indicios de que pueda haberlos.
CG-22. El derecho de vía de los tendidos de energía eléctrica de alta tensión sólo podrá ser utilizado conforme a la normatividad aplicable, y en apego a ella no podrá ser utilizado para asentamientos humanos.	El proyecto no incluye ninguna actuación en derechos de vía.
CG-23. La instalación de infraestructura de conducción de energía eléctrica de baja tensión y comunicación deberá ser subterránea en el interior de los predios, para evitar la contaminación visual del paisaje y afectaciones por eventos meteorológicos extremos y para minimizar la fragmentación de ecosistemas.	Se atiende el criterio, toda la infraestructura de conducción de energía eléctrica y de comunicación será subterránea, sin postes ni líneas aéreas.
CG-24. Los taludes de los caminos y carreteras deberán ser reforestados con plantas nativas de cobertura y herbáceas que limiten los procesos de erosión.	El proyecto no incluye caminos o carreteras.
CG-25. En ningún caso la estructura o cimentación de las construcciones deberá interrumpir la hidrodinámica natural superficial y/o subterránea.	La cimentación de pilas no afecta flujos subterráneos; se cuidarán las escorrentías
CG-26. De acuerdo a lo que establece el Reglamento Municipal de Construcción, los campamentos de construcción o de apoyo y todas las obras en general deben: A. Contar con al menos una letrina por cada 20 trabajadores. B. Áreas específicas y delimitadas para la pernocta y/o para la elaboración y consumo de alimentos, con condiciones higiénicas adecuadas (ventilación, miriñaques, piso de cemento, correcta iluminación, lavamanos, entre otros). C. Establecer las medidas necesarias para almacenamiento, retiro, transporte y disposición final de los residuos sólidos generados. D. Establecer medidas para el correcto manejo, almacenamiento, retiro, transporte y disposición final de los residuos peligrosos.	A. Se pondrá 1 letrina por cada 18 operarios. B. No se requiere área para pernocta. Sí se establecerá un área de comedor. C. Se colocarán botes con tapa para acopiar residuos sólidos y su retiro a cargo del servicio públicos hasta el relleno sanitario. D. No se requiere almacenar residuos peligrosos toda vez que no se permitirán actividades de mantenimiento a equipo o maquinaria *in situ*. Habrá kits antiderrames.

Estrategia (criterio)	Vinculación con el proyecto
CG-27. En el diseño y construcción de los sitios de disposición final de Residuos Sólidos Urbanos se deberán colocar en las celdas para residuos y en el estanque de lixiviados, una geomembrana de polietileno de alta densidad o similar, con espesor mínimo de 1.5 mm. Previo a la colocación de la capa protectora de la geomembrana se deberá acreditar la aprobación de las pruebas de hermeticidad de las uniones de la geomembrana por parte de la autoridad que supervise su construcción.	No aplica, el proyecto no implica relleno sanitario ni vertido de basuras para disposición final.
CG-28. La disposición de materiales derivados de obras, excavaciones o dragados sólo podrá realizarse en sitios autorizados por la autoridad competente, siempre y cuando no contengan residuos sólidos urbanos, así como aquellos que puedan ser catalogados como peligrosos por la normatividad vigente.	Los materiales inertes derivados de las obras serán separados y, libres de basura doméstica, serán dispuestos en sitios autorizados por la autoridad municipal.
CG-29. La disposición final de residuos sólidos únicamente podrá realizarse en los sitios previamente aprobados para tal fin.	Los residuos urbanos serán canalizados a través del servicio público municipal. El proyecto no incluye disposición final de residuos sólidos.
CG-30. Los desechos biológico-infecciosos no podrán disponerse en el relleno sanitario y/o en depósitos temporales de servicio municipal.	El proyecto no implica generación de tales residuos.
CG-31. Los sitios de disposición final de RSU deberán contar con un banco de material pétreo autorizado dentro del área proyectada, mismo que se deberá ubicar aguas arriba de las celdas de almacenamiento y que deberá proveer diariamente del material de cobertura.	No aplica, el proyecto no implica relleno sanitario ni vertido de basuras para disposición final.
CG-32. Se prohíbe la quema de basura, así como su entierro o disposición a cielo abierto.	No se hará quema de basura o uso de tiraderos. La basura será canalizada al servicio público.
CG-33. Todos los proyectos deberán contar con áreas específicas para el acopio temporal de los residuos sólidos. En el caso de utilizar el servicio municipal de colecta, dichas áreas deben ser accesibles a la operación del servicio.	Se establecerán sitios de acopio temporal en todas las etapas. En las de Preparación y Construcción se determinará un sitio durante los trabajos. Para la operación, se contará con cuartos de basuras, uno de ellos refrigerado.
CG-34. El material pétreo, sascab, piedra caliza, tierra negra, tierra de despalme, madera, materiales vegetales y/o arena, que se utilice en la construcción de un proyecto, deberá provenir de fuentes y/o bancos de material autorizados.	Se obtendrán tales materiales sólo de fuentes autorizadas. Se recabarán las facturas o notas respectivas.
CG-35. En la superficie en la que por excepción la autoridad competente autorice la remoción de la vegetación, también se podrá retirar el suelo, subsuelo y las rocas para nivelar el terreno e instalar los cimientos de las edificaciones e infraestructura, siempre y cuando no se afecten los ríos subterráneos que pudieran estar presentes en los predios que serán intervenidos.	Se atenderá este criterio. No se han detectado ríos subterráneos en el sitio del proyecto. El nivel general sobre el cual se desplantarán las obras está a 3 m sobre el nivel del mar.
CG-36. Los desechos orgánicos derivados de las actividades agrícolas, pecuarias y forestales deberán aprovecharse en primera instancia para la recuperación de suelos, y/o fertilización orgánica de cultivos y áreas verdes, previo composteo y estabilización y ser dispuestos donde lo indique la autoridad competente en la materia.	El proyecto no incluye actividades agrícolas, pecuarias o forestales. Se atiende el criterio por lo que hace a los materiales producto del desmonte y despalme.
CG-37. Todos los proyectos que impliquen la remoción de vegetación y despalme del suelo deberán realizar acciones para la recuperación de la tierra vegetal, realizando su separación de los residuos vegetales y pétreos, con la finalidad de que sea utilizada para acciones de reforestación dentro del mismo proyecto o donde lo disponga la autoridad competente en la materia, dentro del territorio municipal.	Las actividades de preparación del sitio incluyen la recuperación de tierra vegetal, escasa en el sitio, y su utilización para acciones de reforestación y en caso de excedentes, para donar a donde indique la autoridad municipal.
CG-38. No se permite la transferencia de densidades de cuartos de hotel, residencias campestres, cabañas rurales y/o cabañas ecoturísticas de una unidad de gestión ambiental a otra.	No se transfieren densidades para el proyecto, que se limita a 99 unidades de hospedaje.
CG-39. El porcentaje de desmonte permitido en cada UGA que impliquen el cambio de uso de suelo de la vegetación forestal, solo podrá realizarse cuando la autoridad competente expida por excepción las autorizaciones de cambio de uso de suelo de los terrenos forestales.	El predio ya fue objeto de una autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, que se acompaña en el Anexo Documental 2 Documentos oficiales relativos al predio.

Tabla 9. Vinculación del proyecto con los criterios de aplicación para áreas urbanas.

Estrategia (Criterio)	Vinculación con el proyecto
Recurso 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 instalar y operar por su propia cuenta, sistemas de tratamiento y reciclaje 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.	Se atiende este criterio; el proyecto incluye su propia planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) y el uso de parte de las aguas tratadas para riego de áreas verdes.
URB-02. A fin de evitar contaminación ambiental o riesgos a la salud pública y sólo en casos excepcionales en que el tendido de redes hidrosanitarias no exista, así como las condiciones financieras, socioeconómicas o topográficas necesarias para la introducción del servicio lo ameriten y justifiquen, la autoridad competente en la materia podrá autorizar a persona físicas el empleo de biodigestores para que en sus domicilios particulares se realice de manera permanente un tratamiento de aguas negras domiciliarias. Estos sistemas deberán estar aprobados por la autoridad ambiental competente.	El proyecto no requiere el uso de biodigestores propios de casas particulares. El proyecto incluye una PTAR para atender las necesidades de manejo y tratamiento de aguas generadas por el conjunto de unidades de hospedaje y sus servicios.
URB-03. En zonas que cuenten con servicio de drenaje sanitario el usuario estará obligado a conectarse a dicho servicio. En caso que a partir de un dictamen técnico del organismo operador resulte no ser factible tal conexión, se podrán utilizar sistemas de tratamiento debidamente certificados y contar con la autorización para las descargas por la CONAGUA.	El proyecto incluye la instalación de una PTAR y para operar se gestionarán los respectivos permisos de descarga con la CONAGUA.
URB-04. Los sistemas de producción agrícola intensiva (invernaderos, hidroponía, viveros) que se establezcan dentro de los centros de población deben reducir la pérdida del agua de riego, limitar la aplicación de agroquímicos y evitar contaminación de mantos freáticos.	El proyecto no incluye producción agrícola.
URB-05. En el caso de los campos de golf o usos de suelo similares que requieran la aplicación de riegos con agroquímicos y/o aguas residuales tratadas, deberán contar con la infraestructura necesaria para optimización y reciclaje del agua. Evitando en todo la contaminación al suelo, cuerpos de agua, y mantos freáticos.	El proyecto no incluye campos de golf o similares.
URB-06. Los proyectos de campos deportivos y/o de golf, así como las áreas ajardinadas de los desarrollos turísticos deberán minimizar el uso de fertilizantes y/o pesticidas químicos para evitar riesgos de contaminación.	En áreas verdes se procurará jardinería orgánica y sólo excepcionalmente se usarán agroquímicos permitidos.
URB-07. No se permite la disposición de aguas residuales sin previo tratamiento hacia los cuerpos de agua, zonas inundables y/o al suelo y subsuelo, por lo que se promoverá que se establezca un sistema integral de drenaje y tratamiento de aguas residuales.	El proyecto incluye PTAR y parte de las aguas tratadas irán al subsuelo mediante absorción profunda.
URB-08. En las zonas urbanas y sus reservas del Municipio se deberán establecer espacios ajardinados que incorporen elementos arbóreos y arbustivos de especies nativas.	El proyecto es en predio particular; deja áreas verdes con arbóreos y arbustivos
URB-09. Para mitigar el aumento de la temperatura y la sensación térmica en la zonas urbanas, mejorar el paisaje, proteger las zonas de infiltración de aguas y recarga de mantos acuíferos, dotar espacios para recreación y mejoramiento de la calidad de vida de los ciudadanos en general, deben existir parques y espacios recreativos con elementos arbóreos y arbustivos y cuya separación no será mayor a 1 km entre dichos parques.	No aplica, el criterio corresponde a actuaciones de la autoridad local en espacios públicos.
URB-10. Los cenotes, reholladas inundables y cuerpos de agua en centros de población deben formar parte de las áreas verdes, asegurando que la superficie establecida garantice el mantenimiento de las condiciones ecológicas de esos ecosistemas.	Corresponde a la autoridad local. En el predio de proyecto no hay reholladas inundables, cenotes o cuerpos de agua.
URB-11. Para el ahorro del recurso agua, las nuevas construcciones deberán implementar tecnologías que aseguren el ahorro y uso eficiente del agua.	Toda la grifería del proyecto tendrá aireadores y dispositivos ahorradores.
URB-12. En las plantas de tratamiento de aguas residuales y de desactivación de lodos deberán implementarse procesos para la disminución de olores y establecer franjas de vegetación arbórea de al menos 15 m de ancho que presten el servicio de barreras dispersantes de malos olores dentro del predio que se encuentren dichas instalaciones.	El proyecto no es en lo principal de tratamiento de aguas residuales; incluye PTAR anaerobia en sótano del Edificio 2, a más de 15 m del borde del predio.
URB-13. La canalización del drenaje pluvial hacia espacios verdes, cuerpos de agua superficiales o pozos de absorción, debe realizarse previa filtración de sus aguas con sistemas de decantación, trampas de grasas y sólidos, u otros que garanticen la retención de sedimentos y contaminantes. Dicha canalización deberá ser autorizada por la CONAGUA.	El proyecto tendrá drenaje pluvial con cribas de malla en bajadas y registros con decantador, más trampa de grasas y aceites en estacionamientos.

Estrategia (Criterio)	Vinculación con el proyecto
URB-14. Los crematorios deberán realizar monitoreo y control de sus emisiones al aire.	El proyecto no incluye crematorios.
URB-15. Los cementerios deberán impermeabilizar paredes y piso de las fosas, con el fin de evitar contaminación al suelo, subsuelo y manto freático.	El proyecto no incluye cementerios.
URB-16. Los proyectos en la franja costera dentro de las UGA urbanas deberán tomar en cuenta la existencia de las bocas de tormenta que de manera temporal desaguan zonas sujetas a inundación durante la ocurrencia de lluvias extraordinarias o eventos ciclónicos. Por ser tales sitios zonas de riesgo, en los espacios públicos y privados se deben de realizar obras de ingeniería permanentes que en una franja que no será menor de 20 m conduzcan y permitan el libre flujo que de manera natural se establezca para el desagüe.	En el sitio del proyecto no se registra la formación de bocas de tormenta, pues se asienta precisamente al lado del Canal Nizuc, que comunica el cuerpo de agua lagunar con la zona marina.
URB-17. Serán susceptible de aprovechamiento los recursos biológicos forestales, tales como semilla, que generen los árboles urbanos, con fines de propagación por parte de particulares, mediante la autorización de colecta de recursos biológicos forestales.	El proyecto no incluye aprovechamiento de recursos forestales maderables o no maderables.
Recurso Suelo y subsuelo	
URB-19. La autorización emitida por la autoridad competente para la explotación de bancos de materiales pétreos deberá sustentarse en los resultados provenientes de estudios de mecánica de suelos y geohidrológicos que aseguren que no existan afectaciones irreversibles al recurso agua, aun en los casos de afloramiento del acuífero para extracción debajo del manto freático. Estos estudios deberán establecer claramente cuáles serán las medidas de mitigación aplicables al proyecto y los parámetros y periodicidad para realizar el monitoreo que tendrá que realizarse durante todas las etapas del proyecto, incluyendo las actividades de la etapa de abandono.	No aplica, el proyecto no incluye explotación de bancos de material.
URB-20. Con el objeto de integrar cenotes, reholladas, cuevas y cavernas a las áreas públicas urbanas, se permite realizar un aclareo, poda y modificación de vegetación rastrera y arbustiva presente, respetando en todo momento los elementos arbóreos y vegetación de relevancia ecológica, así como la estructura geológica de estas formaciones.	Las obras se limitan a un área terrestre en la que no hay cenotes, reholladas, cuevas o cavernas, propias de la zona continental.
URB-21. Los bancos de materiales autorizados deben respetar una zona de amortiguamiento que consiste en una barrera vegetal alrededor del mismo, conforme lo señala el Decreto 36, del Gobierno del Estado; y/o la disposición jurídica que la sustituya.	No aplica, el proyecto no incluye explotación de bancos de material.
URB-22. Para evitar la contaminación del suelo y subsuelo, en las actividades de extracción y exploración de materiales pétreos deberán realizarse acciones de acopio, separación, utilización y disposición final de cualquier tipo de residuos generados, en el marco de lo que establezcan las disposiciones jurídicas aplicables.	No aplica, el proyecto no incluye explotación de bancos de material.
URB-23. Para reincorporar las superficies afectadas por extracción de materiales pétreos a las actividades económicas del municipio, deberá realizarse la rehabilitación de dichas superficie en congruencia con usos que prevean los instrumentos de planeación vigentes para la zona.	No aplica, el proyecto no incluye explotación de bancos de material.
URB-24. Los generadores de Residuos de Manejo Especial y los Grandes Generadores de Residuos Sólidos Urbanos deberán contar con un plan de manejo de los mismos, en apego a la normatividad vigente en la materia.	Se acompaña el Programa de Manejo Integral de Residuos Sólidos, como Apéndice 3.
URB-25. Para el caso de fraccionamientos habitacionales, el fraccionador deberá construir a su cargo y entregar al Ayuntamiento por cada 1000 viviendas previstas en el proyecto de fraccionamiento, parque o parques públicos recreativos con sus correspondientes áreas ajardinadas y arboladas con una superficie mínima de 5,000 metros cuadrados, mismos que podrán ser relacionados a las áreas de donación establecidas en la legislación vigente en la materia. Tratándose de fracciones en el número de viviendas previstas en el fraccionamiento, las obras de equipamiento urbano serán proporcionales, pudiéndose construir incluso en predios distintos al fraccionamiento.	El proyecto no es un fraccionamiento habitacional ni lotificación.
URB-26. En etapas de crecimiento de la mancha urbana considerada por el PDU, para mitigar el aumento de la temperatura y la sensación térmica en la zonas urbanas, mejorar el paisaje, proteger las zonas de infiltración de aguas y recarga de mantos acuíferos, favorecer la función de barrera contra ruido, dotar espacios para recreación y mejoramiento de la calidad de vida de los ciudadanos, los fraccionamientos deben incorporar áreas verdes que contribuyan al Sistema Municipal de Parques, de conformidad con la normatividad vigente en la materia.	El proyecto no es un fraccionamiento habitacional ni lotificación.

Estrategia (Criterio)	Vinculación con el proyecto
URB-27. La superficie ocupada por equipamiento en las áreas verdes no deberá exceder de un 30% del total de la superficie cada una de ellas.	No aplica, el proyecto no es fraccionamiento habitacional.
URB-28. Para evitar las afectaciones por inundaciones, se prohíbe el establecimiento de fraccionamientos habitacionales así como de infraestructura urbana dentro del espacio excavado de las sascaberas en desuso y en zonas en donde los estudios indiquen que existe el riesgo de inundación (de acuerdo al Atlas de Riesgos del municipio o del estado).	No aplica, el proyecto no es un fraccionamiento habitacional. En el sitio del proyecto no hay sascaberas.
URB-29. En la construcción de fraccionamientos dentro de las áreas urbanas, se permite la utilización del material pétreo que se obtenga de los cortes de nivelación dentro del predio. El excedente de los materiales extraídos que no sean utilizados deberá disponerse en la forma indicada por la autoridad competente en la materia.	El proyecto no es fraccionamiento habitacional. En su caso, se aplicará este criterio para el material resultante de la nivelación del sitio.
Recurso Flora y Fauna	
URB-30. En zonas inundables, se deben mantener las condiciones naturales de los ecosistemas y garantizar la conservación de las poblaciones silvestres que la habitan. Por lo que las actividades recreativas de contemplación deben ser promovidas y las actividades de aprovechamiento extractivo y de construcción deben ser condicionadas.	El predio del proyecto no tiene en su interior zonas de inundación.
URB-31. Las áreas destinadas a la conservación de la biodiversidad y/o del agua que colinden con las áreas definidas para los asentamientos humanos, deberán ser los sitios prioritarios para ubicar los ejemplares de plantas y animales que sean rescatados en el proceso de eliminación de la vegetación.	Los productos de rescate de vegetación serán reincorporados en áreas verdes del predio y su entorno. También se podrá donar a la autoridad local.
URB-32. Deberá preverse un mínimo de 50% de la superficie de los espacios públicos ajardinados para que tengan vegetación natural de la zona y mantener todos los árboles nativos que cuenten con DAP mayores de 15 cm, en buen estado fitosanitario y que no representen riesgo de accidentes para los usuarios.	No aplica. Este criterio corresponde a las entidades a cargo de espacios públicos.
URB-33. Deberán establecerse zonas de amortiguamiento de al menos 50 m alrededor de las zonas industriales y centrales de abastos que se desarrollen en las reservas urbanas. Estas zonas de amortiguamiento deberán ser dotados de infraestructura de parque público	No aplica, el proyecto no incluye zonas industriales o centrales de abastos.
URB-34. En los programas de rescate de fauna silvestre que deben elaborarse y ejecutarse con motivo de la eliminación de la cobertura vegetal de un predio, se deberá incluir el sitio de reubicación de los ejemplares, aprobado por la autoridad ambiental competente.	Se indica sitio de reubicación en el programa; se evitará el manejo y se preferirá sólo el ahuyentamiento.
URB-35. No se permite introducir o liberar fauna exótica en parques o reservas urbanas.	El proyecto no prevé liberar fauna.
URB-36. Las áreas con presencia de ecosistemas de manglar dentro de los centros de población deberán ser consideradas como Áreas de Preservación Ecológica para garantizar el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales que proveen por lo que no podrán ser modificadas, con el fin de proporcionar una mejor calidad de vida para los habitantes del municipio; con excepción de aquellas que cuenten previamente con un plan de manejo autorizado por la autoridad ambiental competente.	El proyecto se propone en un predio particular, con autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales y sin ocupar ecosistemas de manglar, aunque es aledaño.
URB-37. Para minimizar los impactos ambientales y el efecto de borde sobre los ecosistemas adyacentes a los centros urbanos, la ocupación de nuevas reservas territoriales para el desarrollo urbano, solo podrá realizarse cuando se haya ocupado el 85% del territorio de la etapa de desarrollo urbano previa.	El proyecto no implica ocupación de nuevas reservas territoriales para desarrollo urbano.
URB-38. Las áreas verdes de los estacionamientos descubiertos públicos y privados deben ser diseñadas en forma de camellones continuos y deberá colocarse por lo menos un árbol por cada dos cajones de estacionamiento.	La mayor parte del estacionamiento es interior; habrá áreas verdes en torno a zonas de rodamiento exterior
URB-39. Los predios colindantes con los humedales deberán tener áreas de vegetación, preferentemente nativa, que permitan el tránsito de la vida silvestre hacia otros manchones de vegetación. Los predios colindantes en el Sur del área natural protegida Manglares de Nichupté (ANPLN) deberán mantener su cubierta vegetal para favorecer el tránsito de fauna. Se deberán realizar obras que permitan la comunicación de la fauna entre el ANPLN el área de vegetación nativa con la que colinda en su límite Sur, para tal efecto se deberán realizar las obras necesarias en la carretera que las divide para que la fauna pueda transitar entre ambos terrenos, sin que pueda ser atropellada.	El proyecto mantiene vegetación en las zonas perimetrales del predio por el sur y el oeste. El predio no colinda con ninguna ANP, aunque sí es cercano.

Estrategia (Criterio)	Vinculación con el proyecto
URB-40. En las previsiones de crecimiento de las áreas urbanas colindantes con ANP, se deberán mantener corredores biológicos que salvaguarden la conectividad entre ecosistemas existentes.	Corresponde a la autoridad municipal hacer tales previsiones.
URB-41. Los proyectos urbanos deberán reforestar camellones y áreas verdes colindantes a las ANP y parques municipales deberán reforestar con especies nativas que den refugio y alimentación a la fauna silvestre, destacando el chicozapote (Manilkara zapota), la guaya (Talisia olivaeformis), capulín (Muntingia calabura), Ficus spp, entre otros.	Corresponde a la autoridad municipal lo relativo a vialidades y parques. Se podrá donar producto del rescate de vegetación.
URB-42. Los desarrollos turísticos y/o habitacionales deberán garantizar la permanencia del hábitat y las poblaciones de mono araña *Ateles geoffroyi*, mediante la regulación de los horarios de usa del sitio, mantenimiento de la disponibilidad natural de alimento y sitios de pernocta y de reproducción, así como con otras acciones que sean necesarias.	El sitio del proyecto no ha sido ni es hábitat de mono araña, ni siquiera en forma ocasional o potencial.
Recurso Paisaje	
URB-43. Las áreas verdes y en las áreas urbanas de conservación, deberán contar con el equipamiento adecuado para evitar la contaminación por residuos sólidos, ruido, aguas residuales y fecalismo al aire libre.	Criterio a cargo de la autoridad municipal. El proyecto tendrá equipo para acopio y manejo de residuos.
URB-44. Las autorizaciones municipales para uso de suelo en los predios colindantes a la zona federal marítimo terrestre y las concesiones de la misma otorgadas por la Federación, deberán ser congruentes con los usos de suelo de la zona que expida el Estado o Municipio.	A cargo de la autoridad municipal. El uso en el sitio es turístico.
URB-45. Para recuperar el paisaje y compensar la pérdida de vegetación en las zonas urbanas, en las actividades de reforestación designadas por la autoridad competente, se usarán de manera prioritaria especies nativas acordes a cada ambiente.	Criterio a cargo de la autoridad, con la cual se podrá acordar la donación de productos del rescate de vegetación.
URB-46. El establecimiento de actividades de la industria concretera y similares debe ubicarse a una distancia mínima de 500 metros del asentamiento humano más próximo y debe contar con barreras naturales perimetrales para evitar la dispersión de polvos.	El proyecto no corresponde a la industria concretera o similar.
URB-47. Se establecerán servidumbres de paso y accesos a la zona federal marítimo terrestre y el libre paso por la zona federal a una distancia máxima de 1000 m entre estos accesos, de acuerdo con la Ley de Bienes Nacionales y el Reglamento para el Uso y Aprovechamiento del Mar Territorial, Vías Navegables, Playas, Zona Federal Marítimo Terrestre y Terrenos Ganados al Mar.	La distribución de acceso a la playa está a cargo de autoridades municipal y federal. El sitio del proyecto no colinda con zonas de playa que pudieran ameritar accesos de libre paso.
URB-48. En las áreas de aprovechamiento proyectadas se debe mantener en pie la vegetación arbórea y palmas de la vegetación original que por diseño del proyecto coincidan con áreas destinadas a camellones, parques, áreas verdes, jardines, áreas de donación o áreas de equipamiento, de forma que estos individuos se integren al proyecto.	Se cuidará de integrar al proyecto todos los ejemplares de palmas y árboles que queden en polígonos de áreas verdes.
URB-49. Los proyectos que pretendan realizarse en predios que colinden con playas aptas para la anidación de tortugas marinas deberán incorporar medidas preventivas que minimicen el impacto negativo a esos animales durante la temporada de arribo y anidación de las hembras como durante el período de desarrollo de los huevos y eclosión de crías.	El predio no colinda con ninguna playa arenosa apta para anidación de tortugas marinas.
URB-50. Las especies recomendadas para la reforestación de dunas son: plantas rastreras: Ipomea pes-caprae, Sesuvium portulacastrum, herbáceas: Ageratum littorale, Erythalis fruticosa y arbustos: Tournefortia gnaphalodes, Suriana maritima y Coccoloba uvifera y Palmas Thrinax radiata, Coccothrinax readii.	El predio y su zona adyacente de frente marino no cuenta con zonas de dunas.
URB-51. La selección de sitios para la rehabilitación de dunas y la creación infraestructura de retención de arena deberá tomar en cuenta los siguientes criterios: Que haya evidencia de la existencia de dunas en los últimos 20 años. Que los vientos prevalecientes soplen en dirección a las dunas. Que existan zonas de dunas pioneras (embrionarias) en la playa en la que la arena esté constantemente seca, para que constituya la fuente de aportación para la duna. Las cercas de retención deberán ser biodegradables, con una altura aproximada de 1.2 m y con 50% de porosidad y ubicadas en paralelo a la costa. Las dunas rehabilitadas deberán ser reforestadas.	El proyecto no incluye acciones de rehabilitación de dunas, por no haber tales en el predio.

Estrategia (Criterio)	Vinculación con el proyecto
URB-52. En las playas de anidación de tortugas marinas se deben realizar las siguientes medidas precautorias: Evitar la remoción de la vegetación nativa y la introducción de especies exóticas en el hábitat de anidación. Favorecer y propiciar la regeneración natural de la comunidad vegetal nativa y el mantenimiento de la dinámica de acumulación de arena del hábitat de anidación. Retirar de la playa, durante la temporada de anidación, cualquier objeto movible que tenga la capacidad de atrapar, enredar o impedir el paso de las tortugas anidadoras y sus crías. Eliminar, reorientar o modificar cualquier instalación o equipo que durante la noche genere una emisión o reflexión de luz hacia la playa de anidación o cause resplandor detrás de la vegetación costera, en época de anidación y emergencia de crías de tortuga marina. Orientar los tipos de iluminación que se instalen cerca de las playas de anidación, de tal forma que su flujo luminoso sea dirigido hacia abajo y fuera de la playa, usando alguna de las siguientes medidas para la mitigación del impacto: a) Luminarias direccionales o provistas de mamparas o capuchas. b) Focos de bajo voltaje (40 w) o lámparas fluorescentes de luminosidad equivalente. c) Fuentes de luz amarilla o roja, tales como lámparas de vapor de sodio de baja presión. Tomar medidas para mantener fuera de la playa de anidación, durante la temporada de anidación, el tránsito vehicular y el de cualquier animal doméstico que pueda perturbar o lastimar a las hembras, nidadas y crías. Sólo pueden circular los vehículos destinados para tareas de monitoreo y los correspondientes para el manejo y protección de las tortugas marinas, sus nidadas y crías.	El predio no es aledaño a zonas de anidación de tortugas marinas ni de playas arenosas aptas para ello.
URB-53. Las obras y actividades susceptibles de ser desarrolladas en las dunas costeras deberán evitar la afectación de zonas de anidación y de agregación de especies, en particular aquellas que formen parte del hábitat de especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.	El proyecto no incluye obras en dunas costeras, por no haber tales en el predio o sus zonas adyacentes.
URB-54. En las dunas no se permite la instalación de tuberías de drenaje pluvial, la extracción de arena, ni ser utilizadas como depósitos de la arena o sedimentos que se extraen de los dragados que se realizan para mantener la profundidad en los canales de puertos, bocas de lagunas o lagunas costeras.	El proyecto no incluye instalaciones en dunas costeras, por no haber tales en el predio o zonas adyacentes. Tampoco propone extracción o tiro de arena.
URB-55. La construcción de infraestructura permanente o temporal debe quedar fuera de las dunas pioneras (embrionarias).	El proyecto no incluye obras en dunas costeras de ninguna categoría.
URB-56. En las dunas primarias podrá haber construcciones de madera o material degradable y piloteadas (p.e. casas tipo palafito o andadores), detrás de la cara posterior del primer cordón y evitando la invasión sobre la corona o cresta de estas dunas. El pilotaje deberá ser superficial (hincado a golpes), no cimentado y permitir el crecimiento de la vegetación, el transporte de sedimentos y el paso de fauna, por lo que se recomienda que tenga al menos 1 metro de elevación respecto al nivel de la duna. Esta recomendación deberá revisarse en regiones donde hay fuerte incidencia de huracanes, ya que en estas áreas constituyen un sistema importante de protección, por lo que se recomienda, tras su valoración específica, dejar inalterada esta sección del sistema de dunas.	El proyecto no incluye obras o instalaciones en dunas costeras, por no haber tales en el predio o sus zonas adyacentes.
URB-57. La restauración de playas deberá realizarse con arena que tenga una composición química y granulometría similar a la de la playa que se va a rellenar. El material arenoso que se empleará en la restauración de playas deberá tener la menor concentración de materia orgánica, arcilla y limo posible para evitar que el material se consolide formando escarpes pronunciados en las playas por efecto del oleaje.	El proyecto no incluye actuaciones de restauración de playa.
URB-58. Se prohíbe la extracción de arena en predios ubicados sobre la franja litoral del municipio con cobertura de matorral costero.	Las actuaciones del proyecto no incluyen extracción de arena.
URB-59. En las áreas verdes los residuos vegetales producto de las podas y deshierbes deberán incorporarse al suelo después de su composteo. Para mejorar la calidad del suelo y de la vegetación.	Se hará reincorporación de los residuos vegetales al suelo en las áreas verdes del proyecto, previo composteo.

III.2 Programa de Desarrollo Urbano de Benito Juárez

El Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Benito Juárez, Quintana Roo 2018 -2030, publicado en el Periódico Oficial el 17 de abril de 2019, determina que el predio Lote 3, en el que se propone llevar a cabo el proyecto, se localiza en el *Distrito 8 Zona Hotelera* y le asigna el uso Turístico Hotelero clave **TH/10/C** (mismos distrito y uso asignados en el PDU de 2022) [3].

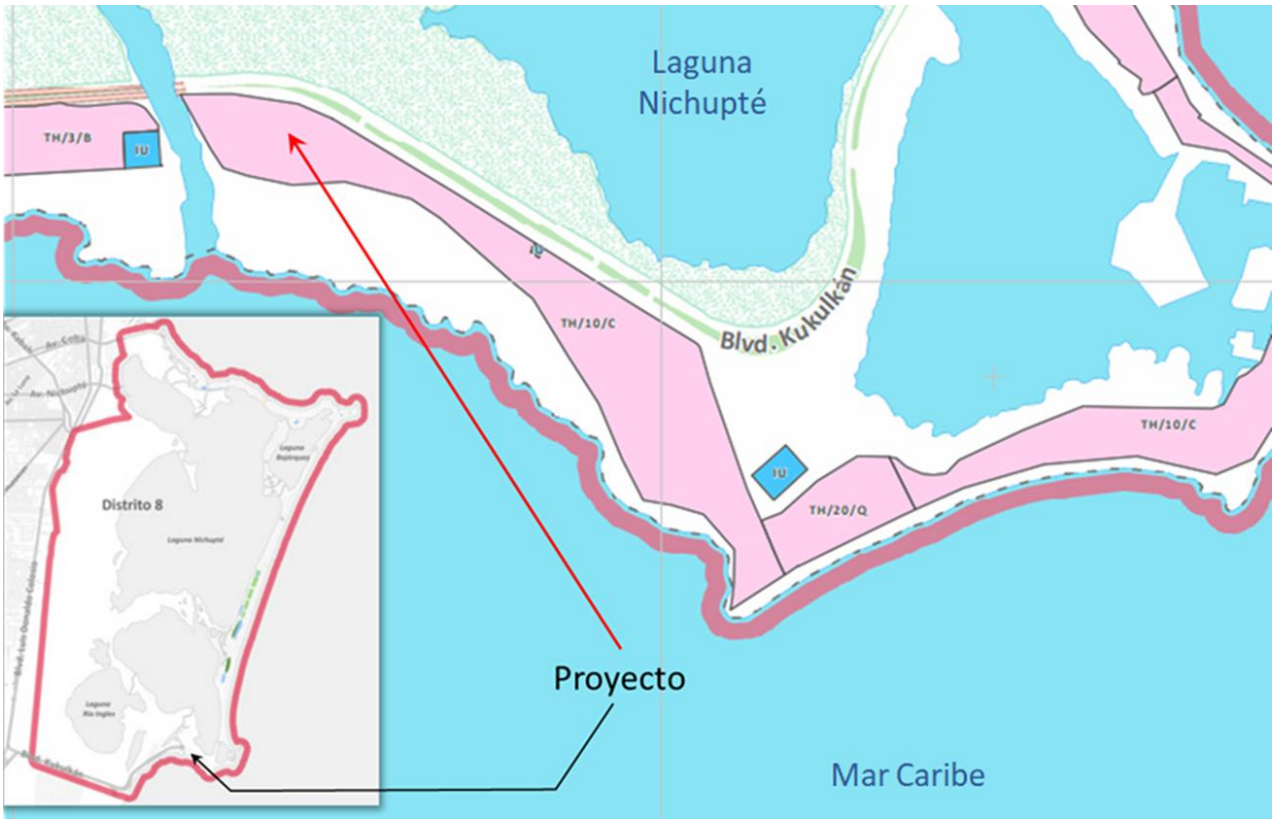


Figura 22. Ubicación del proyecto respecto al Programa de Desarrollo Urbano de Cancún vigente.

En su Tabla 1 *Normas de Edificación y Restricciones en Centro de Población Cancún*, el PDU de Benito Juárez sólo asigna al uso TH la altura máxima de entrepisos, y para los otros parámetros remite a las tablas de la Zona Hotelera. Entre tales lineamientos, el de ocupación del suelo (COS) se determina según la superficie del predio, que tiene 29,854 m², y el resto, como máximo de construcción techada (coeficiente de uso del suelo CUS), densidad de cuartos por ha y altura en niveles, son de asignación para polígonos específicos.

[3] El gobierno de Quintana Roo, en su página https://qroo.gob.mx/sedetus/programas-de-desarrollo-urbano no presenta PDU alguno para Benito Juárez o Cancún; antes señalaba el publicado en septiembre de 2022, el cual fue recurrido en Juicio de amparo indirecto 995/2022-B-3 promovido ante el Juez Quinto de Distrito en el Estado de Quintana Roo, quien el 22 de mayo de 2023 dictó sentencia en la que señala que "la protección constitucional concedida es para que el Ayuntamiento de Benito Juárez, Quintana Roo, a través de sus dependencias competentes, deje sin efectos el plan de desarrollo urbano reclamado y reponga el procedimiento para formular y aprobar el instrumento de planeación municipal". En todo caso, el proyecto cumple los parámetros y restricciones de ambos instrumentos, que son similares para el sitio, excepto la restricción lateral, mayor en el PDU de 2019, de 15 m, contra 10 m en el PDU de 2022.

Para el caso del predio Lote 3 se identifican los siguientes parámetros.

Tabla 19. Parámetros asignados al polígono con uso TH/10/C y valores de proyecto.

Parámetro	Asignado en PDU a TH/10/C	Máximo en predio (2.99 ha)	Alcance del proyecto	Cumple
Frente mínimo (15,000 a 30,000 m²)	100 m	-	365.49	✓
COS (15,000 a 30,000 m²)	40%	11,941.70	8,407.11	✓
Densidad ctos/ha	85/ha	254	247.5 (eq.)	✓
Densidad equivalente de unidades de condohotel (1viv=2.5 ctos)	34/ha	101	99	✓
Altura máxima (niveles)	10	10	10	✓
CUS (10 niveles)	3.0	89,562.78	48,517.21[4]	✓
Restricción frente, posterior y lateral	15 m	-	15 m	✓

Coeficiente de Ocupación del Suelo (COS)

El predio mide 29,854.26 m², por lo que, según la tabla *Parámetros y Restricciones en función del Tamaño de los lotes Turísticos Hoteleros*, le corresponde un COS de 40%, que permite ocupar hasta 11,941.70 m². El proyecto cumple el parámetro, pues el desplante de obras techadas ocupará 8,407.11 m², como muestra el Plano de áreas de proyecto (Anexo Cartográfico Planos georreferenciados). Para cuantificar el COS, el PDU vigente, además de definir el concepto en su glosario, remite al Reglamento de Construcción del Municipio de Benito Juárez, cuyo artículo 27, señala:

> *Para efectos de la cuantificación del C.O.S.*
>
> *Se considerará el desplante de los espacios interiores de la planta baja, desde los paños exteriores de los muros o elementos perimetrales que delimitan el espacio interior habitable de la edificación.*
>
> *No se considerarán:*
>
> *Los aleros, los balcones, los parteluces, las cubiertas de garage aisladas de la vivienda o con estructura independiente, los sótanos con uso no habitacional, las pérgolas y palapas aisladas de la vivienda y abiertas (sin muros), terrazas descubiertas.*

Densidad de unidades de hospedaje

La tabla del PDU *Modalidades de Densidades en Usos Turísticos Hoteleros* asigna a la clave C una densidad de 85 cuartos/ha. Al respecto, el PDU señala, en nota al pie de la Tabla 1 *Normas de Edificación y Restricciones en Centro de Población Cancún*, que "*La conversión de cuartos por viviendas es de: 1 vivienda = 2.5 cuartos*". Así mismo, la Secretaría Municipal de Ecología y Desarrollo Urbano de Benito Juárez, al emitir Constancia de uso del suelo, considera a las unidades de hospedaje de condohotel como viviendas y les aplica la equivalencia de 2.5 cuartos hoteleros por unidad. Así, con apego al criterio de la autoridad municipal y dada la densidad asignada al uso TH/10/C, de 85 cuartos/ha, su equivalencia es de 34 viviendas/ha, lo que para el predio de 29,854.26 m² resulta en un máximo permitido de 101.5 unidades, límite que no se rebasa con las 99 unidades del proyecto.

[4] Incluyendo los dos niveles del Edificio 1 (Auditorio), ya existente en el predio.

Altura máxima

En sus Tablas para Uso de Suelo Turístico Hotelero, el PDU establece en 10 niveles la altura máxima de las edificaciones en el sitio del proyecto, el cual se ajusta a ese parámetro, pues se propone construir hasta 10 niveles en el Edificio 2. Es de aclarar que el primer nivel, de planta baja, se denomina en el proyecto como sótano por las funciones e instalaciones que contendrá, pero no es un sótano en sentido estricto debido a que se encuentra sobre el nivel natural del suelo en el sitio. Igualmente se cumple la altura máxima en metros, de conformidad con lo que señala el PDU en su Tabla 1 *Normas de Edificación y Restricciones en Centro de Población Cancún*, que asigna al uso TH una altura máxima de entrepisos de 4 m, que resulta en una altura máxima de 40 m, la misma del proyecto.

Coeficiente de Utilización del Suelo (CUS)

El instrumento de ordenación urbana establece limita el área de construcción techada habitable acumulada en todos los niveles, Coeficiente de Utilización del Suelo CUS, a un factor de 3.0, es decir, el triple del área del predio, lo que da un máximo de 89,562.78 m^2 para el predio, límite al que no se acerca el proyecto, que sumará 48,517.21 m^2 de obras construidas en todos los niveles del proyecto, sin descontar claros y terrazas del Edificio 2 y sí incluyendo 2 niveles del existente Auditorio.

III.3. Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe

El sitio del proyecto está en el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe[5] (POEMRGMMC), en la UGA 138, que corresponde al municipio Benito Juárez.

Tipo de UGA	Regional
Nombre:	Benito Juárez
Municipio:	Benito Juárez
Estado:	Quintana Roo
Población:	573,325 Habitantes
Superficie:	225,770.386 Ha.
Subregión:	Aplicar criterios de Zona Costera Inmediata Mar Caribe
Islas:	
Puerto Turístico	Presente
Puerto Comercial	Presente
Puerto Pesquero	Presente
Nota:	

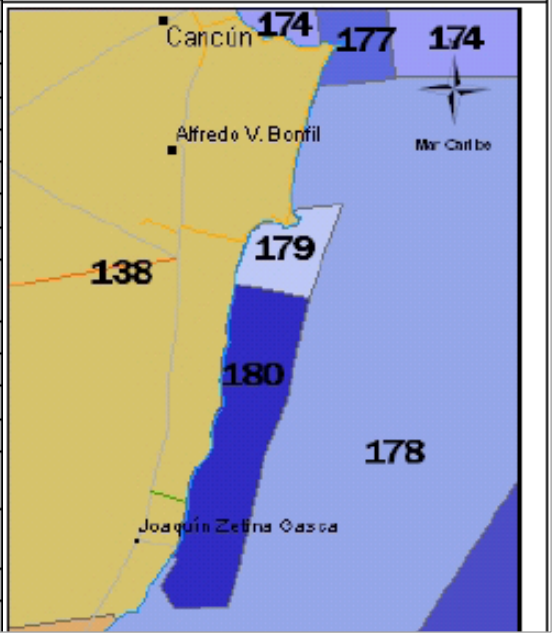


Figura 10. Ficha de la UGA 138 del POEMRGMMC (polígono en café claro).

[5] Expedido por Acuerdo publicado en el Diario Oficial de la Federación del 24 de noviembre de 2012.

La UGA 138 está sujeta a todas las Acciones Generales, los criterios de regulación ecológica de la Zona Costera Inmediata al Mar Caribe y las siguientes acciones específicas.

Tabla 10. Acciones específicas aplicables a la UGA 138 del POEMRGMMC.

A-005	A-013	A-022	A-030	A-046	A-055	A-064	A-072
A-006	A-014	A-023	A-031	A-048	A-057	A-065	A-073
A-007	A-015	A-024	A-032	A-049	A-058	A-066	A-074
A-008	A-016	A-025	A-033	A-050	A-059	A-067	
A-009	A-017	A-026	A-037	A-051	A-060	A-068	
A-010	A-018	A-027	A-038	A-052	A-061	A-069	
A-011	A-019	A-028	A-040	A-053	A-062	A-070	
A-012	A-021	A-029	A-044	A-054	A-063	A-071	

En la vinculación del proyecto no se consideran las Acciones Generales y Específicas, debido a que el *Anexo 6. Tabla de Responsables de la Instrumentación de las Acciones*, señala que las Acciones Generales y Específicas están a cargo de diversas autoridades y entidades de la administración pública, que coloca en una columna de *Principales Responsables* y en nota al pie de la misma Tabla precisa lo siguiente.

> *"Principales responsables, se refiere a las autoridades estatales, municipales o a la dependencia y/o entidad de la Administración Pública Federal en el ámbito de sus respectivas competencias, principalmente responsable de llevar a cabo... Esta lista no es exhaustiva y no excluye otras dependencias, entidades y autoridades..."*

Así, el POEMyRGMyMC, al incluir junto a las autoridades mencionadas a "otras *dependencias, entidades y autoridades*", libera de carga respecto de las acciones generales y específicas previstas para la UGA 138 a los particulares. Empero, se hace la siguiente vinculación.

Tabla 11. Vinculación con los criterios asignados para la Zona Costera Inmediata al Mar Caribe.

Clave	Criterio de Regulación Ecológica	Vinculación
ZMC-01	Con el fin de proteger y preservar las comunidades arrecifales, principalmente las de mayor extensión, y/o riqueza de especies en la zona, y aquellas que representan valores culturales particulares, se recomienda no construir ningún tipo de infraestructura en las áreas ocupadas por dichas formaciones.	El proyecto no implica actuaciones en la zona marina.
ZMC-02	Dado que los pastos marinos representan importantes ecosistemas para la fauna marina, debe promoverse su conservación y preservación, por lo que se debe evitar su afectación y pérdida en caso de alguna actividad o proyecto. La evaluación del impacto ambiental correspondiente deberá realizarse conforme a lo dispuesto en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, así como las demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables.	El proyecto no implica actuaciones en la zona marina.
ZMC-03	Sólo se permitirá la captura de mamíferos marinos, aves y reptiles para fines de investigación, rescate y traslado con fines de conservación y preservación, conforme a lo dispuesto en la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables.	El proyecto no prevé captura de vertebrados; sólo manejo excepcional de fauna dentro de la misma zona, de manera cuidadosa y digna.
ZMC-04	Con el fin de preservar zonas coralinas, principalmente las más representativas por su extensión, riqueza y especies presentes, la ubicación y construcción de puntos de anclaje deberán estar sujetas a estudios específicos que la autoridad correspondiente solicite.	El proyecto no implica actuaciones en la zona marina.

Clave	Criterio de Regulación Ecológica	Vinculación
ZMC-05	La recolección, remoción o trasplante de organismos vivos o muertos en las zonas arrecifales u otros ecosistemas representativos, sólo podrá llevarse a cabo bajo las disposiciones aplicables de la Ley General de Vida Silvestre y demás normatividad aplicable.	El proyecto no implica actuaciones en la zona marina.
ZMC-06	La construcción de estructuras promotoras de playas deberá estar avalada por las autoridades competentes y contar con los estudios técnicos y específicos que la autoridad requiera para este fin.	El proyecto no incluye estructuras promotoras de playa.
ZMC-07	Como una medida preventiva para evitar contaminación marina no debe permitirse el vertimiento de hidrocarburos y productos químicos de ningún tipo en los cuerpos de agua en esta zona.	No se propone ningún vertido al agua. En tierra se usará sólo equipo en buen estado y se dispondrá de kit antiderrames.
ZMC-08	Con el objeto de coadyuvar en la preservación de las especies de tortugas que arriban en esta zona costera, es recomendable que las actividades recreativas marinas eviten llevarse a cabo entre el ocaso y el amanecer, esto en la temporada de anidación, principalmente en aquellos sitios de mayor incidencia de dichas especies.	El proyecto no implica actividades recreativas en la zona marina o playas arenosas.
ZMC-09	Con el objetivo de preservar las comunidades arrecifales en la zona, es importante que cualquier actividad que se lleve a cabo en ellos y su zona de influencia estén sujetas a permisos avalados que garanticen que dichas actividades no tendrán impactos adversos sobre los valores naturales o culturales de los arrecifes, con base en estudios específicos que determinen la capacidad de carga de los mismos.	El proyecto no implica actuaciones en la zona marina.
ZMC-10	Con el fin de prevenir la contaminación y deterioro de las zonas marinas, es recomendable la difusión de las normas ambientales correspondientes en toda actividad náutica en la zona.	El proyecto no implica actuaciones en la zona marina.
ZMC-11	Se requerirá que, en caso de alguna actividad relacionada con obras de canalización y dragado debidamente autorizadas, se utilicen mallas geotextiles y otras tecnologías que eviten la suspensión y dispersión de sedimentos, en el caso de que exista el riesgo de que se afecten o resulten dañados recursos naturales por estas obras.	El proyecto no incluye obras de canalización o dragado.
ZMC-12	La construcción de proyectos relacionados con muelles de gran tamaño (para embarcaciones mayores de 500TRB y/o 49 pies de eslora, deberá incluir medidas para mantener los procesos de transporte litoral y la calidad del agua marina, así como para evitar la afectación de comunidades marinas presentes en la zona.	El proyecto no incluye construcción de muelles.
ZMC-13	Las embarcaciones utilizadas para la pesca comercial o deportiva deberán portar los colores y claves distintivas asignadas por la Comisión Nacional de Pesca y Acuacultura, en los Lineamientos para los Mecanismos de Identificación y Control del Esfuerzo Pesquero, así como el permiso de pesca correspondiente.	El proyecto no incluye actividades de pesca.
ZMC-14	Por las características de gran volumen de los efluentes subterráneos de los sistemas asociados a la zona oriente de la Península de Yucatán y por la importancia que revisten los humedales como mecanismo de protección del ecosistema marino ante el arrastre de contaminantes de origen terrígeno en particular para esta región los fosfatos y algunos metales pesados producto de desperdicios generados por el turismo, se recomienda en las UGA regionales correspondientes (UGA:139, UGA:152 y UGA:156) estudiar la factibilidad y promover la creación de áreas de protección mediante políticas, estrategias y control de uso del suelo en esquemas como los Ordenamientos Ecológicos locales o el establecimiento de ANP federales, estatales, municipales, o áreas destinadas voluntariamente a la conservación que actúen de manera sinérgica para conservar los atributos del sistema costero colindante y contribuyan a completar un corredor de áreas protegidas sobre toda la zona costera del Canal de Yucatán y Mar Caribe, en particular para mantener o restaurar la conectividad de los sistemas de humedales de la Península de Yucatán.	Este criterio, referido a otras UGA, propone la ordenación territorial y la creación de áreas naturales protegidas. El proyecto se limita a un predio terrestre, sin afectar la continuidad de áreas protegidas cercanas, que son Manglares de Nichupté, al otro lado de la vialidad, a 34 m por el norte, y Parque Nacional Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún Y Punta Nizuc, por la zona marina, 133 m al sur. Así, no se contraviene el fin de este criterio, de mantener la continuidad de ecosistemas marinos y de humedales.

Así mismo, se hace la vinculación con las Estrategias Ecológicas del POEMRGMMC (de su *Anexo 3*).

Tabla 12. Estrategias ecológicas del POEMRGMMC y su congruencia con el proyecto.

Estrategias Ecológicas	Vinculación
1. Adaptación y mitigación de efectos del Cambio Climático Global.	El proyecto no generará emisiones de GEI. Está 3 m s.n.m. lo que previene afectación por inundación.
2. Incremento en la participación de tecnologías limpias.	El proyecto no implica generación, pero sí eficiencia energética.
3. Conservación de la Biodiversidad.	Se afecta vegetación secundaria en zona defaunada.
4. Control de especies exóticas.	No se introducen ni manejan especies exóticas, sólo flora nativa.
5. Impulso a la dotación de servicios básicos a comunidades	Sin relación con proyecto, la zona es urbanizada y con servicios.
6. Impulso y aplicación de la Planeación Ambiental y Territorial	El proyecto se apega y respeta los instrumentos existentes.
7. Impulso a las actividades productivas.	El proyecto impulsa la actividad turística.
8. Impulso de la corresponsabilidad ambiental industrial.	El proyecto no es de transformación, pero sí cuida el medio.
9. Manejo Integral de Residuos Peligrosos.	El proyecto no implica generación de residuos peligrosos.
10. Manejo Integral de Descargas de agua.	El proyecto incluye PTAR con tratamiento terciario.
11. Manejo Integral de Residuos Sólidos Urbanos.	El proyecto se integra al servicio público de limpia municipal
12. Manejo integral del agua.	El proyecto incluye sistemas ahorradores para reducir gasto. El suministro será por potabilización de agua salobre/salina y el manejo de aguas residuales será por medio de PTAR propia.
13. Prevención de la contaminación	El proyecto prevé por diseño el manejo cuidadoso de residuos, en cuartos de basuras, uno refrigerado, y efluentes conectados a la PTAR propia, para evitar liberación a suelo y aguas.
14. Prevención o mitigación de los efectos de ocupación de espacios amenazados por las precipitaciones.	El proyecto no está en barrancas, bocas o cuencas de inundación
15. Prevención y mitigación de riesgos hacia la población.	El proyecto no implica asentamientos humanos en zona de riesgo
16. Promoción de la Conservación y Restauración de bosques y selvas del ASO.	El proyecto no afecta áreas forestales relevantes y cuenta con autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales.
17. Promoción de la Conservación y Restauración de los manglares y humedales.	El proyecto está en una zona seca y cuida no afectar ecosistemas críticos. Se atienden los lineamientos de NOM-022-SEMARNAT-2003.
18. Promoción de la planeación y Ordenamiento de los asentamientos humanos e industriales.	El proyecto no implica nuevos asentamientos humanos o industriales.
19. Promoción y regulación de las actividades turísticas bajo esquemas de sustentabilidad.	El proyecto es de actividad turística en una zona urbana, sin afectar disponibilidad de hábitat y recursos naturales para generaciones venideras.
20. Protección de los ecosistemas costeros.	El proyecto no altera morfología, ecosistemas o procesos costeros
21. Recuperación de salud y potencial productivo de pesquerías	El proyecto no incluye actividades de pesca.
22. Recuperación y consolidación de la cobertura vegetal.	El proyecto afecta vegetación secundaria y mantendrá la mayor parte de la cobertura presente.
23. Recuperación y protección de la biodiversidad del ASO.	El proyecto no alterará significativamente la flora y es cuidadoso con la fauna en el sitio.
24. Regulación de las actividades agropecuarias.	El proyecto no implica actividades agropecuarias.
25. Aprovechamiento sustentable de la energía.	El proyecto incluye sistemas de eficiencia energética, además de un diseño que minimiza la exposición a la radicación solar y reduce la carga de enfriamiento para aires acondicionados.
26. Utilización Responsable de Agroquímicos.	El proyecto no requiere ni prevé uso de productos agroquímicos.

III.4. NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-022-SEMARNAT-2003

NOM-022-SEMARNAT-2003, Que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar.

El proyecto no implica actuaciones directas en humedales o cuerpos de agua con manglar, pero se halla cerca de zonas con ese ecosistema; por el norte, la Laguna Nichupté en una zona que además es parte del ANP Manglares de Nichupté; por el sur, en cuya zona marina hay un macizo de manglar de borde, así como en la zona terrestre que bordea el predio por el sur y el oeste, donde hay presencia de mangles, por lo que se hace la vinculación con las especificaciones de la NOM-022-SEMARNAT-2003, incluido el Acuerdo que adiciona la especificación 4.43.

Tabla 13. Vinculación del proyecto con la NOM-022-SEMARNAT-2003.

Especificación	Vinculación
4.0 Especificaciones El manglar deberá preservarse como comunidad vegetal. En la evaluación de las solicitudes en materia de cambio de uso de suelo, autorización de aprovechamiento de la vida silvestre e impacto ambiental se deberá garantizar en todos los casos la integralidad del mismo, para ello se contemplarán los siguientes puntos: ➢ La integridad del flujo hidrológico del humedal costero; ➢ La integridad del ecosistema y su zona de influencia en la plataforma continental; ➢ Su productividad natural; ➢ La capacidad de carga natural del ecosistema para turistas; ➢ Integridad de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje;	El proyecto no afecta la integridad de las comunidades de manglar cercanas, pues de ningún modo impide que subsistan como ecosistemas y masas forestales en su condición actual. La ubicación de las obras propuestas es sobre una zona previamente impactada y donde la cobertura predominante es vegetación secundaria y antes fue selva baja y matorral costero. Bajo el predio no se hallan flujos subterráneos, como indican los estudios hidrológicos de la Laguna Nichupté, máxime que está al lado del Canal Nizuc, que comunica las masas de agua lagunar y marina. En el área de desplante de edificio y obras se hará una nivelación superficial, pero las construcciones estarán cimentadas en pilotes, por lo que aun en caso de haberlos, no afectarán flujos hidrológicos subterráneos. En el sitio no hay cauces superficiales y el proyecto mantiene áreas verdes y permeables que permiten la escorrentía y la infiltración del agua de lluvia, áreas a las que se canalizará el sistema de drenaje pluvial. Al no afectarse las masas de manglar de la zona ni sus componentes e interacciones, se mantiene su integridad funcional en su estado actual. Las actuaciones del proyecto no afectan factores como hidroperiodo, marea, aportes de nutrientes, sustrato, salinidad intersticial o clima, por lo que no incidirán en la productividad natural de los manglares cercanos. El proyecto prestará servicios de hospedaje turístico, pero no incluye uso turístico de los manglares, por lo que no incide en su capacidad de carga para ello. En el área de desplante del proyecto no hay indicios notables de que sea usada para anidación, reproducción, refugio, alimentación o alevinaje de especies silvestres. Es un sitio de vegetación secundaria y escasa presencia de fauna.

Especificación	Vinculación
➢ La integridad de las interacciones funcionales entre los humedales costeros, los ríos (de superficie y subterráneos), la duna, la zona marina adyacente y los corales;	El proyecto se circunscribe al predio Lote 3 y no afecta ni afectará una franja de zona terrestre que lo separa de la zona marina y mucho menos la propia zona marina adyacente.
➢ Cambio de las características ecológicas;	Por sus características, no se prevé que el proyecto pueda causar cambios significativos en la suma de los componentes biológicos, físicos y químicos de los ecosistemas del humedal cercanos ni de sus interacciones respecto al estado en que se encuentra sin el proyecto. El sitio de actuación es parte de una zona urbana, donde el proyecto que se propone no supone la eliminación o sustitución de ecosistemas naturales, ni la modificación significativa de las comunidades que forman los humedales cercanos.
➢ Servicios ecológicos;	No se propone introducir especies exóticas. Tampoco se harán vertidos de residuos o contaminantes al suelo o al agua, ni se dispondrá de residuos en el sitio, toda vez que el proyecto funcionará como un sistema cerrado, donde los insumos necesarios para los servicios y los residuos que se generen por tales servicios estarán confinados al sitio y a los canales de ingreso y salida, sin contacto significativo con el medio. Entre los principales servicios ecológicos que brinda la vegetación secundaria y de matorral costero son formación y consolidación de suelo, control de la erosión eólica y regulación microclimática. Estos servicios no serán significativamente afectados por el proyecto, en tanto que las zonas en las cuales se retirará la vegetación no quedarán desnudas, pues serán ocupadas por las obras, a la vez que las áreas restantes serán mantenidas y mejoradas con trabajos tendientes a restablecer y mantener la vegetación nativa.
➢ Ecológicos y eco fisiológicos (estructurales del ecosistema como el agotamiento de los procesos primarios, estrés fisiológico, toxicidad, altos índices de migración y mortalidad, así como la reducción de las poblaciones principalmente de aquellas especies en status, entre otros).	Aspectos ecológicos y ecofisiológicos. La vegetación costera se encuentra naturalmente sometida a condiciones de alto estrés fisiológico, como escases de nutrientes, baja disponibilidad de agua dulce, alta insolación, alta salinidad en suelo y aire y efectos del viento que causan daños mecánicos, depósitos de arena sobre los vástagos y desecación. El proyecto no altera negativamente tales condiciones. En el desarrollo del proyecto se ejecutarán programas de rescate de flora y fauna. Además, se cuidará de no afectar a ningún animal y, en su caso, permitir y alentar su desplazamiento a sitios que no serán ocupados por instalaciones. Así mismo, se tendrá especial cuidado de identificar y en su caso reportar y proteger las nidadas de especies silvestres en el área, de preferencia esperando el fin del periodo de anidamiento.
4.1 Toda obra de canalización, interrupción de flujo o desvío de agua que ponga en riesgo la dinámica e integridad ecológica de los humedales costeros, quedará prohibida, excepto en los casos en los que las obras descritas sean diseñadas para restaurar la circulación y así promover la regeneración del humedal costero.	El proyecto no incluye obras de canalización, interrupción de flujo o desvío de agua.

Especificación	Vinculación
4.2 Construcción de canales que, en su caso, deberán asegurar la reposición del mangle afectado y programas de monitoreo para asegurar el éxito de la restauración.	El proyecto no incluye construcción de canales.
4.3 Los promoventes de un proyecto que requieran de la existencia de canales, deberán hacer una prospección con la intención de detectar los canales ya existentes que puedan ser aprovechados a fin de evitar la fragmentación del ecosistema, intrusión salina, asolvamiento y modificación del balance hidrológico.	El proyecto no demanda la existencia de canales.
4.4 El establecimiento de infraestructura marina fija (diques, rompeolas, muelles, marinas y bordos) o cualquier otra obra que gane terreno a la unidad hidrológica en zonas de manglar queda prohibida excepto cuando tenga por objeto el mantenimiento o restauración de ésta.	El proyecto no incluye infraestructura marina fija.
4.5 Cualquier bordo colindante con el manglar deberá evitar bloquear el flujo natural del agua hacia el humedal costero.	El proyecto no incluye bordos.
4.6 Se debe evitar la degradación de los humedales costeros por contaminación y asolvamiento.	El proyecto no prevé vertidos o acciones que puedan causar contaminación de humedales ni asolvamiento de canales.
4.7 La persona física o moral que utilice o vierta agua proveniente de la cuenca que alimenta a los humedales costeros, deberá restituirla al cuerpo de agua y asegurarse de que el volumen, pH, salinidad, oxígeno disuelto, temperatura y la calidad del agua que llega al humedal costero garanticen la viabilidad del mismo.	El proyecto utilizará agua salobre/salina extraída en el predio y canalizará las aguas residuales a una PTAR propia cuyo producto será para riego de áreas del predio y para inyección profunda; no se prevé uso de aguas de las cuencas del humedal ni vertimientos en ellas.
4.8 Se deberá prevenir que el vertimiento de agua que contenga contaminantes orgánicos y químicos, sedimentos, carbón metales pesados, solventes, grasas, aceites combustibles o modifiquen la temperatura del cuerpo de agua; alteren el equilibrio ecológico, dañen el ecosistema o a sus componentes vivos. Las descargas provenientes de granjas acuícolas, centros pecuarios, industrias, centros urbanos, desarrollos turísticos y otras actividades productivas que se vierten a los humedales costeros deberán ser tratadas y cumplir cabalmente con las normas establecidas según el caso.	El proyecto no incluye vertimientos en cuerpos de agua superficiales, salvo la canalización de aguas pluviales en áreas ocupadas por las obras; previo paso por mallas, decantadores y trampas de grasas en caso de estacionamientos; tales aguas serán acopiadas en aljibes y otra parte conducida a los espacios verdes. El proyecto incluye una PTAR cuyo producto, ya con tratamiento terciario, será en parte usado para regar áreas verdes y en parte devuelto al subsuelo por inyección profunda.
4.9 El permiso de vertimiento de aguas residuales a la unidad hidrológica debe ser solicitado directamente a autoridad competente, quien fijará las condiciones de calidad de descarga y el monitoreo que deberá realizar.	El proyecto no incluye vertidos de aguas residuales a ninguna unidad hidrológica de humedal, ni al sistema lagunar Nichupté ni a la zona marina en torno a Punta Nizuc. Parte del producto de la PTAR será devuelto al subsuelo en inyección profunda.
4.10 La extracción de agua subterránea por bombeo en áreas colindantes a un manglar debe de garantizar el balance hidrológico en el cuerpo de agua y la vegetación, evitando la intrusión de la cuña salina en el acuífero.	El proyecto extraerá aguas salobres de salinidad muy cercana a la marina y en el borde marino, distante de la zona continental y de la zona de manantiales de origen continental, por lo que no hay riesgo de que contribuya al avance de la intrusión salina en los acuíferos terrestres.
4.11 Se debe evitar la introducción de ejemplares o poblaciones que se puedan tornar perjudiciales, en aquellos casos en donde existan evidencias de que algunas especies estén provocando un daño inminente a los humedales costeros en zona de manglar, la Secretaría evaluará el daño ambiental y dictará las medidas de control correspondientes.	Sólo se usará flora nativa para las áreas verdes y sólo excepcionalmente especies no nativas que no sean invasoras para áreas ajardinadas bien delimitadas y distintas a las de cobertura natural que se conservarán. El proyecto no propone y se cuidará de evitar la introducción de especies de fauna de ningún tipo.

Especificación	Vinculación
4.12 Se deberá considerar en los estudios de impacto ambiental, así como en los ordenamientos ecológicos el balance entre el aporte hídrico proveniente de la cuenca continental y el de las mareas, mismas que determinan la mezcla de aguas dulce y salada recreando las condiciones estuarinas, determinantes en los humedales costeros y las comunidades vegetales que soportan.	Las obras del proyecto no afectan cuerpos de agua ni flujos hidrológicos, por lo que no incidirán en las condiciones estuarinas de la zona.
4.13 En caso de que sea necesario trazar una vía de comunicación en tramos cortos de un humedal o sobre un humedal, se deberá garantizar que la vía de comunicación es trazada sobre pilotes que permitirán el libre flujo hidráulico dentro del ecosistema, así como garantizar el libre paso de la fauna silvestre. Durante el proceso constructivo se utilizarán métodos de construcción en fase (por sobre posición continua de la obra) que no dañen el suelo del humedal, no generen depósito de material de construcción ni genere residuos sólidos en el área.	El proyecto no es de vías de comunicación u otro tipo de obras lineales.
4.14 La construcción de vías de comunicación aledañas, colindantes o paralelas al flujo del humedal costero, deberá incluir drenes y alcantarillas que permitan el libre flujo del agua y de luz. Se deberá dejar una franja de protección de 100 m (cien metros) como mínimo la cual se medirá a partir del límite del derecho de vía al límite de la comunidad vegetal, y los taludes recubiertos con vegetación nativa que garanticen su estabilidad.	El proyecto no incluye la construcción de vías de comunicación u otro tipo de obras lineales.
4.15 Cualquier servicio que utilice postes, ductos, torres y líneas, deberá ser dispuesto sobre el derecho de vía. En caso de no existir alguna vía de comunicación se deberá buscar en lo posible bordear la comunidad de manglar, o en el caso de cruzar el manglar procurar el menor impacto posible.	El proyecto no requiere instalaciones lineales del tipo indicado en esta especificación. Ninguna de las obras del proyecto cruzará zonas de manglar.
4.16 Las actividades productivas como la agropecuaria, acuícola intensiva o semi-intensiva, infraestructura urbana, o alguna otra que sea aledaña o colindante con la vegetación de un humedal costero, deberá dejar una distancia mínima de 100 m respecto al límite de la vegetación, en la cual no se permitirá actividades productivas o de apoyo.	El proyecto no es de actividades agropecuaria, acuícola intensiva o semi-intensiva ni de infraestructura urbana o no urbana, pero sí queda a menos de 100 m de áreas de manglar, por lo que se propone atender esta especificación mediante la excepción prevista en el numeral 4.43, en cuyo apartado se indica la propuesta respectiva.
4.17 La obtención del material para construcción, se deberá realizar de los bancos de préstamo señalados por la autoridad competente, los cuales estarán ubicados fuera del área que ocupan los manglares y en sitios que no tengan influencia sobre la dinámica ecológica de los ecosistemas que los contienen.	En caso de requerirse, solamente se obtendrá material para construcción de bancos autorizados, lo que se acreditará con las notas o facturas respectivas.
4.18 Queda prohibido el relleno, desmonte, quema y desecación de vegetación de humedal costero, para ser transformado en potreros, rellenos sanitarios, asentamientos humanos, bordos, o cualquier otra obra que implique pérdida de vegetación, que no haya sido autorizada por medio de un cambio de utilización de terrenos forestales y especificada en el informe preventivo o, en su caso, el estudio de impacto ambiental.	El proyecto no incluye relleno, desmonte, quema o desecación de vegetación de humedal. En el sitio ya hay una autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales y con el presente documento se tramita autorización en materia de impacto ambiental para un proyecto específico.
4.19 Queda prohibida la ubicación de zonas de tiro o disposición del material de dragado dentro del manglar, y en sitios en la unidad hidrológica donde haya el riesgo de obstrucción de los flujos hidrológicos de escurrimiento y mareas.	El proyecto no incluye obras de dragado y por lo tanto no requiere establecer zonas de tiro.
4.20 Queda prohibida la disposición de residuos sólidos en humedales costeros.	No se tirará nada en humedales. Sólo se usará el sistema público de limpia.

Especificación	Vinculación
4.21 Queda prohibida la instalación de granjas camaronícolas industriales intensivas o semintensivas en zonas de manglar y lagunas costeras, y queda limitado a zonas de marismas y a terrenos más elevados sin vegetación primaria en los que la superficie del proyecto no exceda el equivalente de 10% de la superficie de la laguna costera receptora de sus efluentes en lo que se determina la capacidad de carga de la unidad hidrológica. Esta medida responde a la afectación que tienen las aguas residuales de las granjas camaronícolas en la calidad del agua, así como su tiempo de residencia en el humedal costero y el ecosistema.	El proyecto no incluye obras o actividades camaronícolas.
4.22 No se permite la construcción de infraestructura acuícola en áreas cubiertas de vegetación de manglar, a excepción de canales de toma y descarga, los cuales deberán contar previamente con autorización en materia de impacto ambiental y de cambio de utilización de terrenos forestales.	El proyecto no incluye obras o actividades acuícolas.
4.23 En los casos de autorización de canalización, el área de manglar a deforestar deberá ser exclusivamente la aprobada tanto en la resolución de impacto ambiental y la autorización de cambio de utilización de terrenos forestales. No se permite la desviación o rectificación de canales naturales o de cualquier porción de una unidad hidrológica que contenga o no vegetación de manglar.	El proyecto no incluye obras de canalización ni las otras y actividades indicadas en esta especificación.
4.24 Se favorecerán los proyectos de unidades de producción acuícola que utilicen tecnología de toma descarga de agua, diferente a la canalización.	El proyecto no incluye obras o actividades acuícolas.
4.25 La actividad acuícola deberá contemplar preferentemente post-larvas de especies nativas producidas en laboratorio.	El proyecto no incluye actividades acuícolas.
4.26 Los canales de llamada que extraigan agua de la unidad hidrológica donde se ubique la zona de manglares deberá evitar, la remoción de larvas y juveniles de peces y moluscos.	El proyecto no incluye canales de llamada.
4.27 Las obras o actividades extractivas relacionadas con la producción de sal, sólo podrán ubicarse en salitrales naturales; los bordos no deberán exceder el límite natural del salitral, ni obstruir el flujo natural de agua en el ecosistema.	El proyecto no incluye obras o actividades salineras.
4.28 La infraestructura turística ubicada dentro de un humedal costero debe ser de bajo impacto, materiales locales, de preferencia palafitos que no alteren el flujo superficial del agua, cuya conexión sea por veredas flotantes, en áreas lejanas de sitios de anidación y percha de aves acuáticas, y requiere de zonificación, monitoreo y el informe preventivo.	El proyecto no prevé la instalación de ninguna infraestructura turística dentro de la cuenca del humedal ni en áreas donde se registren flujos de agua hacia o desde éste.
4.29 Las actividades de turismo náutico en los humedales costeros en zonas de manglar deben llevarse a acabo de tal forma que se evite cualquier daño al entorno ecológico, así como a las especies de fauna silvestre que en ellos se encuentran. Para ello, se establecerán zonas de embarque y desembarque, áreas específicas de restricción y áreas donde se reporte la presencia de especies en riesgo.	El proyecto no incluye actividades acuáticas o de turismo náutico.
4.30 En áreas restringidas los motores fuera de borda deben ser operados con precaución, a velocidades bajas (no mayor de 8 nudos), y evitando zonas donde haya especies en riesgo como el manatí.	El proyecto no incluye actividades acuáticas o de turismo náutico.

Especificación	Vinculación
4.31 El turismo educativo, ecoturismo y observación de aves en el humedal costero deberán llevarse a cabo a través de veredas flotantes, evitando la compactación del sustrato y el potencial de riesgo de disturbio a zonas de anidación de aves, tortugas y otras especies.	El proyecto no incluye en su operación actividades de turismo educativo, ecoturismo ni observación de aves; está orientado al hospedaje y la relajación en sus instalaciones.
4.32 Deberá de evitarse la fragmentación del humedal costero mediante la reducción del número de caminos de acceso a la playa en centros turísticos y otros. Un humedal costero menor a 5 km de longitud del eje mayor deberá tener un solo acceso a la playa y éste deberá ser ubicado en su periferia. Los accesos que crucen humedales costeros mayores a 5 km de longitud con respecto al eje mayor deben estar ubicados como mínimo a una distancia de 30 km uno de otro.	El proyecto no requiere de la construcción de accesos sobre zonas de humedal costero o manglar, el predio es colindante con la principal vialidad de la Zona Hotelera, el bulevar Kukulcán.
4.33 La construcción de canales deberá garantizar que no se fragmentará el ecosistema y que los canales permitirán su continuidad, se dará preferencia a las obras o el desarrollo de infraestructura que tienda a reducir el número de canales en los manglares.	El proyecto no requiere la construcción de canales.
4.34 Se debe evitar la compactación del sedimento en marismas y humedales costeros como resultado del paso de ganado, personas, vehículos y otros factores antropogénicos.	El proyecto no prevé actividades de paso de ganado, personas, vehículos y otras similares en humedales costeros.
4.35 Se dará preferencia a obras y actividades que tiendan a restaurar, proteger o conservar las áreas de manglar en las orillas e interiores de bahías, estuarios, lagunas costeras y otros cuerpos de agua que sirvan de corredores biológicos y faciliten el libre tránsito de la fauna silvestre.	El proyecto no afecta el área de manglar de borde de la zona marina y para nada toca la vegetación de la zona terrestre que bordea el predio, el cual además tiene una restricción para obras techadas de 15 m perímetro adentro.
4.36 Se deberán restaurar, proteger o conservar las áreas de manglar ubicadas en las orillas e interiores de las bahías, estuarios, lagunas costeras y otros cuerpos de agua que sirvan como corredores biológicos y que faciliten el libre tránsito de la fauna silvestre, de acuerdo como se determinen en el Informe Preventivo.	En el diseño, desarrollo y operación del proyecto, se cuidará de no afectar la masa de manglar de borde de la zona marina aledaña ni los servicios ecológicos que presta, ni de la vegetación de la franja terrestre aledaña al predio, incluyendo la función de corredor biológico.
4.37 Se deberá favorecer y propiciar la regeneración natural de la unidad hidrológica, comunidad vegetales y animales mediante el restablecimiento de la dinámica hidrológica y flujos hídricos continentales (ríos de superficie y subterráneos, arroyos permanentes y temporales, escurrimientos terrestres laminares, aportes del manto freático), la eliminación de vertimientos de aguas residuales y sin tratamiento protegiendo las áreas que presenten potencial para ello.	El sitio no es zona de escurrimiento continental a humedales, está en el borde exterior del sistema lagunar, en la barra que separa éste de la zona marina. Los escurrimientos continentales, sobre todo subterráneos, son hacia zonas marginales de las lagunas, al oeste; el manantial más cercano está a 2.65 km del predio (Figura 9)). Así mismo, el Canal Nizuc separa el predio del corredor terrestre que llega al borde continental.
4.38 Los programas de proyectos de restauración de manglares deberán estar fundamentados científica y técnicamente y aprobados en la resolución de impacto ambiental, previa consulta a un grupo colegiado. Dicho proyecto deberá contar con un protocolo que sirva de línea de base para determinar las acciones a realizar.	El proyecto no es un programa de restauración de manglares.
4.39 La restauración de humedales costeros con zonas de manglar deberá utilizar el mayor número de especies nativas dominantes en el área a ser restaurada, tomando en cuenta estructura y composición de la comunidad vegetal local, suelos, hidrología y condiciones del ecosistema donde se encuentre.	El proyecto no es un programa de restauración de manglares.
4.40 Queda estrictamente prohibido introducir especies exóticas para las actividades de restauración de los humedales costeros.	El proyecto no es un programa de restauración de manglares y no se propone realizar introducción de especies con fines de restauración.
4.41 La mayoría de los humedales costeros restaurados y creados requerirán de por lo menos de tres a cinco años de monitoreo, con la finalidad de asegurar que el humedal costero alcance la madurez y el desempeño óptimo.	El proyecto no es un programa de restauración o creación de humedales costeros.

Especificación	Vinculación

4.42 Los estudios de impacto ambiental y ordenamiento deberán considerar un estudio integral de la unidad hidrológica donde se ubican los humedales costeros.



Figura 12. Sistema Lagunar Nichupté y proyecto.

Vinculación: Aunque el proyecto **no** implica actuaciones en los cuerpos de agua próximos, ni vertidos u otras formas de interacción con los mismos, por su cercanía de menos de 100 m al proyecto, se atiende esta especificación con la información relativa al Sistema Lagunar Nichupté, el gran humedal del área. La descripción de la zona marina aledaña se presenta en el apartado de descripción del sistema ambiental al que corresponde el predio del proyecto.

Sistema Lagunar Nichupté

Es un complejo lagunar costero de 4,766.69 ha, compuesto por las lagunas Nichupté, de 3,987.49 ha; Bojórquez, de 240.82 ha; Río Inglés, de 511.72 ha, y cuencas menores, entre las que se halla la pequeña Laguna Caleta, de 26.66 ha, que está en Punta Nizuc.

Hidrología lagunar

El sistema contiene 71,000,000 m^3 de agua salobre, producto de su interacción con el mar, sobre todo por los canales Sigfrido y Nizuc, y los aportes de agua dulce pluviales y subterráneos continentales que ocurren principalmente en temporadas de lluvias, cuando sube el nivel freático, lo cual da lugar a fuertes gradientes de salinidad en el complejo.

El volumen de agua continental que fluye hacia el Sistema Lagunar Nichupté por vía subterránea es del orden de 100 millones de m^3/año, que equivale a un flujo de 3.2 m^3/s; sin embargo, estudios de los manantiales subterráneos que hay en el fondo de la laguna indican que el agua que surge en ellos ya fue mezclada con agua de mar en los canales subterráneos, pues muestran relativamente altos valores de salinidad y además grandes cantidades de nutrientes, provenientes de la zona urbana de Cancún. Los manantiales que alumbran ríos subterráneos, de los que hay 23[6] registrados, se concentran en el lado oeste del complejo lagunar, por lo es de afirmar que no hay ríos subterráneos en la zona del proyecto.

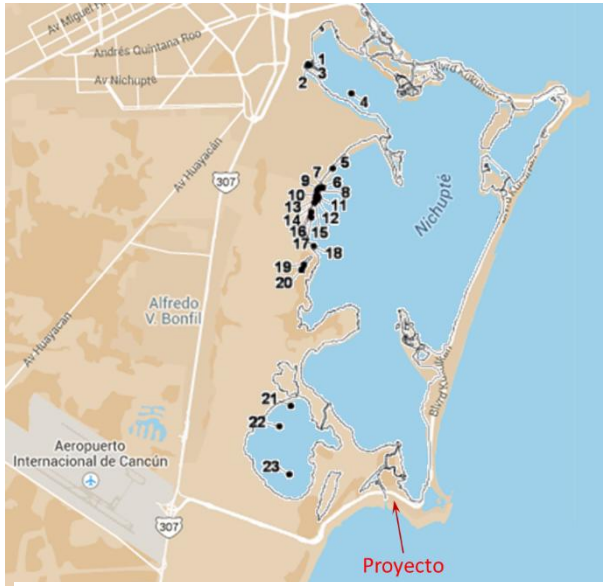


Figura 11. Manantiales en el sistema lagunar.

El sistema lagunar es somero, con profundidades entre 0.3 m y 5.0 m, aunque buena parte del complejo tiene una cota en torno a -2 metros. Entre la parte norte de Nichupté y el cuerpo de agua central hay una zona de bajos con profundidades que no pasan de 0.5 m, los cuales dificultan el intercambio de aguas entre los diferentes cuerpos del sistema.

Hidrodinámica

Las bocas Sigfrido y Nizuc tienen un ancho aproximado 50 y 30 metros respectivamente. La profundidad en el canal Sigfrido es de 5 metros y en el Canal Nizuc es de sólo 3 metros.

Las mareas en la región son de amplitud pequeña, con un comportamiento semidiurno y rangos que van desde unos 10 cm en tiempos de marea muerta hasta 30 cm en mareas vivas, por lo que su influencia en el intercambio de agua en las bocas del sistema es moderada; la circulación inducida por las mareas se limita a zonas aledañas a las bocas, sobre todo en el norte, en torno al Canal Sigfrido, donde Las velocidades alcanzan el orden de 0.20 m/s en canales vecinos.

[6] Carbajal Pérez, N. 2009.

Especificación	Vinculación

La circulación producida por el viento es igualmente baja; mediante modelos de simulación se ha estimado que un viento de 5 m/s sólo genera velocidades de circulación del agua de 0.3 a 0.5 m/s, lo que se explica por lo somero del complejo lagunar, lo cual induce un efecto de fricción importante que reduce las velocidades.

Salinidad

En primer lugar, se observa influencia del Mar Caribe a través de las altas salinidades en la zona norte, que abarca una buena parte de los cuerpos de agua de Nichupté y Bojórquez. De la distribución de salinidad en las diferentes épocas del año se infiere que la influencia del agua marina cambia notablemente. Por ejemplo, considerando como referencia la isohalina de 30 ups (Unidades Prácticas de Salinidad), en noviembre la zona de relativamente alta salinidad se limita a la parte norte de Nichupté; en septiembre se observa que la influencia salina se extiende un poco más, pero se limita al cuerpo de agua en la parte norte, mientras que de marzo a julio-agosto el agua salina alcanza su mayor extensión en la laguna.

En la región central de Nichupté se halla un fuerte gradiente de salinidad de norte a sur, con valores que varían de 24 a 30 ups. En el cuerpo de agua de Nichupté ubicado en la parte más al norte hay una franja de baja salinidad (24 a 24.8 ups) que colinda con manglares y con algunas zonas con aportes de agua menos salina. En el cuerpo de agua central las isohalinas están orientadas de norte a sur en todas las épocas del año, es decir, el gradiente apunta en la dirección de oeste a este, principalmente hacia el oeste del cuerpo de agua central, debido a los aportes de agua menos salina provenientes de aguas subterráneas y escurrimientos de aguas superficiales desde tierra firme. Los valores de salinidad de 21 ups, medidos en las zonas donde se ubican los manantiales, sugieren que en el subsuelo debe haber un proceso de mezclado entre al agua dulce y el agua de mar. Los manantiales indudablemente afectan considerablemente la hidrografía del complejo lagunar. En la zona de canales en la parte norte, en los alrededores de la boca Sigfrido, los contenidos de sal son altos; en tanto que, en la parte sur, en los canales cercanos al Canal Nizuc, se registran salinidades bajas, del orden de 23 ups, y sólo en las cercanías del mar se eleva el valor de salinidad, lo que indica que la influencia marina a través de esta boca es menor que a través de la boca en el norte.

Temperatura

Las partes central y norte del complejo presentan temperaturas del agua mayores que en el lado oeste, con variación de 25.5 a 32.0 °C. Las áreas de agua fría están normalmente en las inmediaciones de los canales que conducen a las bocas Sigfrido en el norte, Nizuc en el sur y en la zona donde se encuentran los manantiales de agua subterránea.

Por efecto de la radiación solar y lo somero de los cuerpos de agua, en general la temperatura en el complejo lagunar de Nichupté es siempre más alta que en el adyacente Mar Caribe. Estas altas temperaturas son, sin embargo, modificadas constantemente por dos procesos: por agua fría proveniente de los manantiales subterráneos y por el agua del Mar Caribe enfriada por la mezcla vertical y por surgencias asociadas al paso de frentes fríos o vientos dominantes de mesoscala.

De las distribuciones de salinidad y temperatura se deduce que la densidad del agua, la cual puede ser calculada teniendo los valores de temperatura, salinidad y profundidad, debe ser bastante variable en el sistema. En términos generales, los valores de temperatura, salinidad y densidad varían estacionalmente y las influencias dominantes son la entrada de salinidad por las bocas Cancún (Sigfrido) y Nizuc y la entrada de agua subterránea fría por los manantiales. En época de lluvia la descarga desde los manantiales debe aumentar y por ende hay más inyección de agua de menor salinidad y temperatura.

Oxígeno disuelto

La concentración de oxígeno disuelto en el sistema lagunar tiene gran variabilidad. Registros en noviembre indican que su concentración en la parte central y sur del complejo alcanza valores cercanos o típicos de mar abierto (11-12 mg/L); mientras que se registran valores un poco más bajos en la parte norte. Los valores de oxígeno disuelto más bajos se hallan en un área adjunta a la barra de la Zona Hotelera y en el noroeste de la laguna, donde hay gran influencia de la ciudad. Los valores mínimos de oxígeno disuelto pueden ser asociados a materia orgánica en descomposición. En julio-agosto las concentraciones de oxígeno disuelto muestran valores bajos en todo el sistema, lo que implica que el consumo de oxígeno por las especies marinas es más grande o que la acción de los vientos para aumentar la concentración es menos efectiva en esos meses. Esto indica que puede haber periodos en verano con poca intensidad de vientos, que puede conducir a la disminución de la concentración de oxígeno. Es conveniente mencionar que en la zona aledaña a los manantiales subterráneos la concentración de oxígeno disuelto en el agua fue menor, debido a la influencia de agua subterránea con valores bajos.

pH

De acuerdo con los valores de pH registrados en varios estudios, el Sistema Lagunar Nichupté es alcalino. Los valores del centro y sur del sistema son similares a los presentes en sistemas marinos, en torno a 8.3, mientras que en la parte norte se encuentran valores de pH un poco más bajos, probablemente asociados a aportes de aguas residuales procedentes de la ciudad de Cancún en la parte noroeste o de la Zona Hotelera en el lado noreste, con registros de 7.8. Los valores mínimos del pH en el lado oeste del cuerpo de agua central, que caen a 7.6,

Especificación	Vinculación
reflejan la influencia de las aguas subterráneas, que parecen haber sido mezcladas en el subsuelo, no sólo con agua de mar, sino también con aguas residuales de Cancún y cuyo efecto es la reducción del pH, pues estos niveles bajos coindicen con la mayor concentración de manantiales.	
4.43 La prohibición de obras y actividades estipuladas en los numerales 4.4 y 4.22 y los límites establecidos en los numerales 4.14 y 4.16 podrán exceptuarse siempre que en el informe preventivo o en la manifestación de impacto ambiental, según sea el caso se establezcan medidas de compensación en beneficio de los humedales y se obtenga la autorización de cambio de uso de suelo correspondiente.	A fin de exceptuar la restricción estipulada en el numeral 4.16, se propone ejecutar medidas en beneficio de los humedales, consistentes en las siguientes acciones en favor de la población de manglar. a) La adquisición de propágulos o plántulas de mangle de las especies *Rhizophora mangle* y *Laguncularia racemosa*, para su propagación en vivero y posterior plantado en un área de restauración en el Polígono 4 del ANP Manglares de Nichupté. b) Formación de un canal en la zona del Polígono 4 que fue afectada por antiguos rellenos a los que siguió una invasión de *Casuarina equisetifolia*, especie que fue erradicada por CONANP, pero que ya había contribuido a crear una masa de suelo firme, emergido, hostil para el crecimiento de manglar y que además obstaculiza la inundación a una parte central del polígono, causando el deterioro de la comunidad del manglar del sitio. Para remediar esa situación, se propone un canal de 50 m de largo por 3 m de ancho. El resultado esperado es que ocurra la inundación regular en un área donde se podrá hacer el establecimiento de 30 ejemplares de *R. mangle* y 30 ejemplares de *L. racemosa.* Los detalles de la propuesta y protocolos de ejecución se presentan en el Programa de Restauración de Humedal con Manglar, que se acompaña como Apéndice 4.

III.5. NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-059-SEMARNAT-2010

NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo (se considera la norma en su versión vigente, con modificaciones y correcciones).

La NOM-059-SEMARNAT-2010 es de observancia obligatoria para quien pretenda incluir, excluir o hacer cambios de especies silvestres en alguna categoría de riesgo e incluye los lineamientos y consideraciones técnicas que se deben observar para ello. En el presente caso, la promovente no pretende incluir, excluir o cambiar la categoría de riesgo de ninguna especie o población silvestre. Sin embargo, la norma es útil para identificar la presencia de especies en riesgo y considerar algunas provisiones necesarias para su protección o cuidado. En el presente caso, se identificaron en el sitio del proyecto 3 especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla 14. Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Especie	Nombre vernáculo	Estatus asignado	Endémica
Ctenosaura similis	Iguana rayada	Amenazada (A)	No
Conocarpus erectus	Mangle botoncillo	Amenazada (A)	No
Thrinax radiata	Palma chit	Amenazada (A)	No

Aunque la norma no incluye especificaciones de protección o manejo de especies, la condición de endemismo y la definición de cada estatus asignado brinda una orientación básica sobre los factores involucrados en el estatus asignado, por lo que es conveniente hacer algunos apuntes sobre la distribución de cada especie y su estado en términos de conservación.

Ninguna de las tres especies es endémica, pues su ámbito de distribución natural rebasa por mucho el territorio nacional de México; además, la norma las cataloga como amenazadas, estatus que se define como "*Aquellas que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones*."

Ctenosaura similis

La iguana rayada es una especie no endémica, cuya distribución natural alcanza toda América Central, hasta Colombia por el sur y que por el norte se extiende en México en ambos litorales, hasta Veracruz en el Golfo de México y Oaxaca en el Océano Pacífico.

Respecto a su estatus de Amenazada, la causa principal es su distribución, si bien amplia en términos geográficos, se limita a las planicies costeras y tierras bajas cercanas a la costa; sin embargo, no enfrenta amenazas mayores y, por el contrario, debido a que es una especie resistente y adaptable a medios antropizados y fauna doméstica, tras ser introducida ha prosperado en algunas islas del Caribe y en la

Península de Florida, donde se considera especie invasora. Su resistencia a la modificación del hábitat explica que prospere en áreas deforestadas y en áreas urbanas, donde es común en patios, parques y jardines, donde incluso se beneficia de la ausencia de depredadores naturales. Vale indicar que, por su distribución internacional, la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) tiene a la iguana rayada en la categoría Preocupación Mínima[7], de especies que no califican para categorías de riesgo. Según los criterios de la UICN, la iguana rayada mantiene una distribución y población estables. La especie tampoco está en las listas de CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres).

En el caso del proyecto, dado que hay presencia de iguanas rayadas en el predio, en los trabajos se cuidará de no causar daños a los individuos presentes y se procurará su desplazamiento fuera de las áreas de trabajo antes de realizar las actividades. Las iguanas rayadas tienen gran movilidad, al grado que se les considera los reptiles más veloces, por lo que es una medida de protección viable procurar su desplazamiento a las áreas aledañas que no serán ocupadas por las obras del proyecto. Una vez ejecutadas las obras es de esperar que las iguanas recolonicen algunas áreas verdes y espacios exteriores del proyecto.

Conocarpus erectus

El botoncillo es la más terrestre de las especies de mangle que hay en México y de ellas es la que se establece en zonas con menor inundación y salinidad. Se le considera mangle sobre todo porque ecológicamente está asociado al ecosistema de manglar, aunque es propio de los ecotonos entre manglar y selva; en términos botánicos estrictos no es un mangle, pues carece de cualquiera de las características morfológicas y biológicas de los mangles verdaderos, como raíces aéreas, neumatóforos y viviparidad.

Conocarpus erectus es una especie no endémica, pues su distribución rebasa ampliamente el territorio mexicano, por el contrario, es una especie cosmopolita, que se halla en las regiones costeras de las regiones tropicales y subtropicales de todo el mundo, incluyendo Florida, las Bermudas, las Bahamas, el Caribe, Centroamérica y desde el sur de México hasta Brasil en la costa atlántica y de México a Ecuador en la costa del Pacífico, así como en África occidental, Melanesia y Polinesia. En México, el mangle botoncillo se encuentra en la costa pacífica, de manera discontinua, desde la porción media de la península de Baja California, en Baja California Sur, Sonora, Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero, Oaxaca y Chiapas, y de forma continua en toda la región del Golfo de México y el Caribe, en los estados Tamaulipas, Veracruz, Tabasco, Campeche, Yucatán, Quintana Roo.

Sobre su estado de conservación, la principal preocupación es su limitado ámbito de distribución en las zonas costeras, en ecotonos humedal-selva, precisamente en zonas en proceso de transición, donde las cuencas someras se han azolvado por la acumulación de sustrato y comienzan a perder su condición de

[7] https://www.iucnredlist.org/es/species/174480/73611567.

humedal de inundación permanente o estacional y empiezan a ser colonizadas por especies de selva, que finalmente remplazarán a las que antes se habían favorecido por ser más aptas para prosperar en condiciones de alta inundación y salinidad. Así, las poblaciones de botoncillo se encuentran en buen estado y prosperan en las periferias de los humedales y la zona costera. En la lista roja de la IUCN se encuentra categorizada como de Preocupación Mínima[8].

En el proyecto, los ejemplares de mangle botoncillo presentes en el predio no serán afectados por las obras, quedarán en su sitio. Aunque no se identificaron individuos arbóreos de mangle botoncillo en las áreas de desplante de las edificaciones, la especie se considera prioritaria para el rescate de vegetación, por lo que se buscarán activamente plántulas y ejemplares en desarrollo para ser rescatados, acopiados en el vivero provisional y posteriormente replantados en las áreas verdes del proyecto. En el programa de rescate de flora que se acompaña como apéndice se indican los procedimientos respectivos.

Thrinax radiata

Thrinax radiata es una especie de distribución caribeña que se encuentra en las Bahamas, Islas Caimán, Cuba, Jamaica, la Española, Puerto Rico, Centroamérica, la Península de Yucatán y la Península de Florida, donde es conocida como palma de Florida. Así, la distribución alcanza las zonas insulares del Caribe, las Antillas, y las zonas continentales de EE. UU. y desde México hasta Venezuela; empero, en todos los casos se limita a las planicies costeras, hasta no más de unos cientos de km del borde litoral, sobre todo en ecosistemas de selva mediana y baja, manglar y matorral costero, donde es un elemento conspicuo, por lo que se le asocia mucho con la franja más próxima a la línea de costa.

Sobre su condición en términos de conservación, aunque tiene estatus de especie Amenazada, la literatura científica indica que prácticamente en todo su rango de distribución sus poblaciones son fuertes, con una taza de reclutamiento alta y además bien adaptada y con mucha presencia en espacios antropizados, donde es valorada como ornato. En la Lista Roja de la IUCN también aparece con categoría de Preocupación Mínima[9] . Para efectos de conservación, es notablemente fácil de propagar y es también una especie con alta viabilidad para acciones de rescate y reubicación.

De conformidad con lo anterior, se cuidará de mantener en su sitio todos los ejemplares que se hallen fuera de las áreas de desplante del proyecto, mientras que en las áreas que van a ser ocupadas la especie será considerada como objeto prioritario de rescate, por lo que se buscarán activamente las plántulas y ejemplares en desarrollo, para ser rescatadas, acopiadas en el vivero provisional y posteriormente replantadas en las áreas verdes del proyecto. En el programa de rescate que se acompaña como apéndice se indican los procedimientos respectivos.

[8] https://www.iucnredlist.org/es/species/178806/7612125.
[9] https://www.iucnredlist.org/es/species/201645/2710831.

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SU PROBLEMÁTICA

IV.1 DELIMITACIÓN DE ÁREA DE ESTUDIO Y ÁREA DE INFLUENCIA

IV.1.1. Consideraciones generales

Para una evaluación de impacto ambiental, como es lógico y obligatorio por Ley, se requiere hacer un estudio que contenga "*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*"[10], de modo que se debe conocer el ambiente y sus elementos relevantes que pudieran ser afectados por el proyecto, instrucción plasmada en la obligación reglamentaria de incluir en la Manifestación de Impacto Ambiental una "*Descripción del sistema ambiental*"[11].

La descripción requerida del sistema ambiental resulta en la necesidad de delimitar un área a describir, un área de estudio, siendo un criterio principal de tal delimitación que incluya los elementos del medio que podrán ser afectados en forma relevante por las obras y actividades propuestas, a la vez que no ha de extenderse innecesariamente más allá de los límites de interacción significativa del proyecto con su entorno, para que la importancia y atención a los factores que la ameritan no se diluya al extender el análisis a un ámbito espacial excesivamente extenso.

Los lineamientos e instructivos emitidos por la autoridad ambiental para elaborar las manifestaciones de impacto ambiental sugieren que, en áreas donde haya polígonos regulados por POE, es conveniente tomar la unidad de gestión ambiental respectiva como área de estudio. Ese criterio no es aplicable al caso del proyecto Nizuc Residences por estar en la UGA 21 del POEL, la cual fue determinada con los límites del centro de población Cancún establecidos por el Programa Municipal de Desarrollo Urbano, por lo que esta UGA corresponde a la zona de ocupación urbana del territorio en diferentes momentos a lo largo de decenios y a reservas territoriales para uso urbano futuro, con zonas de uso especializado turístico y otras de uso puramente urbano, de modo que no se trata de un sistema ambiental, sino que sus casi 35,000 hectáreas incluyen una diversidad de hábitats y condiciones con las que el proyecto no tendría nada que ver y cuyo análisis resultaría ocioso.

Otros criterios validados por la autoridad ambiental para delimitar el área de estudio son los relativos a la homogeneidad, uniformidad y continuidad de componentes bióticos y abióticos en un determinado espacio geográfico, como tipos de vegetación, fisiografía y rasgos geomorfológicos, así como también factores de ordenación territorial como los usos de suelo asignados en un plan de desarrollo urbano. Una combinación de estos dos criterios parece lo más apropiado para el caso de Nizuc Residences, dada la extensión del ámbito de afectación relevante del proyecto y las características del sitio.

[10] Artículo 30 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.
[11] Artículo 12, fracción IV, del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia De Evaluación del Impacto Ambiental.

IV.1.2. Síntesis de componentes y procesos naturales

El área del proyecto es un polígono terrestre, sin cuerpos de agua en su interior, afectado desde los años de 1970 por el desarrollo de la zona hotelera de Cancún, pues desde entonces se iniciaron obras del tramo aeropuerto-Cancún del bulevar Kukulcán, para los años de 1980 el predio Lote 3 ya estaba cruzado en el centro, de este a oeste, por un camino de terracería con rellenos pétreos y bordeado en el norte por otro camino que posteriormente se convirtió en el Bulevar Kukulcán, vialidad principal de la Zona Hotelera, de 4 carriles, camellón y banquetas, el cual también requirió rellenos de material pétreo traído de la zona continental, lo que contribuyó al desarrollo de una vegetación secundaria de selva. El predio tuvo además un desmonte autorizado en 2006 como cambio de uso de suelo tanto en materia forestal como de impacto ambiental, aunque finalmente no se desarrollaron todas las obras proyectadas entonces, por lo que hubo nuevo crecimiento parcial de vegetación secundaria.

En la actualidad, el predio está bordeado el norte por la vialidad primaria descrita; al oeste y el sur, así como por franjas de zona terrestre colindante con el Canal Nizuc, que comunica el sistema lagunar con la zona marina, y con un canal que separa el frente terrestre de una masa de manglar de borde que hay en la zona marina.

Con tales antecedentes y condiciones, es notorio que el sitio del proyecto es un área terrestre en una zona urbanizada, que ya no presenta las condiciones que tenía antes del desarrollo de Cancún, y donde no se aprecian poblaciones silvestres importantes ni procesos ecológicos relevantes para poblaciones de flora o fauna, como alevinaje de especies marinas, anidación de tortugas marinas, zona de alimentación o refugio de aves, etc., y que está bien separada de áreas del entorno más conservadas, donde sí ocurren tales procesos y que por ello están en áreas naturales protegidas, una en la zona lagunar y otra en la zona marina[12]. El sitio del proyecto tampoco presenta procesos geomorfológicos notables, como procesos de erosión o acreción costera, pues en su frente marino no se forman playas ni se aprecian depósitos o erosión por arrastre de sedimentos.

IV.1.3. Extensión espacial de los impactos ambientales potenciales del proyecto

El proyecto es una instalación de hospedaje turístico-vacacional, en un área urbanizada, que funcionará como un sistema aislado, sin intercambio de materiales y energía con el medio natural circundante, sino por los canales de la urbanización y especializadas, de modo que personas, bienes y suministros entran y salen por vialidades y redes de conducción de energía, mientras que los residuos sólidos se manejan y acopian con meticulosidad, por necesidades propias del servicio de hotel, y se retiran por vía del sistema público de limpia, en tanto que las aguas residuales se canalizan a una PTAR propia y, con tratamiento terciario, se usan para riego o se vuelven al subsuelo por inyección profunda.

[12] Área de Protección de Flora y Fauna Manglares de Nichupté y Parque Nacional Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc.

El nivel casi nulo de interacción con el medio natural, desde la preparación del sitio hasta el abandono, permite predecir que no habrá efectos relevantes del proyecto más allá del sitio de su desarrollo. Empero, se revisa la potencial extensión de los impactos por tipo de actuación que los causa.

Impactos de ocupación

En términos de ocupación del territorio, la actuación más relevante es la construcción del edificio que contiene las unidades de hospedaje que, aunque sobre una cimentación de pilotes ocupará de manera permanente una superficie de terreno. Algo más de ocupación del territorio ocurrirá por obras abiertas, como la zona de albercas y la de acceso. Conviene indicar que el Programa de Desarrollo Urbano vigente impone al predio una restricción de 15 m al interior de todo su perímetro para edificar obras techadas habitables, de modo que, en la mayor parte de los bordes del predio se deja sin afectación una franja de 15 m de ancho dentro de la propiedad. Así, es de concluir que el ámbito espacial de afectación del proyecto, la zona de influencia por ocupación del suelo se circunscribe al propio predio Lote 3, fuera del cual no se ocupará área alguna.

Impactos por aprovechamiento o extracción de recursos

El aprovechamiento extractivo es una de las grandes causas genéricas de afectación ambiental con capacidad de impactar más allá del sitio puntual en que se producen, por lo que se deben sujetar a programas de manejo basados en estudios sobre productividad, capacidad de recambio, reclutamiento o carga, según el tipo de recurso de que se trate, que puede ser hídrico, forestal, cinegético, pétreo, minero, etc. En el caso de la actuación que se propone no se considera ninguna actividad extractiva, por lo que bajo este criterio no habrá afectación alguna ni en el predio del proyecto ni más allá de éste.

Impactos por afectación de procesos naturales

En el sitio del proyecto no se observa la ocurrencia de procesos ecológicos relevantes que puedan ser afectados por el proyecto; ni bióticos que sean importantes críticos para las comunidades naturales, como reproducción (anidación de tortugas), refugio (alevinaje) o alimentación de especies migratorias o locales u otras actividades de importancia en el ciclo de vida de alguna especie o población; tampoco se observan procesos ecológicos abióticos que pudieran ser afectados por el proyecto, como acreción, asolvamiento, erosión, intercambios hidrológicos superficiales y subterráneos o flujos de nutrientes u otros elementos entre ecosistemas, ni en la zona del predio ni más allá de éste. Aún en el caso de haber infiltración subterránea, la cimentación sobre pilotes previene su afectación significativa.

Impactos por contaminación

Es el tipo de afectación que puede tener mayor alcance espacial y que puede ser muy dañino para el medio a lo largo del espacio y del tiempo; es por ello el tipo de efecto que dio lugar a los estudios de impacto ambiental, como se aprecia en la legislación en la materia, donde la mayoría de las causales de evaluación se relacionan con actividad industrial, sobre todo procesos industriales.

El proyecto se inscribe en la llamada "industria sin chimeneas", sin procesos de transformación de materias primas en bienes procesados; sólo se prevé generar residuos vegetales y de obra, que no son peligrosos, en las etapas de preparación del sitio y construcción, y residuos sólidos de tipo doméstico o municipal en todas sus etapas, cuyo manejo corresponde al servicio público que opera en circuitos cerrados, donde nada se libera al medio sin el adecuado tratamiento. Dichos servicios atienden toda la Zona Hotelera, con cobertura y calidad incluso superior a la que se brinda a la población de la zona urbana de Cancún. Así mismo, las aguas residuales nunca salen del predio, sino que van de los servicios a la PTAR y ahí parte a riego de áreas verdes y al subsuelo en inyección profunda.

En las etapas de desarrollo del proyecto, todos los residuos sólidos propios de la construcción, que incluyen residuos vegetales, cascajo, restos de materiales de obra, empaques y embalajes, serán acopiados en áreas específicas, por separado, de donde serán remitidos a composteo, reciclaje o disposición final, siempre cuidando que no haya liberación al medio, ni al suelo ni a cuerpos de agua.

Las aguas residuales en estas etapas serán atendidas por la empresa arrendadora de letrinas portátiles, cuyo servicio incluye el retiro de tales aguas y la limpieza de las instalaciones. Por lo que hace a las emisiones de motores por el uso de maquinaria, se cuidará de sólo utilizar equipo en buen estado, en tanto que el efecto de las emisiones no será significativo, por ser puntual en tiempo y espacio y porque el proyecto está en una zona abierta con buena eficiencia de dispersión por los vientos.

El uso de equipo de motor también implica riesgo, bajo, de vertidos accidentales. La experiencia indica que los derrames más dañinos son los de hidrocarburos pesados, como petróleo crudo, por sus efectos físicos directos. Respecto al equipo y maquinaria que se podrá usar en el desarrollo del proyecto, se impondrá a los contratistas condiciones para prevenir y en su caso reaccionar ante un derrame, incluyendo contar con un kit antiderrames con depósito para acopio de sustancias y materiales contaminados y medios de contención y recuperación de hidrocarburos. En todo caso, el ámbito de afectación por un derrame accidental en un área terrestre, de volúmenes pequeños y en forma puntual, se circunscribe al suelo del predio, donde se podrán aplicar las medidas preventivas y de reacción apropiadas, de modo que, aún si ocurriera, no alcanzaría áreas fuera del predio.

Otros tipos de impacto

Además de los 4 tipos de impacto mencionados, relativos al medio natural, son de considerar impactos potenciales en el medio socioeconómico y en lo que se conoce como ecosistema urbano. El proyecto no modificará la actividad preponderante, el turismo, ni la aumentará significativamente, pues sumar 99 unidades de condohotel, equivalentes a 247.5 cuartos hoteleros, a los 45,639 cuartos que hay en 220 hoteles en Cancún[13], la mayoría en la Zona Hotelera, representa un aumento de apenas medio punto porcentual, 0.5%, que no representa un alza significativa en la demanda de servicios, vialidades, etc.

[13] https://sedeturqroo.gob.mx/ARCHIVOS/comovamos/como_vamos_202404.pdf Datos a abril de 2024.

IV.1.4. Área de influencia definida para el proyecto

Así, por las dimensiones del proyecto, que consta de un edificio de alojamiento y servicios, áreas de albercas y de accesos, más un auditorio ya existente; por sus características de uso turístico vacacional, sin actuaciones de extracción de recursos ni procesos de transformación o almacenamiento de sustancias peligrosas, y por su localización, en un área terrestre urbanizada, definida como de uso urbano en los instrumentos de ordenación territorial vigentes, se considera razonable determinar como área de influencia del proyecto a la misma superficie del Lote 3, en cuyo interior se establecerá la totalidad de las instalaciones nuevas del proyecto y sus conexiones con las líneas de conducción y canales de acceso directamente a la matriz urbana, bajo el supuesto lógico y razonable de que el proyecto no tendrá interacción con las áreas naturales cercanas o lejanas del entorno, ni directa ni en forma indirecta, pues no se prevé el uso de áreas fuera del predio, que ni siquiera incluye una zona de playa, ni el vertido de ningún tipo de materiales al medio. Mantener la condición cerrada de los flujos de residuos es además una condición obligada para mantener la calidad de instalaciones y servicios en la actividad turística vacacional.



Figura 13. Zona de influencia del proyecto de Condohotel Nizuc Residences. La interacción del proyecto con el medio circunscribe al predio Lote 3 (línea azul), donde se ocuparán áreas con las instalaciones. Por la naturaleza del proyecto, no se esperan interacciones directas con el medio circundante, salvo el urbano, donde personas, equipos, insumos y residuos entran y salen por las redes de servicios públicos.

IV.2 DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL

Visto que el área de influencia se circunscribe al propio predio Lote 3, de casi 3 hectáreas, al no ser de esperar una mayor amplitud de los impactos ambientales de las obras y actividades del proyecto, todas en zona terrestre, se asume como criterio para determinar el sistema ambiental utilizar la zonificación de usos de suelo del programa de desarrollo urbano, recomendado para obras y actividades en zona terrestre por la *Guía para la presentación de la manifestación de impacto ambiental del sector TURÍSTICO Modalidad: particular*, que SEMARNAT, a través de la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental (DGIRA), pone a disposición del público[14].

En el Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Benito Juárez, Quintana Roo, el Lote 3 está en un polígono definido con asignación de uso TH/10/C; dicho polígono es de forma alargada, paralelo y contiguo a la vialidad Bulevar Kukulcán en gran parte y que se extiende desde el Canal Nizuc, por el noroeste, hasta el borde rocoso litoral del Mar Caribe en la esquina más al sur de Punta Nizuc. El referido polígono coincide casi del todo con los predios Lote 3, del proyecto, y su colindante por sureste, Lote1-03.

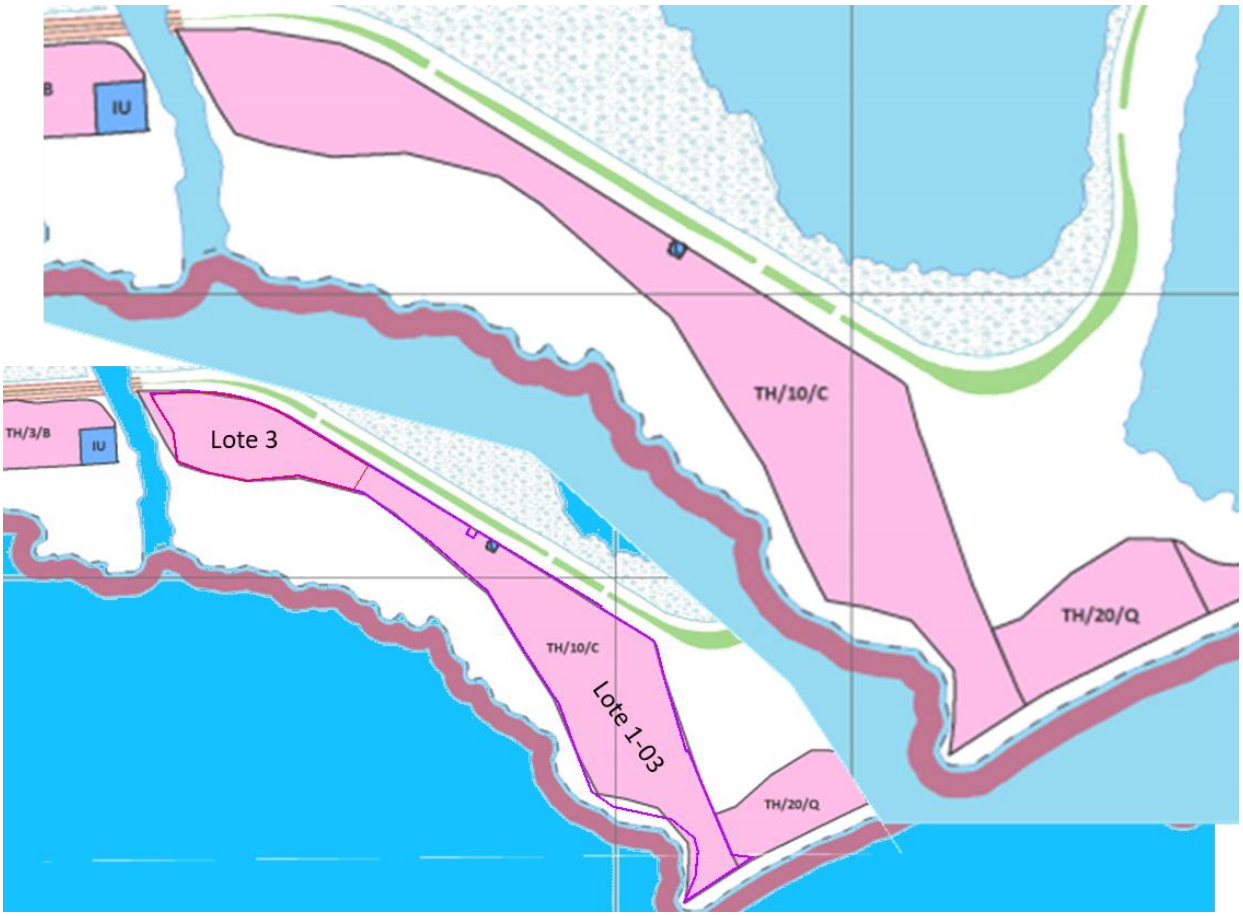


Figura 14. Polígono de Uso TH/10/C del PDU, y predios que abarca.

[14] https://www.gob.mx/semarnat/documentos/guias-de-impacto-ambiental

Empero, las condiciones actuales en ese polígono del PDU con uso TH/10/C no son homogéneas, al contrario, se pueden diferenciar claramente dos estados del terreno, distintos en varios aspectos; el principal es que el predio colindante, Lote 1-03, ha sido desarrollado, con instalaciones turísticas en su interior y en el borde litoral, en tanto que el predio del proyecto, Lote 3, está casi sin desarrollar, salvo por el Auditorio, un edificio para eventos, mientras en el resto hay un vivero con áreas de sol y sombra, caminos y áreas de vegetación, en su mayor parte de crecimiento secundario que siguió al desmonte autorizado hecho entre 2006 y 2008 para un proyecto que no se ejecutó en esa parte.

Otra diferencia importante para la definición del sistema ambiental es que el predio Lote 3 tiene un borde litoral sin formación alguna de playa, sino que se trata de una franja colindante con un canal que separa la zona terrestre de una masa de manglar de borde que crece en la zona marina; en dicha franja terrestre no se hará ninguna actuación por lo que se conserva la vegetación natural. LA zona de playa arenosa más cercana se halla a 500 m al sur, en el frente marino del colindante Lote 1-03.

También es útil para la delimitación del sistema ambiental es que el polígono con uso TH/10/C del PDU tiene su zona más angosta, una especie de cintura, que coincide aproximadamente con la colindancia de los dos predios y que, en esa zona angosta y de colindancia, en el lado del predio vecino, hay una construcción cercana al borde del canal que tiene un deck de madera que ocupa toda la orilla del canal mismo, de modo que la continuidad de la franja de vegetación de la orilla costera se interrumpe entre los dos predios, mientras que tampoco hay continuidad de la cubertura vegetal por el lado de la vialidad, totalmente modificado, donde apenas hay una franja arbolada y ajardinada entre un camino interior y la banqueta y ciclopista de la vialidad pública.

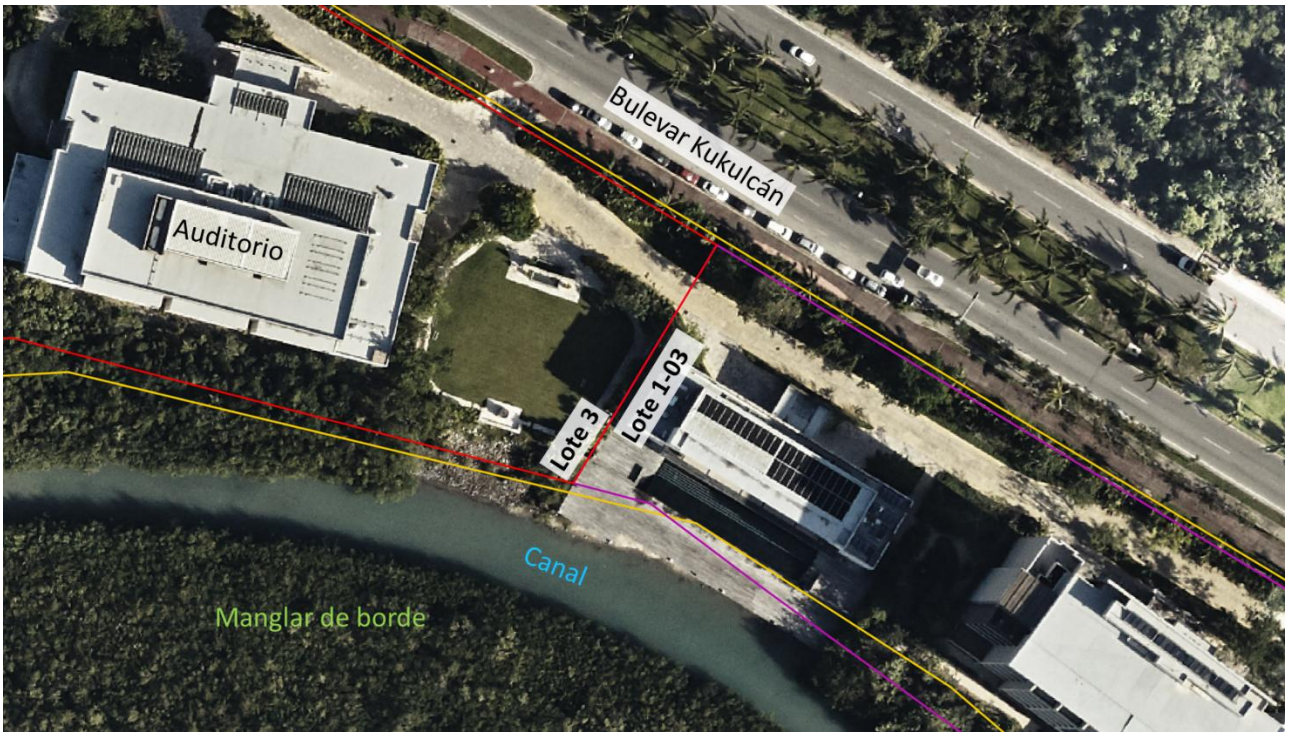


Figura 15. Zona de "cintura" del polígono con uso TH/10/C y de colindancia entre Lote 3 y Lote 1-03.

Así, con base en criterios de ordenación de uso de suelo del PDU y condiciones de continuidad y homogeneidad del territorio, se delimita el sistema ambiental como la porción del Polígono del PDU con uso TH/10/C que contiene al predio Lote 3. El sistema ambiental que albergará el proyecto es un polígono de 32,684.78 m², ó 3.3 hectáreas, delimitado al norte y noreste por la vialidad Bulevar Kukulcán; al este por el predio Lote 01-3; al oeste por las franjas terrestres colindantes con el Canal Nizuc y un canal innominado que separa esa franja de un macizo de manglar de borde en la zona marina.

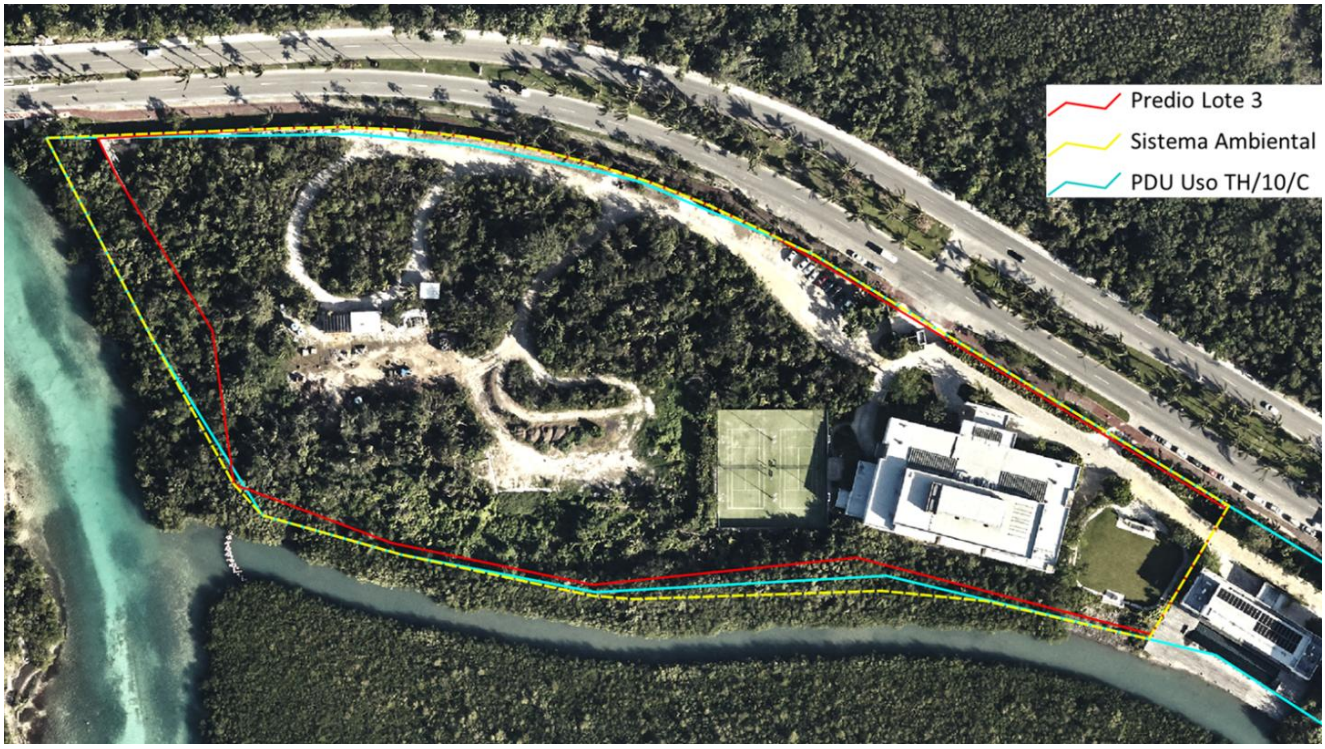
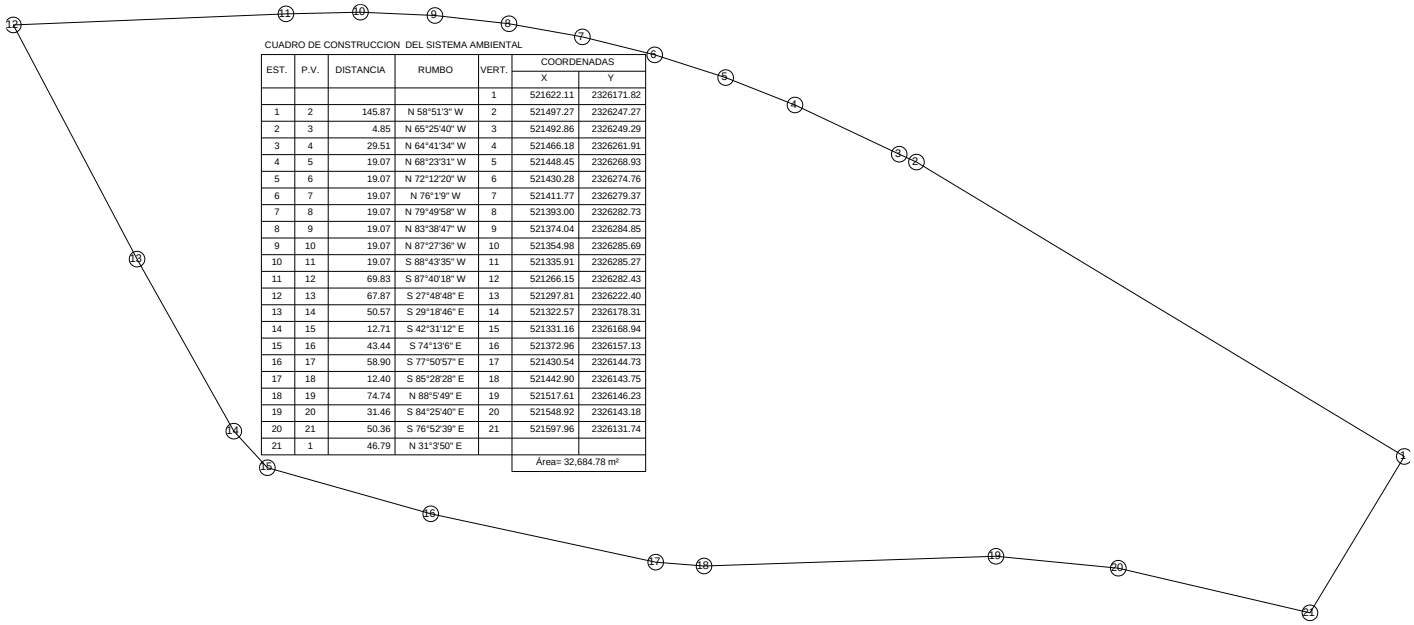


Figura 16. Delimitación del sistema ambiental que acoge el proyecto.



CUADRO DE CONSTRUCCION DEL SISTEMA AMBIENTAL

EST.	P.V.	DISTANCIA	RUMBO	VERT.	COORDENADAS X	COORDENADAS Y
				1	521622.11	2326171.82
1	2	145.87	N 58°51'3" W	2	521497.27	2326247.27
2	3	4.85	N 65°25'40" W	3	521492.86	2326249.29
3	4	29.51	N 64°41'34" W	4	521466.18	2326261.91
4	5	19.07	N 68°23'31" W	5	521448.45	2326268.93
5	6	19.07	N 72°12'20" W	6	521430.28	2326274.76
6	7	19.07	N 76°1'9" W	7	521411.77	2326279.37
7	8	19.07	N 79°49'58" W	8	521393.00	2326282.73
8	9	19.07	N 83°38'47" W	9	521374.04	2326284.85
9	10	19.07	N 87°27'36" W	10	521354.98	2326285.69
10	11	19.07	S 88°43'35" W	11	521335.91	2326285.27
11	12	69.83	S 87°40'18" W	12	521266.15	2326282.43
12	13	67.87	S 27°48'48" E	13	521297.81	2326222.40
13	14	50.57	S 29°18'46" E	14	521322.57	2326178.31
14	15	12.71	S 42°31'12" E	15	521331.16	2326168.94
15	16	43.44	S 74°13'6" E	16	521372.96	2326157.13
16	17	58.90	S 77°50'57" E	17	521430.54	2326144.73
17	18	12.40	S 85°28'28" E	18	521442.90	2326143.75
18	19	74.74	N 88°5'49" E	19	521517.61	2326146.23
19	20	31.46	S 84°25'40" E	20	521548.92	2326143.18
20	21	50.36	S 76°52'39" E	21	521597.96	2326131.74
21	1	46.79	N 31°3'50" E			
					Área= 32,684.78 m²	

Figura 17. Delimitación del Sistema Ambiental.

Tabla 15. Cuadro de coordenadas del Sistema Ambiental, en proyección UTM, sistema WGS84.

EST.	P.V.	DISTANCIA	RUMBO	VERT.	X	Y
				1	521622.11	2326171.82
1	2	145.87	N 58°51'3" W	2	521497.27	2326247.27
2	3	4.85	N 65°25'40" W	3	521492.86	2326249.29
3	4	29.51	N 64°41'34" W	4	521466.18	2326261.91
4	5	19.07	N 68°23'31" W	5	521448.45	2326268.93
5	6	19.07	N 72°12'20" W	6	521430.28	2326274.76
6	7	19.07	N 76°1'9" W	7	521411.77	2326279.37
7	8	19.07	N 79°49'58" W	8	521393.00	2326282.73
8	9	19.07	N 83°38'47" W	9	521374.04	2326284.85
9	10	19.07	N 87°27'36" W	10	521354.98	2326285.69
10	11	19.07	S 88°43'35" W	11	521335.91	2326285.27
11	12	69.83	S 87°40'18" W	12	521266.15	2326282.43
12	13	67.87	S 27°48'48" E	13	521297.81	2326222.40
13	14	50.57	S 29°18'46" E	14	521322.57	2326178.31
14	15	12.71	S 42°31'12" E	15	521331.16	2326168.94
15	16	43.44	S 74°13'6" E	16	521372.96	2326157.13
16	17	58.90	S 77°50'57" E	17	521430.54	2326144.73
17	18	12.40	S 85°28'28" E	18	521442.90	2326143.75
18	19	74.74	N 88°5'49" E	19	521517.61	2326146.23
19	20	31.46	S 84°25'40" E	20	521548.92	2326143.18
20	21	50.36	S 76°52'39" E	21	521597.96	2326131.74
21	1	46.79	N 31°3'50" E			
					Área= 32,684.78 m²	

Así, se dispone de la unidad topográfica que abarca el área donde se prevén afectaciones significativas al medio por las actuaciones del proyecto, por lo que es una referencia adecuada para el estudio de impacto ambiental como expresión objetiva, inventariable y cartografiable del medio ambiente. Así mismo, tal poligonal, suficiente para abarcar los efectos del proyecto, pero en una extensión práctica, facilita el análisis integral, que considere de manera articulada y coherente los componentes y procesos relevantes susceptibles de ser afectados por el proyecto.

Así mismo, el Sistema Ambiental acotado en una poligonal precisa, delimitada con un sistema de coordenadas de uso común que permite su localización cartográfica de manera objetiva y exacta, facilita también las tareas de la autoridad evaluadora ante la cual se presenta el estudio.

El Sistema Ambiental delimitado es a su vez el Área de Estudio motivo del presente capítulo, sobre el que se presenta la caracterización y análisis, con énfasis en sus elementos del medio físico y biótico.

IV.3. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL

IV.3.1. Medio abiótico

a) Clima y meteorología

De acuerdo con los datos de la estación climatológica No. 23155, de Cancún, y según la clasificación Köppen-García, el clima en el área es del tipo Ax'(w_0)iw", cálido subhúmedo, el más húmedo dentro de esta categoría, isotermal con sequía intraestival (canícula). Las características climatológicas el sitio están determinadas en gran medida por su localización intertropical y la influencia del Mar Caribe, que trae masas de aire marítimo cálido y húmedo.

La temperatura media anual en el área es superior a 26 grados centígrados y la lluvia media anual recibida ronda los 1,300 mm. Los vientos predominantes en el año son procedentes del sureste, de 6.5 nudos en promedio; en otoño y parte del invierno se presentan vientos más fuertes, procedentes del Norte y del Nor-Oeste, generados por el arribo de masas de aire polar conocidos como "nortes".

En el lapso de junio a noviembre ocurre la temporada de huracanes, cuando la región es afectada por tormentas tropicales y ciclones que se originan en las zonas matrices del Caribe Oriental y el Atlántico. Tales fenómenos climatológicos pueden alcanzar intensidades catastróficas y causar fuertes daños a las construcciones e infraestructura y también a los sistemas naturales. En la zona marina y costera, los huracanes traen consigo riesgo de marejadas o mareas de tormenta, que son elevaciones extraordinarias del nivel del mar.

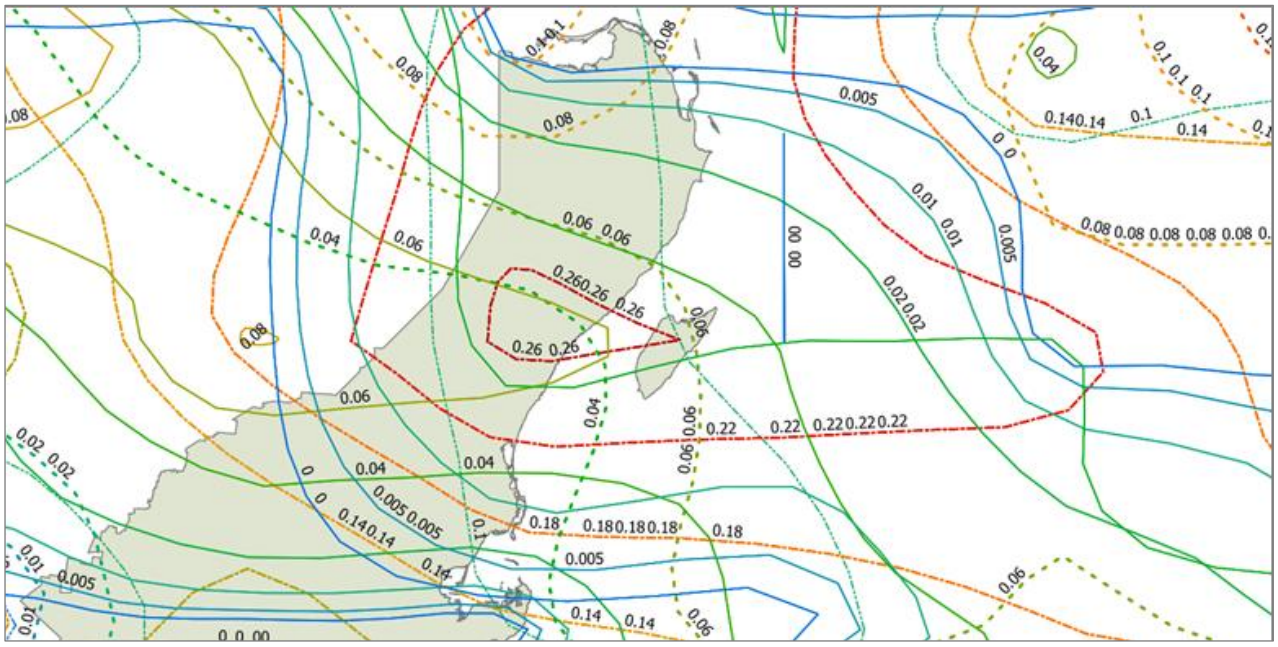


Figura 18. Probabilidad de incidencia de huracanes de categorías 1 a 5, que se indica por los colores, en un gradiente descendente del rojo oscuro (máxima probabilidad), seguido de rojo claro, naranja, verde y azul (mínima).

b) Geología y geomorfología

La Península de Yucatán es un sistema geológico conformado por bloques de hundimiento con largos procesos sedimentarios, que dieron lugar a abundantes depósitos detríticos, eólicos, litorales, lacustres y palustres. Entre los eventos más notables que originaron las actuales condiciones geomorfológicas se encuentra la glaciación de Wisconsin, que se extendió desde hace unos 80,000 años hasta hace 11,000 años, con extensión máxima de hielo hace 20,000 años, que hizo bajar el nivel del mar hasta 130 metros, de modo que las zonas costeras someras quedaron como terrazas emergidas y las que eran hasta entonces barreras arrecifales pasaron a ser zonas de acumulación, en donde se formaron dunas, posteriormente litificadas, proceso que llevó a la formación de Contoy e Isla Mujeres.

A partir del inicio de la época postglacial, hace unos 18,000 años, en el Pleistoceno superior o tardío, el nivel del mar comenzó a subir, hasta permitir la transgresión marina que, al inundar antiguas terrazas secas, dio lugar a la formación de lagunas costeras y humedales. El avance del nivel del mar siguió hasta que hace entre 5,000 y 6,000 años, ya en pleno Holoceno, estaba a 4 ó 5 m por debajo de su nivel actual, dando lugar a la conformación litoral actual.

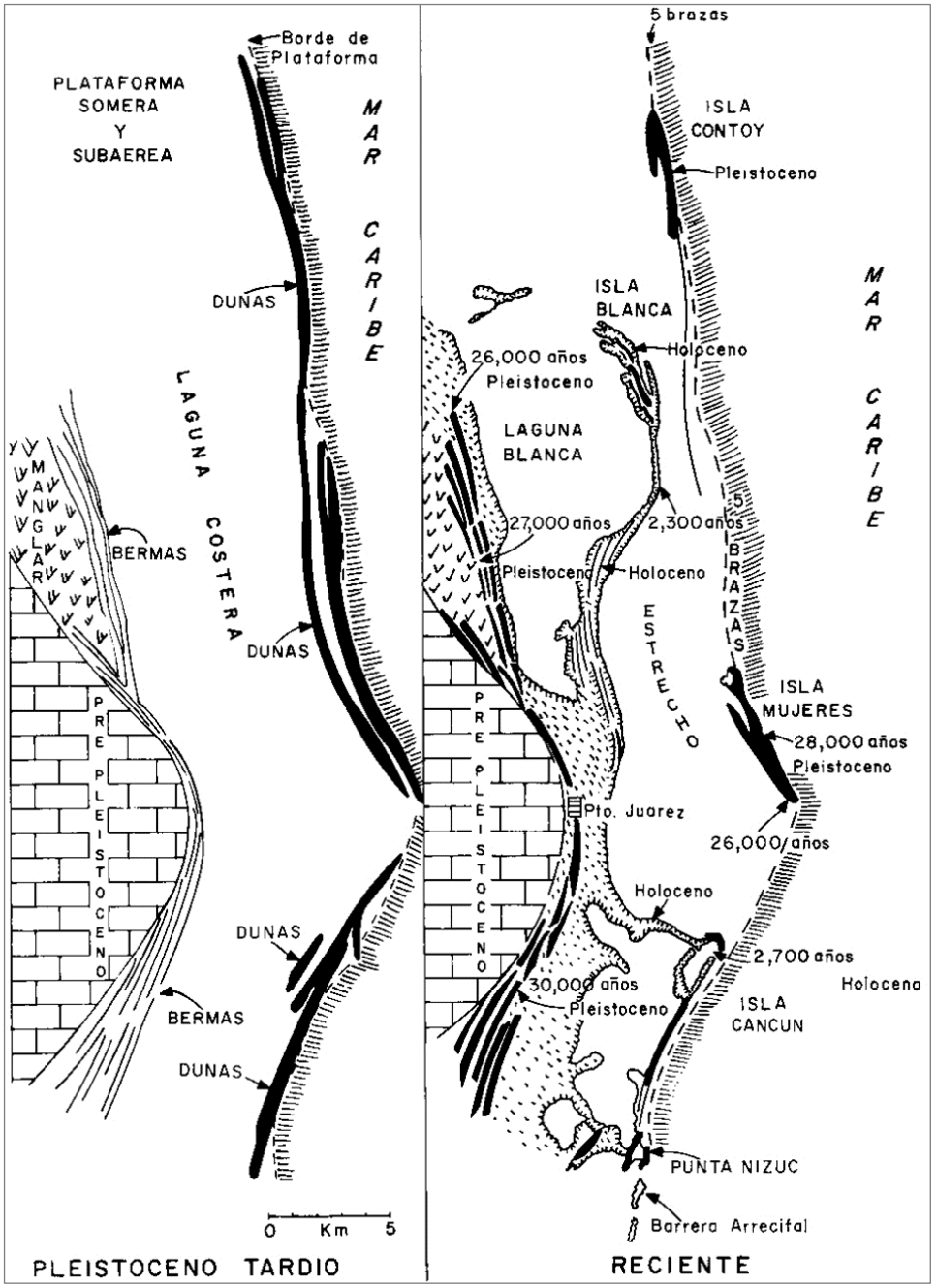


Figura 19. Cordones de dunas desarrollados sobre antiguas barreras arrecifales en el Pleistoceno superior y morfología litoral con el nivel del mar del presente. Ilustración tomada de Aguayo et al. 1980.

Lo anterior concuerda con lo que indica la Carta geológico-minera Cancún F16-8 sobre la composición del estrato geológico superior de las islas Isla Mujeres, que corresponde a una formación Qpt (?) A, es decir roca arenisca formada por depósitos del pleistoceno.

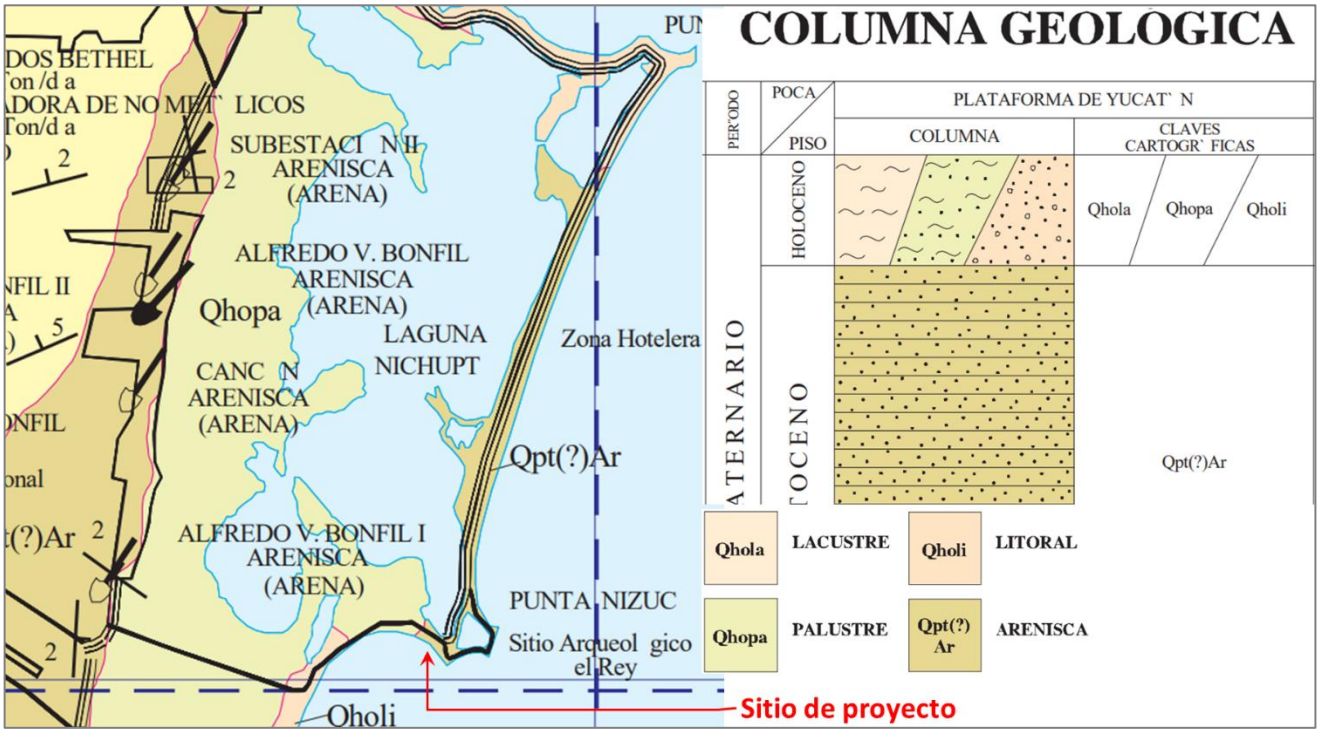


Figura 20. Fragmento de la Carta geológico-minera Cancún F16-8 del Servicio Geológico Mexicano.

Por lo tanto, en términos geológicos, la isla de barrera de Cancún es una de las zonas más jóvenes de la Península de Yucatán (Cuaternario), cuya génesis se basa en depósitos post arrecifales a base de dunas litorales.

El origen de la barra se remonta a la existencia de una terraza cárstica de 7.5 Km de amplitud y aproximadamente 9 metros bajo nivel del mar, con crestas dunarias del Pleistoceno litificadas y erosionadas en el límite marino y un conjunto de crestas de playa por el lado terrestre de la terraza. Cuando la elevación del mar inundó la terraza en la trasgresión del Holoceno, las crestas de dunas formaron la barrera donde se halla la Zona Hotelera.

El sistema de humedales Nichupté se formó al air aumentado el nivel del mar; de 3,000 a 4,000 años antes del presente el agua alcanzó niveles de 1 ó 1.5 m por debajo del actual, tiempo en que las porciones norte y sur de la isla de barrera se conectaron con tierra firme mediante tómbolos, dando así lugar a los tres cuerpos lagunares que conforman el sistema Nichupté.

El sistema ambiental delimitado para el proyecto, que abarca el predio Lote 3, se encuentra sobre un tómbolo, ya litificado para formar una base firme de arenisca, tómbolo delimitado al oeste por el Canal Nizuc.

Estudio geotécnico en predio Lote 3

Para determinar las características de subsuelo en el sitio del proyecto, se hizo un estudio de mecánica de suelos (Anexo Técnico) mediante 3 sondeos exploratorios tipo Mixto ((Penetración Estándar y Barril) y 16 Sondeos de Avance Controlado, ambos a 30 m de profundidad. Tales exploraciones se hicieron con perforadora neumática tipo wagon dril equipada con martillo de percusión y broca de 3 1/2" alimentado con aire de un compresor. Los sondeos se concentraron en áreas que no requirieron eliminar vegetación arbórea o arbustiva y procurando que coincidan con áreas de desplante del proyecto, sobre todo el edificio 2.

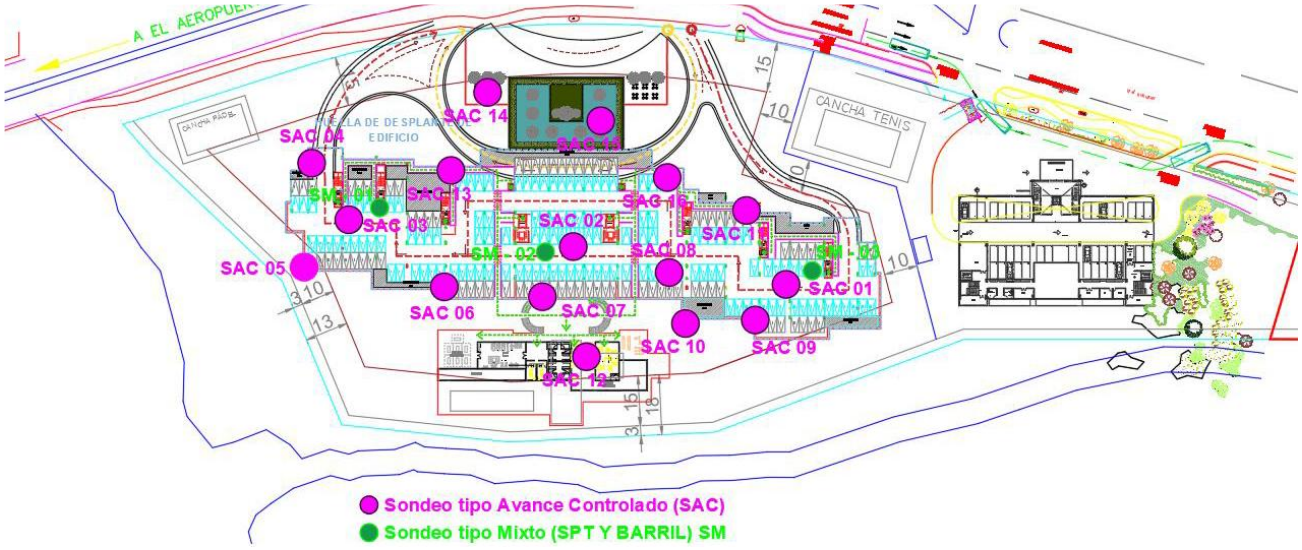


Figura 21. Localización de sondeos de exploración geotécnica. El plano de reporte de los sondeos se presenta sobre el dibujo de una versión anterior del proyecto, ligeramente distinta a la actual.

En los 16 Sondeos de Avance Controlado se identificó una capa superficial de material de relleno, de 2.28 m de espesor, en un rango desde 1 m hasta 3.5 m. Enseguida se detectó un estrato de arenas poco limosas mal graduadas, en diferentes capas en estados suelta, semi compacta y compacta, mezcladas con gravas, conchuelas de mar y turba en algunos puntos; ambos tipos de material blando, relleno y arenas, suman un espesor promedio total de 11.14 m, con el nivel 0 en el brocal de cada exploración, que es el del terreno al momento de los sondeos. Bajo el material blando subyace un estrato rocoso calizo, de dureza variable, desde roca arenisca/sascabosa hasta roca caliza media, con intercalaciones de roca porosa, conjunto que se prolongó hasta el final de la exploración, a los -30 m.

El nivel freático promedio se ubicó en -1.58 m como límite superior del subsuelo saturado.

El tipo de suelo y subsuelo detectado permite cimentación superficial para estructuras de 1 y 2 niveles con losa de cimentación de concreto sobre relleno compactado (capacidad de carga= 22 ton/m^2).

Para estructuras mayores, como el Edificio 2, se requiere cimentación profunda, de pilotes prefabricados de concreto o pilas coladas in situ, en ambos casos empotradas en el estrato de roca caliza. Para el desplante de los pilotes o pilas se recomienda una profundidad de 15 m (273.7 ton/m^2).

c) Suelo

En la zona de estudio el suelo dominante, según la calificación de INEGI, es el tipo LPhuli+AReuh/2, una asociación de Leptosol húmico lítico y Arenosol hiperéutrico, de textura Media (2). Según la cartografía edafológica Serie II de INEGI, es el suelo dominante entre Punta Nizuc y el Canal Nizuc.

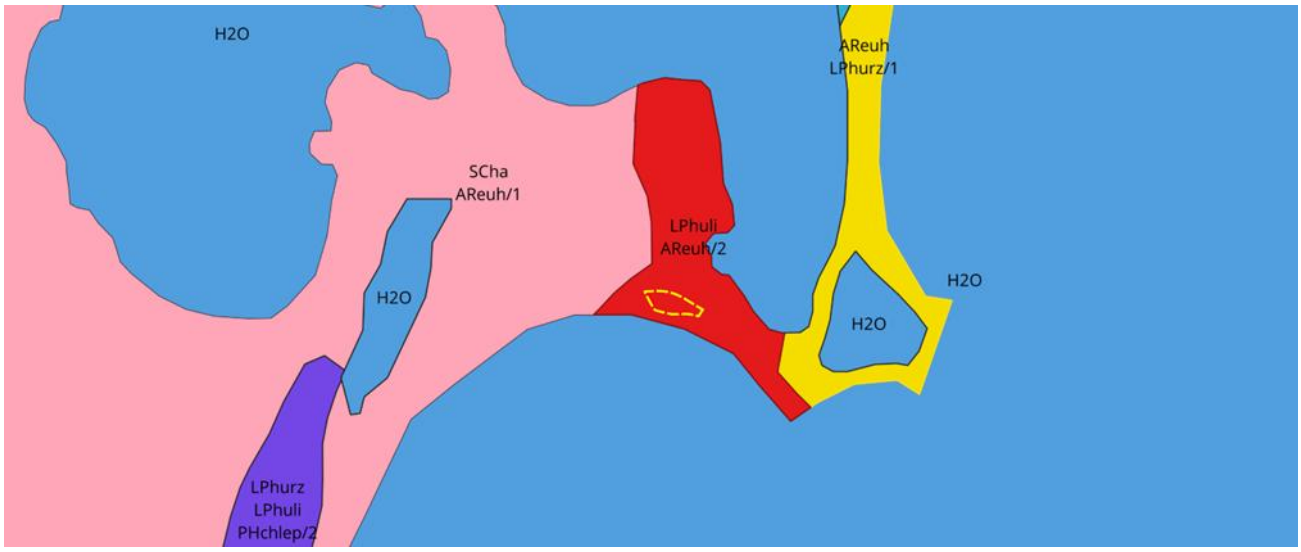


Figura 22. Suelos según Serie II de INEGI. Toda el área de estudio está la asociación LPhuli+AReuh/2.

Leptosol húmico lítico (LPhuli). Leptosol (LP) del griego Leptos, delgado y Lithos, piedra, es el grupo de los antiguos Litosoles y otros suelos con menos de 25 cm de espesor o más de 80% de volumen de piedras o gravas. Son suelos que se encuentran en la Península de Yucatán por sus extensos afloramientos calizos. El clasificador Húmico, del latín Humus, tierra, se refiere a suelos ricos en carbono orgánico, 1 % en promedio o más en los primeros 50 cm de profundidad, lo que les da tono oscuro. Lítico, del griego Lithos, piedra, es un clasificador que alude a suelos con roca dura y continua a menos de 10 cm de profundidad.

Arenosol hiperéutrico(AReuh). El grupo de los Arenosoles (AR), del latín Arena, se refiere a suelos con más de 85% de tal. Incluyen arenas depositadas recientes, incluso en playas, y arenas residuales por meteorización de sedimentos o rocas ricas en cuarzo. No tienen buena capacidad de almacenar agua y nutrientes, pero ofrecen facilidad de enraizamiento. Híper-éutrico, del griego Hypér, por encima de, y Eu, bueno, clasifica a los suelos con alta saturación de cationes básicos de calcio, magnesio, sodio y potasio en la mayor parte de la solución, lo que se considera un indicador de fertilidad.

La asociación descrita coindice con la que se halla en prácticamente toda la isla de Isla Mujeres y difiere de las asociaciones cercanas en la Zona Hotelera de Cancún, como el Solonchak háplico con Arenosol hiperéutrico (SCha+AReuh/1), asociación que se halla a partir del otro lado del Canal Nizuc, y la asociación de Arenosol hiperéutrico con Leptosol húmico réndzico (AReuh+LPhurz/1) que se encuentra en la mayor parte de la barra arenosa que forma la Zona Hotelera de Cancún en todo el frente marino, desde Punta Nizuc hasta menos de un km antes de Punta Sam.

Es de mencionar que, en una gran parte del predio, en el interior del área de estudio, en las zonas que fueron desmontadas y niveladas con autorizaciones previas, actualmente se encuentran con áreas de crecimiento secundario de vegetación, incluso pastos oportunistas, y caminos o zonas abiertas donde se aprecia el sustrato de sascab que se utilizó para nivelar el área. Se trata de un material pétreo de la región derivado de roca calcárea deleznable, de color claro, por lo que también se le llama tierra blanca, el significado de Sak-Kaab en maya.



Figura 23. Vista en el interior del predio Lote 3, donde se aprecian áreas de suelo.

d) Agua

Hidrología superficial

El área de estudio se ubica en la región hidrológica XII Península de Yucatán, Subregión RH32 Yucatán Norte, Subcuenca RH32 A-a Quintana Roo, que constituye aproximadamente toda la mitad norte del estado. En la RH32 no hay escurrimientos superficiales y los valores medios anuales de evapotranspiración para toda la región son de 1,236.46 milímetros. Según los registros de la Estación No. 23155 Cancún, del Servicio Meteorológico Nacional, en la zona hay una evaporación media anual de 1,479.1 mm, de modo que la mayor parte del agua que llueve en el sitio regresa a la atmósfera en forma de vapor.

En el área de estudio no hay cuerpos de agua o zonas inundables, aunque se halla en una franja de tierra que se proyecta hacia el noroeste desde Punta Nizuc, franja que entre cuerpos de agua; agua marina por el oeste, donde está el Canal Nizuc, y por el sur, donde está un canal que separa de la orilla una masa de manglar de borde que se desarrolla en el Mar Caribe, mientras que, más allá de la vialidad Bulevar Kukulcán al norte, y al noreste se encuentran cuerpos lagunares.

Hidrología subterránea

El acuífero Península de Yucatán, clave 3105, se halla en la porción sureste de México, abarca una superficie de 124,409 kilómetros cuadrados, comprendiendo totalmente al Estado de Yucatán y casi la totalidad de los estados de Campeche y Quintana Roo, con excepción de porciones en el sur centro de la Península. De acuerdo con el documento de actualización publicado por Conagua en 2024[15], el 3105 es un acuífero libre, costero, kárstico, muy permeable y notablemente heterogéneo con respecto a sus propiedades hidráulicas, formado por calizas y depósitos de litoral.

Según ese informe, la disponibilidad media anual de agua subterránea en ese acuífero, referida al volumen medio anual de agua subterránea disponible adicional a la extracción concesionada ya y a la descarga natural comprometida, sin poner en peligro los ecosistemas, es 2,059,634,923 m^3 anuales.

Aunque formalmente el acuífero 3105 abarca todo el municipio Benito Juárez, es evidente que el sitio del proyecto no está sobre una extensión de dicho cuerpo hidrogeológico, pues éste corresponde a la zona continental, mientras que el proyecto se ubica en una isla de barrera de reciente formación, constituida por una subestructura de antiguas dunas de arena consolidadas. Al respecto, es de indicar que la definición legal de Acuífero (Ley de Aguas Nacionales) se refiere a almacenamiento subterráneo de aguas susceptibles de "*explotación, uso o aprovechamiento*", es decir agua dulce.

No es el caso de la zona del proyecto, pues bajo las formaciones superficiales, incluyendo el sistema lagunar y la isla de barrera, hay un horizonte de roca caliza que corresponde a la prolongación de la plataforma hacia el fondo marino, donde no hay un acuífero útil sino una mezcla de aguas salinas y salobres, que incluso avanzan hacia la zona continental, en lo que se conoce como intrusión salina, una cuña de agua marina que subyace al acuífero y que causa que el espesor saturado de agua dulce sea muy pequeño cerca de la costa y nulo en el borde litoral.

Así mismo, el estudio de mecánica de suelos (ver Anexo técnico) practicado en el predio del proyecto mostró que el subsuelo del Lote 3 no presenta oquedades o discontinuidades importantes que puedan corresponder a canales subterráneos.

Por lo tanto, el área de estudio, que es parte de una isla de barrera que se une superficialmente a la zona continental mediante un puente, no se localiza sobre un acuífero de agua dulce y tampoco se percibe que esté sobre flujos subterráneos de intercambio entre la zona marina y la zona lagunar. Incluso la probabilidad flujos por infiltración es baja, pues de ocurrir sería fácilmente visible por las plumas de pigmentación de taninos que pasa de la zona lagunar a la zona marina, como se aprecia en otras zonas de la costa; esa falta de intercambio perceptible quizá tenga que ver con la cercanía del Canal Nizuc, por donde ocurre el principal intercambio en la zona.

[15] https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/Edos_Acuiferos_18/yucatan/DR_3105.pdf

IV.3.2. Medio biótico

a) Vegetación

El sistema ambiental delimitado para el proyecto es un área terrestre en la cual identificamos cuatro tipos de cobertura vegetal o uso del suelo. La más extendida es una Vegetación Secundaria de Selva baja subcaducifolia, que ocupa 38% del área de estudio; la segunda cobertura por extensión es la que denominamos Sin Vegetación, que ocupa 32.6%, luego le sigue la Vegetación Secundaria Reciente, con 22.2%, y al final, precisamente en el borde más cercano a la zona marina, una asociación que identificamos como Ecotono Selva-Manglar, que ocupa 7.2% del sistema ambiental.

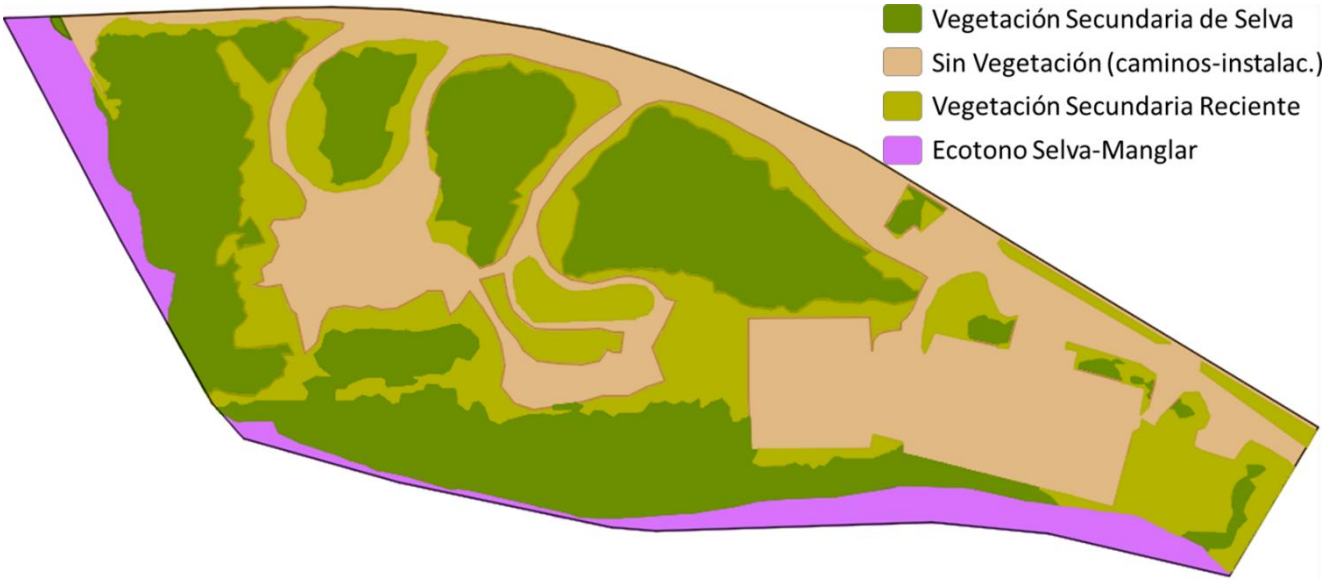


Figura 24. Vegetación y usos de suelo en el sistema ambiental delimitado para el proyecto.

Vegetación Secundaria de Selva baja subcaducifolia ■

Se trata de una comunidad vegetal desarrollada por varios decenios tras la construcción del tramo al Aeropuerto del Bulevar Kukulcán y múltiples rellenos de sascab en los años de 1980, con lo que se eliminó la cobertura original en gran parte de la barra arenosa de Cancún, que en el área de estudio era de matorral costero y manglar en sus bordes cercanos a los cuerpos de agua, a diferencia de las zonas de la isla de barrera con duna y playa, que habían sido usadas como ranchos copreros.

Ese crecimiento secundario tiene características de selva baja subcaducifolia, por su composición con ejemplares arbóreos que forman un dosel con una altura menor a 10 m y donde más de 50% de las especies tiran sus hojas en la temporada seca del año.

En el conjunto se ven árboles con crecimiento simpodial, así como ejemplares con fustes retorcidos y crecimiento de copa de tendencia horizontal, de copa abierta e irregular, rasgos propios de especies costeras como la uva de mar, pero que se manifiestan también en especies que en otros sitios tienen fuste y copa más uniformes, como el chacá, por las condiciones más exigentes en la zona costera.

En esta asociación, las especies dominantes entre los elementos arbóreos son *Sideroxylon americanum* (mulché), *Pytecelobium queyense* (ya'ax eek), *Coccoloba uvifera* (uva de mar), *Bursera simaruba* (chacá), *Metopium brownei* (chechem), *Ficus cotinifolia* (kopó/álamo), *Piscidia piscipula* (jabín), *Pouteria campechiana* (canisté) y *Cordia sebestena* (siricote). En los estratos de sotobosque o inferiores se encontraron ejemplares dispersos de *Thrinax radiata* (palma chit), sobre la que se presenta más información en el apartado III.5. relativo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.



Figura 25. Vegetación Secundario de selva baja subcaducifolia. En primer plano se aprecian troncos de un copó (ficus) y, en el sotobosque, abundante hojarasca y algunas palmas chit.

Vegetación Secundaria Reciente

Esta es una comunidad vegetal que también tiene un estrato arbóreo, pero que se desarrolló en áreas libres luego de algunos desmontes hechos en el predio, con autorizaciones en materias forestal y de impacto ambiental, entre 2006 y 2008, en superficies que estaban destinadas a la edificación de varias torres de departamentos según proyecto de 2006, pero que no se construyeron, aunque sí se usaron algunas áreas donde ahora hay un vivero, caminos, el Auditorio y una cancha.

La composición y estructura de esa vegetación secundaria es distinta a la descrita en el apartado previo pues, aunque también tiene un estrato arbóreo, éste se compone de especies oportunistas de crecimiento rápido, entre las que sobresale la especie *Trema micrantha*, conocida como capulín blanco o sak pixoy, en maya.

El estrato arbóreo, aunque tiene individuos menos torcidos o inclinados que en la vegetación secundaria de selva baja, se mezcla con ejemplares arbustivos y herbáceos, por lo que no hay una diferenciación clara de estratos ni sotobosque. Las principales especies leñosas presentes en esta cobertura son *Trema micrantha* (sak pixoy), *Mimosa bahamensis* (sak katzim), *Pytecelobium queyense* (ya'ax eek) y Hampea trilobata (majaua), así como las palmas *Cocos nucifera* (cocotero) *Thrinax radiata* (palma chit). También se encuentran ejemplares arbustivos de *Bravaisia berlandieriana* (julub) y *Pithecellobium lanceolatum* (tucuy). Más abajo, en bordes y zonas abiertas, se hallan algunos pastos como Cenchrus sp (zacate mul) y *Sporobolus virginicus* (Poaceae).



Figura 26. Vegetación Secundaria Reciente. Destacan individuos de *Trema micrantha*; atrás, el Auditorio.



La Vegetación Secundaria Reciente se extiende hasta el borde del canal que separa la zona terrestre del manglar de borde marino, n el extremo sureste del polígono que se determinó como el Sistema Ambiental que acoge el proyecto.

Figura 27. Vista del área de estudio, desde el deck de madera con el que colinda por el sureste. También hay notoria presencia de *Trema micrantha.*

Ecotono Selva-Manglar ■

El borde del área de estudio por el oeste y por el sur se halla ocupado en su mayor parte por una franja de vegetación compuesta por elementos arbóreos de selva y de manglar, comunidad que se extiende hasta el borde marino, que en la zona corresponde al Canal Nizuc y a un canal innominado que separa la zona terrestre de una masa de manglar de borde marino.

Aunque el sistema ambiental es una zona totalmente emergida, sin inundación, ni aun intermitente o estacional, la composición de la comunidad vegetal de esa franja muestra que es una zona de transición entre manglar, por el lado marino, y selva baja por el lado terrestre. Para explicar este tipo de vegetación, conviene repasar que el manglar es un ecosistema transicional en dos dimensiones.

En su dimensión espacial, un manglar de borde que se desarrolla junto a una orilla con pendiente suave suele presentar variaciones relacionadas con el gradiente del nivel del agua; en la zona del cuerpo de agua permanente se desarrolla una comunidad monoespecífica de *Rhizophora mangle* (mangle rojo); al avanzar hacia la zona más somera o con inundación intermitente, la zona intermareal, hay menos mangle rojo y más *Laguncularia racemosa* (mangle blanco); luego, siguiendo hacia la zona menos inundada, pero aún con un régimen de inundación y con alta humedad y salinidad intersticial, la dominancia cambia al mangle *Avicennia germinans* (mangle negro), característico por sus neumatóforos que brotan en torno al tronco, ya que el suelo es pobres en oxígeno; y en la zona completamente seca, sin inundación, pero de alta salinidad por influencia marina, la especie dominante es *Conocarpus erectus* (mangle botoncillo), que empieza a ser acompañado por especies de selva baja.

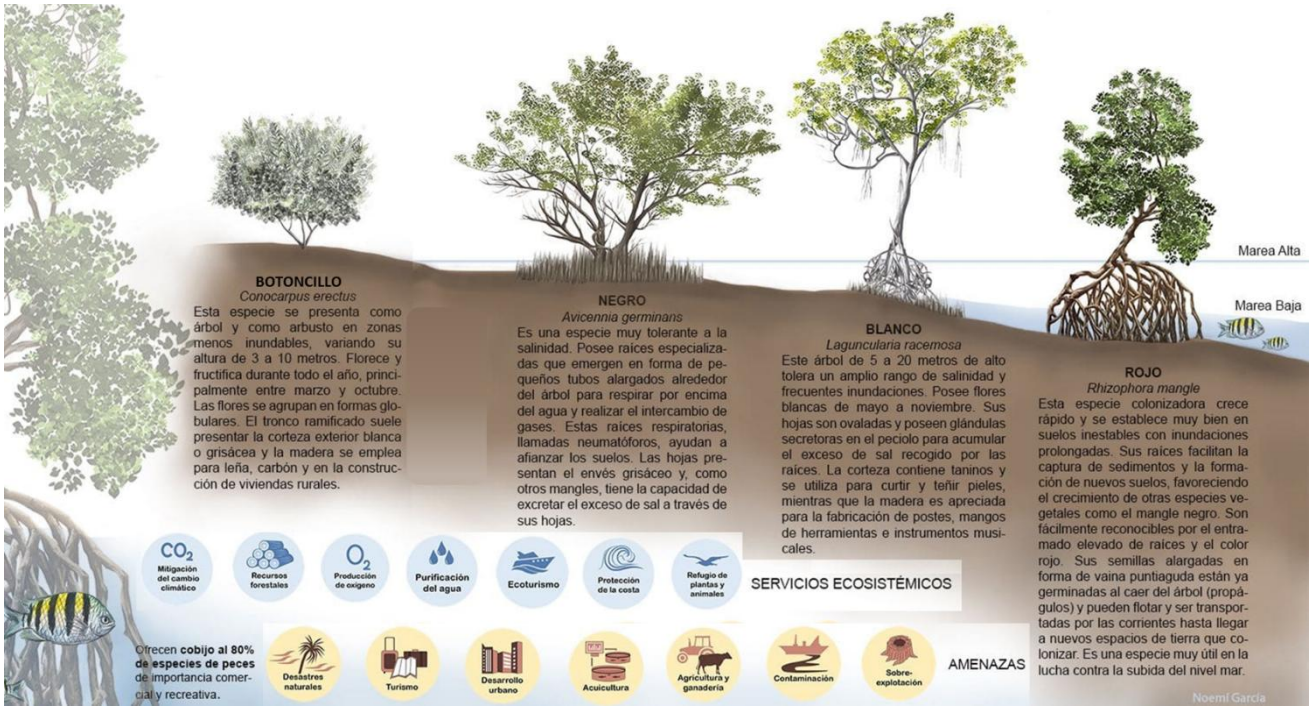


Figura 28. Distribución de especies dominantes de manglar según el nivel hidrológico. Fuente: a partir de una infografía de Noemí García para el Museo Nacional de Ciencias Naturales y CORESCAM.

En su dimensión temporal, el manglar es un ecosistema transicional en su conjunto, donde es el elemento central de un proceso de colonización de cuerpos de agua someros, sobre todo en lagunas costeras y estuarios, pero también en bahías y caletas marinas, sitios en donde, al retener sedientos y aportar materia orgánica, contribuye a formar sustrato, que con el tiempo llega a consolidarse y termina por ganar terreno a la unidad hidrológica.

Ese nuevo suelo que ganado al cuerpo de agua cada vez tiene menos humedad y menor salinidad, por lo que empieza a resultar menos ventajoso para las especies de mangle y permite que se vayan estableciendo especies vegetales propias de selva, cobertura que finalmente termina por reemplazar al manglar .

En el caso del polígono del sistema ambiental delimitado para el proyecto, el Ecotono Selva-Manglar es producto de esas dos dimensiones de transición, aunque el relieve ha sido modificado por el Canal Nizuc, ampliado, profundizado y con tránsito de embarcaciones desde los años de 1980, y un canal innominado que se hizo para restauración luego del huracán Wilma (ver página siguiente).

En lo espacial, esas franjas de Ecotono Selva-Manglar son zonas que tenían continuidad con el manglar de borde que se desarrolla en la zona marina, desde la parte de suelo consolidado y sin inundación, donde hay ejemplares de *Conocarpus erectus* (mangle botoncillo) y especies de selva.

En el ámbito temporal, es una zona donde el sustrato ya está consolidado, de modo que ya es terreno definitivamente ganado a la cuenca hidrológica, pero que mantiene altos niveles de humedad y salinidad.



Figura 29. Suelo en la zona colindante con el área de estudio por el sur, en las cercanías a la zona marina.



Figura 30. Serie relativa al canal para restauración del manglar colindante con el área de estudio.

Canal de restauración

Como muestra la serie gráfica temporal junto a estas líneas, el sistema ambiental que se delimitó colinda por el sur con una masa de manglar de borde marino. El manglar fue muy dañado por el huracán Wilma, que entre otros efectos causó un fuerte asolvamiento y un aspecto de deterioro que era desolador, por ello, en 2008 fue autorizado un plan de restauración (of. SGPA/DGGFS/712/1843/ 08) que incluyó la apertura de un canal, el cual se ejecutó en 2011, quedando listo en 2012. El mencionado canal cumplió la función esperada y el macizo de manglar de borde logró su recuperación y actualmente se encuentra en buen estado. Así, aunque el área de estudio es suelo firme, tiene áreas

La comunidad identificada como Ecotono Selva-Manglar, está compuesta en su estrato arbóreo y arbustivo por las especies *Conocarpus erectus* (mangle botoncillo), *Bucida buceras* (pucté), *Cameraria latifolia* (chechem blanco), *Haematoxylon campechianum* (palo de tinte) y *Metopium brownei* (chechem); en el estrato bajos se hallan ejemplares de *Bravaisia berlandieriana* (julub), plántulas de las otras especies de selva descritas (no de botoncillo) y herbáceas como el pasto *Spartina spartinae*.

Sin Vegetación

Como se indicó, una porción considerable del área de estudio se encuentra desprovista de vegetación, pues se trata de superficies ocupadas por obras e instalaciones construidas con anterioridad, con las respectivas autorizaciones, que consiste en un auditorio o edificio de usos múltiples, de dos niveles, y áreas donde no se han construido obras permanentes techadas, pero sí se encentran despejadas por su uso como caminos y las instalaciones de un vivero con áreas de sol y sombra, el cual fue utilizado en años anteriores ara propagación y reforestación de zonas de jardín y áreas verdes en el desarrollo del predio colindante por el sureste, pero que actualmente ya opera en baja escala de producción, debido a que los jardines del ese predio vecino ya están consolidados y sólo requieren de mantenimiento.

Aunque esta cobertura se define como Sin Vegetación, en las áreas abiertas para caminos o plataformas de obras de un proyecto anterior que no se edificaron, con suelos de sascab, compactados, si bien no hay recolonización permanente de especies silvestres arbóreas o arbustivas, sí hay algunas zonas donde se desarrollan superficialmente pastos oportunistas, como *Sporobolus virginicus*, e incluso *Stenotaphrum secundatum*, el pasto San Agustín de uso muy común en jardinería, por lo que se considera que es válido mantener tales sitios como libres de cobertura vegetal.



Figura 31. Áreas sin vegetación, donde se aprecia el suelo firme con manchones de pastos oportunistas.

Listado de flora en el Sistema Ambiental

Tabla 16. relación de las especies registradas en el área de estudio delimitada para el presente estudio. Se indica nombre científico, de preferencia en maya, y el tipo de cobertura en que se identificó, sin descartar su presencia en otros puntos del sitio. SS=Vegetación Secundaria de Selva; SR=Vegetación Secundaria Reciente; ESM=Ecotono Selva-Manglar y SV= Sin Vegetación.

Familia	Especie	Nombre común	Cobertura	Forma de vida
Acanthaceae	Bravaisia berlandieriana	julub	SR	arbustiva
Anacardiaceae	Metopium brownei	chechem	SS-SR	arbórea
Apocynaceae	Cameraria latifolia	sak chechem	ESM	arbustiva
Arecaceae	Cocos nucifera	cocotero	SS-SR	palma
	Thrinax radiata	palma chit	SS-SR	palma
Boraginaceae	Cordia sebestena	siricote	SS	arbórea
Burseraceae	Bursera simaruba	chacá	SS	arbórea
Combretaceae	Bucida buceras	pucté	ESM	arbórea
	Conocarpus erectus	mangle botoncillo	ESM	arbórea/arbustiva
Fabaceae	Haematoxylun campechianum	palo de tinte	ESM	arbórea/arbustiva
	Mimosa bahamensis	sak katzim	SR	arbórea/arbustiva
	Piscidia piscipula	jabín	SS	arbórea
	Pithecellobium lanceolatum	tucuy	SR	arbórea/arbustiva
	Pithecelobium keyense	ya'ax eek	SS	arbórea/arbustiva
Malvaceae	Hampea trilobata	majaua	SR	arbustiva
Moraceae	Ficus cotinifolia	kopó/álamo	SS	arbórea
Poaceae	Cenchrus sp	zacate mul	SR	herbácea
	Spartina spartinae	pasto	ESM	herbácea
	Sporobolus virginicus	zacate	ESM-SV	herbácea
	Stenotaphrum secundatum	pasto san agustín	ESM-SV	herbácea
Polygonaceae	Coccoloba uvifera	uva de mar	SS	arbórea/arbustiva
Sapotaceae	Pouteria campechiana	canisté	SS	arbórea
	Sideroxylon americanum	mulché	SS	arbórea/arbustiva
Ulmaceae	Trema micrantha	sak pixoy	SR	arbórea

b) Fauna

El trabajo de campo en el área de estudio incluyó recorridos de reconocimiento en el sitio por los caminos existentes y paradas de observación en horas crepusculares, técnicas que, dado el tamaño de la zona de estudio y la disposición de áreas abiertas extensas a lo largo de la misma, son suficientes para obtener un registro representativo de la presencia de las siguientes especies en el sitio. Los registros obtenidos muestran una baja presencia de fauna. En el sitio solamente se registraron dos especies de reptiles y 3 especies de aves, con apenas entre uno y 3 individuos por especie; solamente una de las especies está registrada en la lista de la NOM-059-SEMARNAT-2010, la iguana rayada, de la cual se da más información en el apartado de vinculación de esa norma oficial.

Tabla 17. Especies de fauna en el área de estudio.

Clase	Especie	Nombre	NOM-059-SEMARNANT-2010
Reptiles	*Ctenosaura similis*	Iguana rayada	A – No endémica
	Anolis sagrei	Lagartija	
Aves	*Mimus gilvus*	Cenzontle tropical	
	Quiscalus mexicanus	Zanate	
	Dendroica petechia	Chipe amarillo	

En las zonas más cercanas al borde marino, los recorridos en busca de huellas u otros indicios indirectos de la presencia de animales silvestres no dio resultados, sólo se observó abundante hojarasca. Los escasos registros no permiten hacer análisis útiles de parámetros ecológicos o de poblaciones.

IV.3.3 Paisaje

Calidad paisajística

La calidad visual del entorno inmediato y del fondo visual es pobre, sin accidentes ni elementos singulares que atraigan la atención. Desde la zona urbanizada, en la vialidad, no hay vista a la zona marina ni al cuerpo lagunar, que en gran medida está oculto por la vegetación secundaria que crece en sus márgenes y bloquea su visibilidad, de modo que quien circula por el Boulevard sólo ve algunas bardas, construcciones y masas de vegetación monótonas.

Visibilidad

El sitio del proyecto se ubica entre la principal vialidad del área urbanizada y la zona marina; sin embargo, la vista está del área marina está impedida por la vegetación secundaria desarrollada sobre el terreno; así mismo, la vista desde la orilla de la franja terrestre es pobre, pues solamente se ve la masa de manglar de borde al otro lado del canal.

Fragilidad del paisaje

La fragilidad del paisaje es baja, pues se trata de una zona urbanizada donde no hay elementos de alta calidad paisajística que puedan ser afectados por el proyecto, que tendrá poca incidencia en el paisaje.

IV.3.4. Medio socioeconómico

a) Distrito Urbano 8

Para la descripción del medio socioeconómico en que se halla el área del proyecto, es útil la delimitación establecida por la autoridad municipal para fines de desarrollo urbano, el Distrito 8.

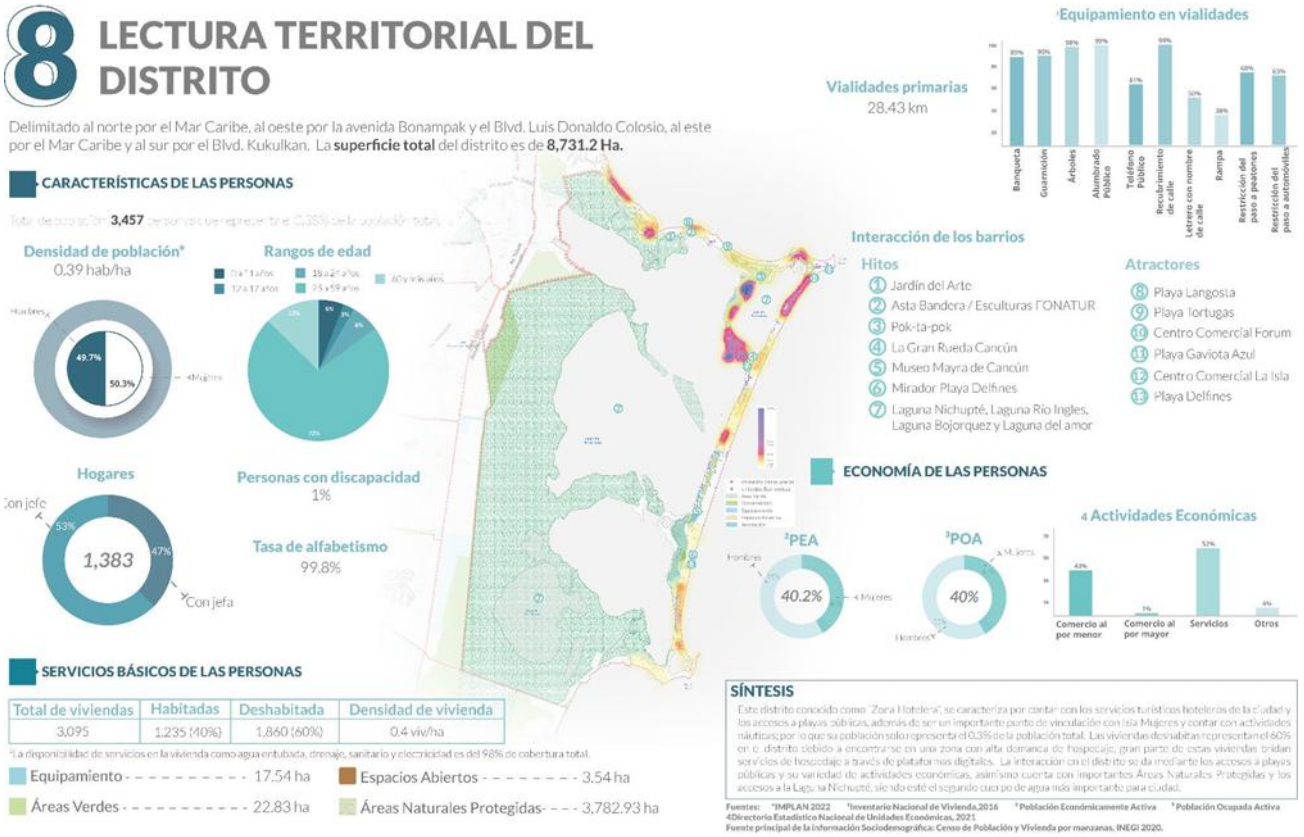


Figura 32. Ficha del Distrito 8 de Cancún, tomada del PDU actualización 2022.

El Distrito 8 corresponde a la Zona Hotelera, de 8,731 ha, delimitado al norte por el Mar Caribe, al oeste por las avenidas Bonampak y Colosio, al este por el Mar Caribe y al sur por el Bulevar Kukulcán.

Este Distrito se caracteriza por concentrar casi toda la actividad y la infraestructura turística del centro de población Cancún, con hoteles (casi 39,000 cuartos), playas, incluyendo playas con equipamiento público, actividades náuticas en las zonas lagunar y marina y conexión por ferry a Isla Mujeres, luego que la terminal pública de la APIQROO en Puerto Juárez fue sacada del mercado por los operadores de navieras de ruta, que tienen sus propias terminales en la Zona Hotelera.

Tiene una población residente de aproximadamente 4,000 habitantes, apenas el 0.3% de la población municipal; los registros municipales tienen 3,095 viviendas, de las cuales sólo 40% están ocupadas.

La actividad económica en el Distrito 8 es netamente terciaria, dominada por el rubro de Servicios, con 52%; seguido de Comercio al por menor, con 43%; Comercio al por mayor, 1% y el restante 4% en el rubro Otros.

b) Factores socioculturales

> Uso y valor que se da a los recursos naturales del área de influencia del proyecto

- El proyecto se ubica en una zona con uso turístico, desarrollada a partir de los años de 1970, no sujeta a uso o explotación tradicional de recursos naturales o recreativos por la población local.

- El sitio no tiene puntos valorados como sitios de reunión o aprovechamiento colectivo.

- En el sitio del proyecto tampoco se encuentra ningún tipo de patrimonio histórico.

> Nivel de aceptación del proyecto

- El proyecto se encuentra en una zona que precisamente se caracteriza por ser de uso predominante turístico hotelero, donde no afecta recursos o áreas utilizadas por otros sectores o por la población local, de modo que no se identifica que pueda implicar algún conflicto social. En la zona aplican instrumentos de política ambiental, como el POEL y PDU, ninguno de cuyos lineamientos se contravienen con el proyecto, por lo que no se prevén conflictos con el sector de conservación.

IV.3.5. Diagnóstico ambiental

El sistema ambiental delimitado se encuentra en una zona urbana turística, impactada por actividades humanas, principalmente por infraestructura de transporte y servicios, que implicó rellenos y modificación del relieve. La poligonal del área de estudio contiene zonas que fueron desmontadas con autorización hace más de 17 años y actualmente contiene una edificación de dos niveles (auditorio) y otras instalaciones menores, así como caminos y áreas abiertas, sin vegetación.

Al exterior, el sistema ambiental está rodeado por vialidad pública por el norte, franjas terrestre aledañas al Canal Nizuc por el oeste y a un canal innominado por el sur y un predio desarrollado por el este, donde opera el Hotel Nizuc. Junto a ese aislamiento que ya presenta el área de estudio, es de recordar que el proyecto operará como un sistema cerrado, donde todo lo que entra y sale lo hará por canales separados del entorno natural y así permanecerá mientras esté en el sitio.

Así, el sistema es un mosaico donde se distinguen bien 4 usos de suelo; manchones de vegetación Secundaria de Selva, manchones de vegetación Secundaria Reciente, áreas Sin Vegetación (ocupadas por instalaciones y caminos) y, en los bordes próximos a la zona marina, franjas de una comunidad vegetal de Ecotono Selva-Manglar. Ninguna de las coberturas con vegetación tiene conectividad con comunidades del mismo tipo más allá de la zona de estudio, rodeada de vialidades, obras y un cuerpo de agua marina. Así mismo, se apreció que las comunidades de vegetación presentan una baja riqueza de especies de flora y en todas es muy escasa la presencia de fauna. Lo más destacado en términos de conservación y valor ecológico es la presencia de 2 especies de flora y una de fauna incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

En el área de estudio no se encontraron componentes del ecosistema o procesos críticos o que puedan considerarse únicos e indispensables en el equilibrio de los sistemas ambientales que se encuentran aledaños a la zona urbana, como el Sistema Lagunar Nichupté o la zona marina.

Por lo que hace específicamente al componente hidrológico, no se registran dentro del sistema ambiental cuerpos de agua ni cauces o flujos superficiales ni subterráneos.

La superficie donde se pretende establecer obras permanentes corresponde a coberturas de Vegetación Secundaria de Selva, vegetación Secundaria Reciente y áreas Sin Vegetación.

Enseguida se hace una valoración semicuantitativa del estado del sistema ambiental, para lo cual se consideran los siguientes factores.

- Normativos
- Diversidad
- Presencia de organismos raros
- Conectividad de poblaciones
- Conservación
- Calidad Ambiental

Tabla 18. Valoración cualitativa del parea de estudio.

Criterio	Valor alto	Valor medio	Valor bajo
Normativo	Concurren 3 o más de los siguientes elementos: Áreas naturales protegidas, Ecosistemas protegidos, Especies protegidas OET no urbano, NOM	Al menos uno de los anteriores	Ninguno de los anteriores
Rareza	Presencia significativa de recursos escasos o raros	Presencia mínima de recursos escasos o raros	Ausencia de recursos escasos o raros
Conectividad	Continuidad de las poblaciones del área de estudio con otras áreas	Poca continuidad, pero posibilidad de contacto con otras poblaciones	Difícil o nulo contacto e intercambio genético con poblaciones fuera del sitio
Conservación	Estado original o muy poco alterado de comunidades originales	Presencia de comunidades originales alteradas o con fragmentación	Comunidades originales sustituidas
Nivel de presencia y uso humano	Escaso o nulo	Medio	Alta presencia y nivel de uso humano
Calidad	Valores de Riqueza de especies y Conservación altos	Valores de Riqueza y Conservación medios	Valores de Riqueza o Conservación bajos

Condición que corresponde al predio del proyecto.

En el ámbito normativo, el sitio del proyecto tiene un valor medio, ya que contiene especies protegidas por la NOM-022-SEMARNAT-2010 y se ubica a una distancia menor a 100 m de zonas de manglar, por lo que es afectado por la NOM-022-SEMARNAT-2003. Ninguno de esos instrumentos prohíbe las obras y actividades del proyecto, aunque si imponen condicionantes que serán atendidas mediante medidas de rescate y de compensación.

En el rubro de Diversidad, el valor es bajo, toda vez que el área tiene menos especies que las reportadas para coberturas de selva en la zona y la fauna es escasa.

En cuanto a la Presencia de organismos naturalmente escasos o raros, se asignó un valor bajo, considerando la ausencia de especies o recursos con tal condición. No se registró ni una especie endémica, ni de flora ni de fauna, aunque si las 3 incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, las cuales tienen una distribución amplia y poblaciones abundantes, sobre todo la palma chit y la iguana rayada.

El atributo de Conectividad es de valor bajo, dado que el área de estudio se encuentra dentro de una zona urbana, entre la vialidad y la zona marina, donde la probabilidad de intercambio con otras poblaciones terrestres es mínima.

El Estado de conservación es bajo, ya que predominan coberturas secundarias y áreas sin vegetación que han remplazado lo que originalmente debió existir en el sitio, muy probablemente una comunidad de vegetación de duna y matorral costero.

Por Nivel de presencia y uso humano, el valor ambiental es bajo, pues el sitio está inmerso en una zona urbanizada y con intenso uso y presencia de personas y vehículos a todas horas.

La Calidad es baja, determinada sobre todo por una Riqueza baja y un estado de conservación que es también bajo por el entorno y las características del sitio.

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

V.1. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

V.1.1. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

Interacción medio-proyecto

De acuerdo con la literatura científica y técnica, incluso la norma mexicana NMX-AA-157-SCFI-2012[16], y la experiencia de quien elabora el presente estudio, los componentes del medio terrestre costero más susceptibles de afectación por proyectos de infraestructura turística-vacacional son la hidrodinámica superficial y subterránea, la morfología costera por alterarse los procesos de erosión-acreción en las playas y la disponibilidad de hábitat necesario para especies de flora y fauna, como las playas de anidación de tortugas marinas.

En correspondencia, las principales actividades con potencial de impactar tales componentes son las excavaciones, rellenos y compactación que modifiquen significativamente el suelo y subsuelo; la pérdida de las reservas de arena que constituyen las dunas costeras; la alteración de la circulación y el arrastre litoral por obras costeras en zona marina; la eliminación de la cobertura vegetal para ocupar el espacio con obras y la disminución de los servicios ambientales por afectación de coberturas como el manglar.

Los proyectos costeros también pueden generar efectos negativos sobre factores socioculturales y económicos, así como alterar componentes del ecosistema urbano, como carga vial, densidad de edificaciones, etc. En el presente caso, por sus dimensiones y alcances, así como las características del emplazamiento en una zona turística, el proyecto Nizuc Residences prácticamente no tiene relevancia para el medio socioeconómico de Cancún, de modo que no amerita considerar tales factores en el análisis.

Matrices de cribado

Con el fin de hallar los impactos significativos o relevantes del proyecto sobre el sistema ambiental, comenzamos por identificar el conjunto de impactos potenciales cruzando en una matriz de interacción las principales actuaciones del proyecto con los componentes del medio susceptibles de afectación. Dichas interacciones proyecto-ambiente serán luego filtradas mediante matrices sucesivas de doble entrada, hasta definir las que representen impactos relevantes, que ameritan una descripción y análisis detallado.

V.1.2. Interacciones

[16] NMX-AA-157-SCFI-2012, REQUISITOS Y ESPECIFICACIONES DE SUSTENTABILIDAD PARA LA SELECCIÓN DEL SITIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y ABANDONO DEL SITIO DE DESARROLLOS INMOBILIARIOS TURÍSTICOS EN LA ZONA COSTERA DE LA PENÍNSULA DE YUCATÁN.

En la primera matriz del procedimiento se vierten los componentes sensibles del medio y las actuaciones del proyecto que los podrían afectar, para identificar interacciones, con una precalificación *grosso modo* de los efectos adversos que los divida en 4 clases o niveles.

Deliberadamente dejamos fuera los potenciales impactos benéficos en el medio que, por el alcance y dimensiones del proyecto, son mínimos y no ameritan mayor consideración.

Nivel de efectos adversos

Muy Alto: 4. Efectos potenciales del proyecto sobre el factor ambiental que se pueda esperar en una extensión o intensidad tal que arrase las comunidades naturales y los procesos ecológicos, imposibilite que vuelvan a desarrollarse y anule las posibilidades futuras de uso y aprovechamiento de los recursos eliminados.

Alto: 3. Efectos potenciales de esperar sobre el factor ambiental a un grado tal que reduzca u obstaculice el desarrollo de las comunidades naturales y los procesos ecológicos o reduzca significativamente las posibilidades futuras de uso, disfrute y aprovechamiento de los recursos.

Medio: 2. Efectos potenciales como repercusiones negativas apreciables a simple vista en el medio, aunque sin comprometer el desarrollo de las comunidades y los procesos naturales o las posibilidades futuras de uso, disfrute y aprovechamiento de los recursos implicados.

Bajo: 1. Se trata de efectos adversos potenciales sobre los componentes ambientales, pero insignificantes por su extensión, intensidad o duración, al grado de que a simple vista son muy poco o nada notables.

En esta primera matriz el cribado se limita a las interacciones medio-proyecto, las que se identifican reciben una primera calificación que permite separarlas los 4 niveles referidos, de modo que se esté en condiciones de discriminar aquellas interacciones que sí son de esperar, pero donde se prevean impactos insignificantes e irrelevantes, nivel 1, y las interacciones restantes, con nivel superior a 1, que serán sometidas a evaluaciones más detalladas posteriormente.

La identificación de impactos se hace sobre factores y componentes del medio físico, biótico y abiótico, mientras que los factores del medio socioeconómico, aunque se prevén efectos como mayor empleo y mejor aprovechamiento de los recursos del territorio, no se consideran en el análisis, debido a que las dimensiones modestas del proyecto resultarían en una incidencia prácticamente irrelevante. El resultado del ejercicio se presenta en la siguiente matriz de interacción, precalificada en niveles. Los cruces sin calificación indican que no de esperar ninguna interacción notable entre el componente ambiental y la respectiva actuación del proyecto. Los potenciales efetos benéficos sólo se indican con una paloma, pero no se consideran para ulteriores análisis.

Tabla 19. Matriz de interacciones; es la primera matriz de cribado de impactos del proyecto Nizuc Residences.

Efecto Adverso 4: muy alto 3: alto 2: medio 1: bajo Benéfico ✓ Actuación Factor susceptible de impacto		Preparación				Construcción																				
		Rescate de vegetación	Desmonte y despalme	Trazo de ejes	Nivelación de plataformas	Bodega provisional	Traslado de materiales	Hincado de pilotes	Cimentaciones	Excavación de alberca y pozos	Pisos firmes	Muros, estructuras y losas	Instalación hidráulica-eléctrica	Cancelería y carpintería	Acabados	Jardinería	Instalación Equipo y mobiliario	Usuarios en senderos	Consumo de agua y energía	Compra a ingreso de insumos	Generación de residuos sólidos	Generación de aguas residuales	Manejo/inyección aguas residua.	Uso de vialidades públicas	Mantenimiento
Aire	Calidad del aire		1		2		2	1		1														1	
	Niveles de ruido		2		2		1	2	1	2			1	1			1	1						1	
Agua	Calidad del agua																	2			1	2	1		
	Integridad de flujos hidrológicos																								
Suelo	Calidad del suelo		1		1			1	1	1						✓		1			1		1		
	Estructura del suelo		3		3		1	1	1	3						✓		2							
Procesos	Acreción-erosión																								
	Sucesión florística		2																						
Flora	Poblaciones especies protegidas	✓	3													✓		1							
	Extensión de coberturas naturales		3													✓									
	Continuidad de coberturas naturales		3																						
Fauna	Poblaciones especies protegidas		1		1													1							
	Disponibilidad Hábitat para aves		3													✓		1							
	Hábitat para especies terrestres		3		3					1						✓		1							
Paisaje	Visibilidad											2													
	Calidad visual		2									2				✓									
	Continuidad escénica		1									1													

V.1.3. Interacciones relevantes

De las interacciones identificadas en la primera matriz, se seleccionaron las que calificaron como efectos adversos al medio con valor superior a 1, de modo que se eliminan los que corresponde a un efecto bajo.

El resultado de este primer cribado se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 20. Impactos probablemente relevantes identificados.

Impacto Adverso 4: muy alto 3: alto 2: medio 1: bajo / Factor susceptible de impacto	Actuación	Preparac.		Construcción				Operación	
		Desmonte y despalme	Nivelación de plataformas	Traslado de materiales	Hincado de pilotes	Excavación de alberca y pozos	Muros, estructuras y losas	Usuarios en senderos	Generación de aguas residuales
Aire	Calidad del aire		2	2					
	Niveles de ruido	2	2		2	2			
Agua	Calidad del agua							2	2
Suelo	Estructura del suelo	3	3			3		2	
Procesos	Sucesión florística	2							
Flora	Poblaciones especies protegidas	3							
	Extensión de coberturas naturales	3							
	Continuidad de coberturas naturales	3							
Fauna	Disponibilidad Hábitat aves	3							
	Hábitat para especies terrestres	3	3						
Paisaje	Visibilidad						2		
	Calidad visual	2					2		

A partir de esta tabla se identifican los impactos potenciales adversos, los cuales serán sometidos luego a una evaluación más detallada mediante una matriz de importancia.

Los impactos benéficos que serían de esperar por acciones como el rescate de flora, así como la propagación y establecimiento de especies nativas, principalmente de palma chit, se descartan debido a que son de poca importancia para el estado de las poblaciones de tales especies en la región.

En la siguiente tabla se presentan los impactos potenciales adversos identificados como interacciones con valor superior a 1, ordenados por acción generadora. En el caso del proyecto Nizuc Residences, ninguna de las interacciones adversas obtuvo un valor superior a 3.

V.1.4. Impactos potenciales

Tabla 21. Impactos potenciales identificados que ameritan valoración.

Acción generadora	Componente sensible	Impacto
Desmonte y despalme	Niveles de ruido	Ruido de maquinaria y equipo de motor
	Estructura del suelo	Eliminación de capas superficiales
	Sucesión florística	Reducción de la cobertura vegetal
	Poblaciones especies protegidas	Se retiran ejemplares de especies protegidas
	Extensión de coberturas naturales	Se reduce la superficie de vegetación secundaria
	Continuidad de coberturas naturales	Se reduce la matriz de área con vegetación
	Disponibilidad Hábitat aves	Se reduce el hábitat de vegetación secundaria de selva
	Hábitat para especies terrestres	Se reduce el hábitat de vegetación secundaria de selva
	Calidad visual	Edificaciones remplazan áreas verdes a la vista
Nivelación de plataformas	Calidad del aire	Emisiones de motor y dispersión de partículas de suelo
	Niveles de ruido	Ruido de motor (maquinaria ligera)
	Estructura del suelo	Movimiento de tierras, retiro de capas, rellenos, compactación
	Hábitat para especies terrestres	Menos espacios disponibles para refugio y otros usos
Traslado de materiales	Calidad del aire	Emisiones de motor y dispersión de partículas de materiales de construcción
Hincado de pilotes	Niveles de ruido	Ruido de motores y equipo de percusión
Excavación de alberca	Niveles de ruido	Ruido de motor de equipo ligera
	Estructura del suelo	Alteración de la estructura natural en el sitio de excavación y entorno inmediato
Muros, estructuras y losas	Visibilidad	Obstrucción parcial de la visibilidad por edificación
	Calidad visual	Mayor densidad de edificaciones a la vista
Usuarios en senderos	Calidad del agua	Riesgo de tirar basura, colillas, etc. en canales cercanos
	Estructura del suelo	Compactación del suelo natural por pisoteo
Generación de aguas residuales	Calidad del agua	Riesgo de vertidos accidentales del sistema sanitario, que incluye PTAR.

La anterior lista muestra los impactos potenciales que ameritan ser sometidos a evaluación, conforme a la precalificación asignada a las interacciones.

Para simplificar el procedimiento, se hará una consolidación de algunos impactos que afectan al mismo factor o componente ambiental y cuyas acciones generadoras se pueden agrupar en forma coherente y ser sometidas a medidas comunes para la mitigación.

La siguiente lista se presenta ya con la entrada principal en los impactos consolidados, que pueden corresponder a más de una acción generadora.

Tabla 22. Lista de impactos potenciales consolidados. Cada impacto tiene un número identificador, que será útil en los análisis. Etapa: P=Preparación del Sitio; C=Construcción; O=Operación.

Id	Impacto	Componente sensible	Acción generadora	Etapa
1	Ruido de maquinaria y equipo de motor y percusión (contaminación acústica)	Niveles de ruido	Desmonte y despalme / Nivelación de plataformas / Hincado de pilotes / Excavación de alberca	P / C
2	Deterioro por movimiento de tierras, retiro de capas, rellenos, compactación	Estructura del suelo Hábitat para especies terrestres	Desmonte y despalme / Nivelación de plataformas / Excavación de alberca y pozos. Usuarios en senderos	P / C / O
3	Reducción de la cobertura vegetal	Sucesión florística Extensión de coberturas naturales Continuidad de coberturas naturales Disponibilidad Hábitat aves Hábitat para especies terrestres Calidad visual	Desmonte y despalme	P
4	Retiro de individuos de especies protegidas	Poblaciones de especies protegidas	Desmonte y despalme	P
5	Emisiones de motor y dispersión de partículas	Calidad del aire	Nivelación de plataformas / Traslado de materiales	P / C
6	Obstrucción parcial de la visibilidad por edificación	Visibilidad	Muros, estructuras y losas	C
7	Mayor densidad de edificaciones a la vista en la Zona Hotelera	Calidad visual	Muros, estructuras y losas	C
8	Riesgo de contaminación por vertido de basura y aguas residuales	Calidad del agua	Usuarios en senderos / Generación de aguas residuales y operación de PTAR	O

V.2. VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS

V.2.1. Criterios

Para dar un valor cuantitativo a la importancia de los impactos, se consideran 9 atributos, que se califican y procesan en una ecuación con énfasis en los atributos de intensidad y extensión: **I** (importancia del impacto) = (3IN + 2EX + MO + PE + RV + EF + PR + Ce + MC), donde:

IN = Intensidad	PR = Periodicidad	PE = Persistencia
MO = Momento	Ce= Certidumbre	EF = Efecto
RV = Reversibilidad	EX = Extensión	MC = Recuperabilidad

En la tabla siguiente se indican los valores asignados para cada nivel o variante de los 9 atributos considerados para la calificación de los impactos.

Tabla 23. Valores asignables a cada atributo de calificación de importancia del impacto.

<table>
<tr><td>INTENSIDAD (In) (grado de afectación)
- Baja 1
- Media 2
- Alta 4
- Muy Alta 8
- Total 12</td><td>EXTENSIÓN (Ex) (Área de influencia)
- Puntual 1
- Parcial 2
- Extenso 4
- Total 8
- Crítica +4</td></tr>
<tr><td>CERTIDUMBRE (Ce)
- Poco probable 1 - Cierto 4
- Probable 2
- Incierto 3</td><td>MOMENTO (Mo) (Plazo de manifestación)
- Largo Plazo 1
- Medio Plazo 2
- Inmediato 4</td></tr>
<tr><td>PERSISTENCIA (Pe) (del efecto)
- Fugaz 1
- Temporal 2
- Permanente 4</td><td>REVERSIBILIDAD (Rv)
- Corto Plazo 1
- Medio Plazo 2
- Irreversible 4</td></tr>
<tr><td rowspan="2">RESTAURABILIDAD (Rt) (x medios humanos)
- Recuperable en forma inmediata 1
- Recuperable a medio plazo 2
- Mitigable 4
- Irrecuperable 8</td><td>EFECTO (Ef) (Relación causa-efecto)
- Indirecto 1
- Directo 4</td></tr>
<tr><td>PERIODICIDAD (Pr) (de la manifestación)
- irregular, discontinuo 1
- Periódico 2
- Continuo 4</td></tr>
<tr><td colspan="2">IMPORTANCIA I = (3IN + 2EX + MO + PE + RV + EF + PR + Ce + MC)</td></tr>
</table>

La importancia del impacto puede tomar valores de 12 a 92, entre los cuales se establecen 4 categorías.

- Impactos irrelevantes, hasta 23 puntos
- Impactos moderados, de 24 a 46 puntos
- Impactos severos, de 47 a 69 puntos
- Impactos críticos, más de 69 puntos

A fin de clarificar el significado de los atributos y sus valores, a continuación, se describe brevemente cada uno.

Intensidad

Este atributo se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor o componente ambiental sensible en el ámbito específico en que actúa. La escala de valoración está comprendida entre 1 y 12, donde 12 expresa una destrucción total del factor en el área en la que se produce el efecto y el 1 indica la afectación mínima perceptible a simple vista.

Extensión

Se refiere al área de influencia teórica del impacto, que corresponde al área de estudio determinada para el análisis de impacto ambiental del proyecto; ahí se busca indicar la porción del sistema ambiental en la que es de esperar que se registre o manifieste el impacto. Este atributo se valora con una escala de 1 a 8, donde 1 es un efecto muy localizado o puntual y 8 representa una ubicación de influencia generalizada en todo el sistema ambiental o incluso más allá. Se agrega un valor adicional si el impacto ocurre en un lugar crítico. En este caso se deben sumar cuatro unidades más a la valoración del porcentaje de extensión en que se manifiesta. Cuando el análisis indique que se alcanza ese extremo y además se trata de un impacto para el cual no es posible introducir medidas de mitigación, se deberá buscar otra alternativa para emplazar el proyecto.

Certidumbre

Se refiere al grado de probabilidad de que ocurra el efecto. Cuando se tiene la certeza de que ocurrirá, se le asigna un valor de 4; si no hay certeza pero si una alta probabilidad de ocurrencia, se le califica con 2 unidades; si la probabilidad del efecto es baja se asigna el valor 1 y si no fue posible estimar la probabilidad de que el efecto ocurra se le asigna un valor de 3, atendiendo al principio de precaución, pues no se puede afirmar que el efecto no ocurrirá o que es poco probable, como sería el caso de que la acción afecte a una especie no residente del sitio cuya presencia no sea cierta al momento de efectuarse la actuación generadoras del impacto.

Momento

El plazo de manifestación del impacto alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor del medio considerado. Cuando el tiempo transcurrido sea nulo, el momento será inmediato, y si es inferior a un año, Corto Plazo, asignándole en ambos casos un valor de 4. Si el período de tiempo va de 1 a 5 años, Medio Plazo, se asigna el valor 2 y si el efecto tarda en manifestarse más de 5 años se califica con 1, Largo Plazo. Si ocurriese alguna circunstancia que hiciese crítico el momento del impacto, cabría atribuirle un valor de 1 a 4 unidades que se suman al valor obtenido previamente, según su momento de acción.

Persistencia

Se refiere al tiempo que permanecería el efecto desde su aparición y, a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales o mediante la introducción de medidas correctoras. Si la persistencia del efecto tiene lugar durante menos de 1 año, consideramos que la acción produce un efecto fugaz, asignándole un valor de 1. Si dura entre 1 y 10 años, se califica como temporal (2) y si el efecto tiene una duración superior a 10 años, se considera permanente y debe calificarse con un valor de 4.

Reversibilidad

Este atributo sirve para estimar en qué medida existe la posibilidad de recuperación por medios naturales del factor afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de que el sitio, el factor o el componente ambiental afectado retorne a las condiciones iniciales, previas a la acción generadora, una vez ésta deja de actuar sobre el medio. Siguiendo los mismos intervalos de tiempo determinados para el atributo de Persistencia, al Corto Plazo se le asigna un valor de 1; si es a Medio Plazo el valor asignado es 2 y si el efecto es Irreversible, le corresponde al valor de 4.

Restaurabilidad

Es la posibilidad restauración o reconstrucción, total o parcial, del factor afectado por el proyecto, para volver a las condiciones previas a la actuación, por intervención humana. Si el componente o factor afectado puede ser restaurado del todo, para volver a su condición previa a la acción generadora, se le asigna valor de 1 ó 2, según pueda lograrse de manera inmediata o a medio plazo; si la restauración posible sólo es parcial y el efecto persiste, pero mitigado, se le asigna un valor de 4. Ese mismo valor se asigna para el caso de que el efecto no pueda ser revertido o mitigado, pero sí haya posibilidad de aplicar medidas compensatorias. Cuando el impacto resulta en del todo irrecuperable, pues no se puede lograr revertirlo ni aun parcialmente, le corresponde al impacto un valor de 8 unidades.

Efecto

Este atributo se refiere a la relación causa-efecto, o sea, a la forma de manifestación del efecto sobre un factor o componente ambiental como consecuencia de una acción generadora. El efecto puede ser directo o primario, siendo en este caso la repercusión de la acción a consecuencia directa de ésta y se califica con el valor 4. En el caso de que el efecto sea indirecto o secundario, cuando su manifestación no es consecuencia directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando éste como una acción de segundo orden, se califica con 1.

Periodicidad

Se refiere a la regularidad de manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente (efecto periódico), de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular), o constante en el tiempo (efecto continuo). A los efectos continuos se les asigna un valor de 4, a los periódicos 2 y a los de aparición irregular o discontinuos se le asigna 1.

Apunte sobre acumulación y sinergia

Excluimos del análisis los atributos de Acumulación y Sinergia debido a que la experiencia del responsable indica que tales condiciones no ocurren en el tipo de proyectos del que se analiza, donde los impactos relevantes son simples, no sinérgicos ni acumulativos, como sí puede ocurrir en procesos que generen o liberen contaminantes que se van acumulando en la cadena trófica, por ejemplo.

V.2.2. Valoración

Se hace la evaluación con los criterios indicados en una matriz de evaluación y caracterización de los impactos consolidados.

Tabla 24. Matriz de evaluación de impactos. Etapa: P=Preparación del Sitio; C=Construcción; O=Operación.

		Etapa	P / C	P/ C / O	P	P	P / C	C	C	O
		Actuación	Desmonte y despalme / Nivelación de plataformas / Hincado de pilotes / Excavación de alberca	Desmonte y despalme / Nivelación de plataformas / Excavación alberca, Usuarios en senderos	Desmonte y despalme	Desmonte y despalme	Nivelación de plataformas / Traslado de materiales	Muros, estructuras y losas	Muros, estructuras y losas	Usuarios en senderos / Generación de aguas residuales
		Componente	Niveles de ruido	Estructura del suelo Hábitat para especies terrestres	Sucesión florística Extensión de coberturas natural. Continuidad coberturas natural. Disponibilidad Hábitat aves Hábitat para especies terrestres Calidad visual	Poblaciones de especies protegidas	Calidad del aire	Visibilidad	Calidad visual	Calidad del agua
		Impacto	Ruido de maquinaria y equipo de motor y percusión (contamin. acústica)	Deterioro por movimiento de tierras, retiro de capas, rellenos, compactación	Reducción de la cobertura vegetal	Retiro de individuos de especies protegidas	Emisiones de motor y dispersión de partículas	Obstrucción parcial de la visibilidad por edificación	Mayor densidad de edificaciones a la vista en la Zona Hotelera	Riesgo de contaminación por vertido de basura y aguas residuales
Tipología	**Criterios**									
INTENSIDAD **In**	Baja (1)		**1**			**1**	**1**	**1**	**1**	**1**
	Media (2)									
	Alta (4)			**4**	**4**					
	Muy Alta (8)									
	Total (12)									
EXTENSIÓN **Ex**	Puntual (1)					**1**	**1**	**1**	**1**	
	Parcial (2)		**2**	**2**	**2**					**2**
	Extremo (4)									
	Total (8)									
	Critica (+4)									
CERTIDUMBRE **Ce**	Poco probable (1)									
	Probable (2)									
	Incierto (3)									
	Cierto (4)		**4**	**4**	**4**	**4**	**4**	**4**	**4**	**4**
MOMENTO **(Mo)**	Largo plazo (1)									
	Medio plazo (2)									
	Inmediato (4)		**4**	**4**	**4**	**4**	**4**	**4**	**4**	**4**
PERSISTENCIA **Pe**	Fugaz (1)		**1**				**1**			
	Temporal (2)									**2**
	Permanente (4)			**4**	**4**	**4**		**4**	**4**	
REVERSIBILIDAD **Rv**	Corto Plazo (1)		**1**				**1**			
	Medio Plazo (2)									**2**
	Irreversible (4)			**4**	**4**	**4**		**4**	**4**	
RESTAURABILIDAD **Rt**	Inmediato (1)		**1**				**1**	**1**	**1**	
	Medio Plazo (2)			**2**		**2**				**2**
	Mitigable (4)									
	Irrecuperable (8)				**8**					
EFECTO **E**	Indirecto (1)									**1**
	Directo (4)		**4**	**4**	**4**	**4**	**4**	**4**	**4**	
PERIODICIDAD **Pr**	Discontinuo (1)		**1**				**1**			**1**
	Periodico (2)									
	Continuo (4)			**4**	**4**	**4**		**4**	**4**	
I = (3In+2Ex+Mo+Pe+Rv+Rc+E+S+A+Pr)			**23**	**42**	**48**	**31**	**21**	**30**	**30**	**23**
	Irrelevante (12-23)		√				√			√
	Moderado (24-46)			√	√	√		√	√	
	Severo (47-69)									
	Critico (>69)									
	Identificador		1	2	3	4	5	6	7	8

V.2.3. Impactos relevantes

Tras correr el ejercicio con los 8 impactos consolidados, 5 de ellos resultaron relevantes moderados y tres quedaron en el rango de irrelevantes. La evaluación no indica impactos ambientales que se deban considerar severos o críticos según su valor de Importancia.

Las acciones generadoras de tales impactos se concentran en las etapas de Preparación del Sitio, sobre todo el desmonte y despalme, y en la etapa de Construcción; solamente el deterioro del suelo se extiende a la etapa de Operación, por la potencial compactación del suelo natural que podrían genera el pisoteo por el paso masivo de usuarios del establecimiento por sendero naturales.

Enseguida se muestra la lista de impactos relevantes obtenida, donde se mantiene el número identificador que se asignó a los impactos consolidados.

Tabla 25. Impactos ambientales relevantes. Etapa: P=Preparación del Sitio; C=Construcción; O=Operación.

No.	Impacto	Componente sensible	Acción generadora	Etapa
2	Deterioro por movimiento de tierras, retiro de capas, rellenos, compactación	Estructura del suelo Hábitat para especies terrestres	Desmonte y despalme / Nivelación de plataformas / Excavación alberca, Usuarios en senderos	P/ C / O
3	Reducción de la cobertura vegetal	Sucesión florística Extensión de coberturas natural. Continuidad coberturas natural. Disponibilidad Hábitat aves Hábitat para especies terrestres Calidad visual	Desmonte y despalme	P
4	Retiro de individuos de especies protegidas	Poblaciones de especies protegidas	Desmonte y despalme	P
6	Obstrucción parcial de la visibilidad por edificación	Visibilidad	Muros, estructuras y losas	C
7	Mayor densidad de edificaciones a la vista en la Zona Hotelera	Calidad visual	Muros, estructuras y losas	C

V.2.4. Caracterización de impactos relevantes

A que se han determinado los impactos ambientales con un valor de importancia que los indica como Relevantes, corresponde hacer una caracterización más detallada de cada uno, con la descripción de sus características respecto a cada uno de los atributos evaluados, así como los datos de actividad generadora, factor o componente ambiental que afecta y el valor de importancia obtenido en la evaluación.

La información que caracteriza a cada impacto se presenta enseguida en forma de fichas, indicando el número de identificación asignado en la tabla de impactos consolidados. Esa información es la base para diseñar y proponer medidas de mitigación para cada impacto relevante.

No.	Impacto	Descripción / caracterización
2	**Deterioro del suelo por movimiento de tierras, retiro de capas, rellenos, compactación**	Este impacto ocurre por actividades necesarias del proyecto, que son el retiro de la vegetación y de la capa superficial del suelo en una porción considerable del predio que será ocupada por edificaciones e instalaciones, donde se hace nivelación de áreas de desplante. El impacto también incluye la modificación pro la excavación para la alberca, que no es muy profunda, pero sí afecta horizontes hasta -1.7 m. Para la etapa de operación se prevé una extensión de este impacto por potencial compactación debida al uso de senderos que llegan hasta el borde de los canales Nizuc e innominado en la orilla de la zona marina. Ese aspecto del impacto es menos intenso, pero sí puede ser significativo en un suelo con humedad.
Acción generadora:	Desmonte y despalme Nivelación de plataformas Excavación de alberca Usuarios en senderos	
Etapa:	Preparación del sitio / Construcción / Operación	
Factor de incidencia:	Estructura del suelo Hábitat para especies terrestres	
Valor de Importancia (VI):	42	
Clase por VI:	Moderado	

Intensidad. Las acciones y efectos descritos significan una modificación de Intensidad Alta.

Extensión. El alcance del impacto es parcial, casi medio predio.

Certidumbre. El impacto sin duda ocurrirá, pues se debe a trabajos previstos del proyecto, de modo que es cierto.

Momento. El efecto será inmediato, desde la etapa de Preparación del sitio. Solamente la compactación por el uso de senderos podría ser una parte del impacto que tarde algo más en ocurrir.

Persistencia. El efecto es permanente, las áreas de suelo modificadas recibirán obras e instalaciones del proyecto.

Reversibilidad. La modificación no se puede revertir en forma natural, sobre todo en áreas ocupadas por obras.

Restaurabilidad. El suelo sí puede ser vuelto a su condición previa en el mediano plazo con intervención humana.

Efecto. El impacto es efecto directo del proyecto, salvo la compactación de senderos, que sería efecto secundario.

Periodicidad. En este atributo la condición es Continuo, pues la modificación persiste en el tiempo.

El componente afectado no es particularmente raro y, por la extensión que se afectará, no es crítico para medio ambiente en la región y ni siquiera en la zona inmediata.

No.	Impacto	Descripción / caracterización
3	**Reducción de la cobertura vegetal**	Impacto por acciones necesarias del proyecto, donde parte de la actual cobertura de vegetación, toda secundaria, debe retirarse, junto con la capa de suelo superficial, para ser ocupada por edificaciones e instalaciones. La pérdida de vegetación se hace en una extensión menor a la que fue autorizada en 2006 en materias forestal y de impacto ambiental, y la distribución de las obras es más concentrada, ocupando áreas antes perturbadas, con menos fragmentación. Intensidad. Se determina como Alta, pues en las áreas afectadas la cobertura será retirada del todo. Extensión. El alcance del impacto es parcial, casi medio predio.
Acción generadora:	Desmonte y despalme	
Etapa:	Preparación del sitio	
Factor de incidencia:	Sucesión florística Extensión de coberturas naturales Continuidad coberturas naturales Disponibilidad Hábitat aves Hábitat para especies terrestres Calidad visual	
Valor de Importancia (VI):	48	
Clase por VI:	Moderado	

Certidumbre. El impacto sin duda ocurrirá, pues se debe a trabajos previstos del proyecto, de modo que es Cierto.

Momento. El efecto será inmediato, desde la etapa de Preparación del sitio.

Persistencia. El efecto es permanente, las áreas modificadas recibirán obras e instalaciones del proyecto.

Reversibilidad. La modificación no se puede revertir en forma natural, sobre todo en áreas ocupadas por obras.

Restaurabilidad. La vegetación puede volver a su condición previa en mediano plazo con intervención humana.

Efecto. El impacto es efecto Directo de actuaciones del proyecto.

Periodicidad. En este atributo la condición es Continuo, pues la modificación persiste en el tiempo.

El componente afectado, vegetación secundaria, no es raro o es crítico para medio ambiente en la zona.

No.	Impacto	Descripción / caracterización
4	**Retiro de individuos de especies protegidas**	Impacto por acciones del proyecto, donde parte de la actual cobertura de vegetación, secundaria, debe retirarse, incluso individuos de especies protegidas, sobre todo *Thrinax radiata*.
Acción generadora:	Desmonte y despalme	Intensidad. Se determina Baja, por tratarse de pocos individuos.
Etapa:	Preparación del sitio	Extensión. Es Puntual, por ser individuos que se desarrollaron en forma dispersa en puntos de la zona de desmonte.
Factor de incidencia:	Poblaciones de especies protegidas	Certidumbre. El impacto es por acciones del proyecto, es Cierto.
Valor de Importancia (VI):	31	Momento. Efecto inmediato, desde la Preparación del sitio.
Clase por VI:	Moderado	

Persistencia. El efecto es permanente, las áreas modificadas recibirán obras e instalaciones del proyecto.

Reversibilidad. La modificación no se puede revertir en forma natural, sobre todo en áreas ocupadas por obras.

Restaurabilidad. Es viable restablecer individuos de esas especies con intervención humana a mediano plazo.

Efecto. El impacto es efecto Directo de actuaciones del proyecto.

Periodicidad. Es un efecto Continuo, pues la modificación persiste en el tiempo.

Las especies implicadas, básicamente palma chit, en la NOM-059-SEMARNAT-2010, no es componente raro o crítico; al contrario, abunda en la región caribeña. No está listas de CITES ni la Lista Roja de la IUCN.

No.	Impacto	Descripción / caracterización
6	**Obstrucción parcial de la visibilidad por edificación**	Efecto del proyecto, que incluye un edificio de 10 niveles.
Acción generadora:	Muros, estructuras y losas (erección del edificio)	Intensidad. Se determina Baja, por ser una obstrucción mínima.
Etapa:	Construcción	Extensión. Es Puntual, en un sitio muy específico.
Factor de incidencia:	Visibilidad	Certidumbre. El impacto ocurrirá, es parte del proyecto.
Valor de Importancia (VI):	30	Momento. El efecto será inmediato, al erigirse la obra.
Clase por VI:	Moderado	Persistencia. El efecto es Permanente, es una construcción con vida útil estimada de varios decenios.
		Reversibilidad. El efecto es Irreversible en forma natural.

Restaurabilidad. Es reversible de Inmediato con intervención humana, por simple demolición.

Efecto. El impacto es efecto Directo de actuaciones del proyecto.

Periodicidad. Es un efecto Continuo, pues la modificación persiste en el tiempo.

La obstrucción de vistas es un impacto que raya en lo subjetivo, de poco peso en el equilibrio ecológico y los ecosistemas, pero resultó ser Relevante en la evaluación, por lo que se debe caracterizar y atender.

No.	Impacto	Descripción / caracterización
7	**Mayor densidad de edificaciones a la vista en la Zona Hotelera**	Efecto del proyecto, que incluye edificios e instalaciones.
Acción generadora:	Muros, estructuras y losas (erección del edificio)	Intensidad. Se determina Baja, por ser una obstrucción mínima.
Etapa:	Construcción	Extensión. Es Puntual, en un sitio muy específico.
Factor de incidencia:	Calidad visual	Certidumbre. El impacto ocurrirá, es parte del proyecto.
Valor de Importancia (VI):	30	Momento. El efecto será inmediato, al erigirse las obras.
Clase por VI:	Moderado	Persistencia. El efecto es Permanente, con obra civil.
		Reversibilidad. El efecto es Irreversible en forma natural.
		Restaurabilidad. Reversible Inmediato con intervención humana.

Efecto. El impacto es efecto Directo de actuaciones del proyecto.

Periodicidad. Es un efecto Continuo, pues la modificación persistirá en el tiempo.

La afectación de la calidad visual en la Zona Hotelera es un proceso continuo que afecta al paisaje desde hace años; no es muy importante en términos ambientales, pero resultó Relevante en la evaluación, así que se atiende.

Apunte sobre impactos evaluados que resultaron no relevantes

Consideramos de mérito comentar los impactos que en la matriz de interacción fueron precalificados como considerables pero que en la evaluación resultaron por debajo del umbral para ser relevantes.

Impacto 1, Ruido de maquinaria y equipo de motor y percusión (contaminación acústica). Este impacto afecta la calidad del ambiente en el aspecto de Niveles de ruido, y se produce por acciones de Desmonte y despalme, Nivelación de plataformas, Hincado de pilotes y Excavación de alberca, en las etapas de Preparación del sitio y Construcción. Es un impacto que puede ser importante en ambientes prístinos, donde la vida silvestre puede ser sensible a una alteración de su medio, pero que, en el caso de la Zona Hotelera de Cancún, urbanizada, con vialidades primarias y tráfico continuo de automotores, resulta menos importante, pues la fauna que haya persistido está adecuada a esas condiciones de ruido.

Impacto 5, Emisiones de motor y dispersión de partículas. Impacto sobre la Calidad del aire que ocurre por las acciones de Nivelación de plataformas y en el Traslado de materiales, en etapas de Preparación del Sitio y Construcción. Es un tipo de impacto importante tanto para el medio ambiente natural como para el medio humano, que llega incluso a escala planetaria, por efectos como el cambio climático. En el caso del proyecto Nizuc Residences, por las dimensiones del proyecto y su emplazamiento es un impacto que resultó no ser relevante, pues se trata de un proyecto turístico-vacacional (industria sin chimeneas) donde las emisiones y la suspensión de partículas, emitidas o suspendidas desde el suelo o el transporte de materiales, podrán ocurrir en etapas puntuales del proyecto, breves, y en un sitio abierto donde los vientos permiten una dispersión eficiente. No obstante, se buscará mitigar este impacto en el Programa de Vigilancia Ambiental, donde se buscará que todo el equipo de motor a usar en el proyecto se encuentre en buen estado y que las superficies desnudas de suelo lo sean el menor tiempo posible y que sean regadas para prevenir el levantamiento por el viento, así como que el traslado de materiales, cuando sea a granel, se haga con los depósitos bien cubiertos con lonas o los medios adecuados para prevenir su dispersión al aire.

Impacto 8, Riesgo de contaminación del agua por vertido de basura y aguas residuales. Es un impacto incierto, pues se refiere al riesgo para la Calidad del agua en los cuerpos que rodean el sitio del proyecto, que son el Canal Nizuc por el Oeste y un brazo de mar que separa al borde de una masa de manglar en la zona marina; el riesgo se debe a dos acciones generadoras principales, ambas en la etapa de Operación, que son la presencia de usuarios de los servicios de hospedaje que circulen por senderos que llegan hasta el borde de esos cuerpos de agua, por la posibilidad de que arrojen recipientes, empaques de plástico, colillas y otros materiales contaminantes al agua, y por la generación de aguas residuales de los usuarios de las 99 unidades de hospedaje, que implica un volumen considerable, el cual será conducido a la PTAR propia, pero que accidentalmente, por fuga, daño o falla de los sistemas podría ser derramado y alcanzar los cuerpos de agua. Ambos aspectos del riesgo serán considerados en el Programa de Vigilancia Ambiental, que prevé supervisar e informar a los usuarios de los senderos y las medidas de seguridad y preventivas para el sistema de drenaje sanitario.

V.3. CONCLUSIONES DEL ANÁLISIS DE IMPACTOS

La evaluación de los impactos ambientales muestra que los más relevantes corresponden al desmonte y despalme, que afecta sobre todo áreas con crecimiento secundario de vegetación de selva baja, algunas de desarrollo reciente, posterior a 2008 y anteriores, en las cuales se pretende establecer obras permanentes para servicios de hospedaje turístico-vacacional.

Tales actuaciones afectan la extensión de cobertura vegetal y, en menor medida, ejemplares de especies protegidas, específicamente palma chit (*Thrinax radiata*), que se encuentran dispersos en algunos puntos de los sitios que serán ocupados por las obras e instalaciones del proyecto. Se trata de impactos mitigables y compensables, pues se puede mejorar la cobertura vegetal en áreas no destinadas a las obras y porque la palma chit es una especie perfectamente viable para el rescate y propagación, por lo que este impacto no compromete la factibilidad ambiental del proyecto.

El proyecto también implica impactos puntuales en el suelo, que deterioran ese componente ambiental y con ello la disponibilidad de hábitat para fauna terrestre. En todo caso, se trata de un componente del medio que es excepcional ni crítico en una zona de poca diversidad y calidad ambiental baja, que alberga una comunidad faunística muy pobre.

Otros impactos que resultaron relevantes son relativos al paisaje, tanto la visibilidad como la densidad de construcciones en la Zona Hotelera de Cancún. Aunque son impactos de poco margen para la mitigación, son moderados, aceptables en el sitio del proyecto, pues no ponen en riesgo elementos críticos del sistema ni de los sistemas naturales circundantes, que son el sistema lagunar y la zona marina, con los cuales el proyecto no tendrá interacción significativa, ni afectan alguno de los ecosistemas, comunidades o poblaciones que ahí se desarrollan.

El resultado de la evaluación es coherente con las dimensiones del proyecto y con el tipo de actividad que se pretende realizar, netamente terciaria, que no implica extracción o procesos de transformación.

Se considera que los impactos identificados y valoramos como relevantes no impiden la ejecución del proyecto, aunque si ameritan algunas medidas para prevenirlos, disminuirlos o compensarlos.

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN

VI.1. DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS

Enseguida se presentan las medidas de mitigación en fichas individuales para cada uno de los impactos ambientales relevantes del proyecto. La Medida 4 atiende los dos impactos relativos al Paisaje.

Medida 1 Refuerzo de suelos		
Tipo: Compensación		**Descripción**
Impacto que atiende:	**2** Deterioro del suelo por movimiento de tierras, retiro de capas, rellenos, compactación	La modificación de la estructura del suelo en las áreas de desplante no es mitigable, por lo que se propone compensar parcialmente el efecto mediante la protección y mejoramiento de suelos en las áreas que no sean ocupadas por las obras. Se cuidará que, durante nivelación y cimentaciones y en general en todas las etapas, el tránsito del personal, vehículos y equipo se haga sólo en la infraestructura vial existente y en las áreas de desplante del proyecto. Parte del material del desmonte será triturado para reincorporar a las áreas de suelo que no serán ocupadas, para mejorar estructura y contenido de materia orgánica. Se controlará el acceso de usuarios a los bordes de los cuerpos de agua que rodean el sitio del proyecto durante la operación, procurando establecer andadores piloteados de madera para no afectar el suelo. **Especificaciones:** Colocar cerramientos e instruir a operarios y usuarios para proteger áreas.
Factor de incidencia:	Estructura del suelo Hábitat para especies terrestres	
Acción generadora:	Desmonte y despalme Nivelación de plataformas Excavación de alberca Usuarios en senderos	
Tiempo de aplicación:	Todas las etapas, incluso la Operación	
Sitio de aplicación:	En áreas verdes del proyecto	
Efecto esperado:	Se mantiene y mejora la estructura y calidad del suelo en las áreas distintas al desplante de las obras.	
Costo estimado:	$80,000.00	

Medida 2 Refuerzo de áreas de vegetación		
Tipo: Mitigación y Compensación		**Descripción**
Impacto que atiende:	**3** Reducción de la cobertura vegetal	El impacto es difícil de mitigar, pues se debe a actuaciones necesarias del proyecto, pero de manera global se puede reducir la pérdida neta de servicios ecológicos de la cobertura vegetal del predio mediante el refuerzo y mejora de la calidad de las áreas donde sí se mantendrá la superficie con vegetación. Se propone mejorar y reforzar las zonas de vegetación que no se afectan con el desplante del proyecto mediante el retiro de especies exóticas, reforestación con especies nativas y cuidados para su buen desarrollo. Se cuidará acciones de desmonte y despalme no afecten áreas colindantes, por lo que en los bordes se tal de preferencia con motosierras y machetes. La mejora del suelo por agregar material del desmonte triturado también contribuirá al buen estado de las zonas verdes de conservación.
Factor de incidencia:	Sucesión florística Extensión de coberturas naturales Continuidad coberturas naturales Disponibilidad Hábitat aves Hábitat para especies terrestres Calidad visual	
Acción generadora:	Desmonte y despalme	
Tiempo de aplicación:	Todas las etapas, incluso Operación	
Sitio de aplicación:	Áreas verdes del proyecto	
Efecto esperado:	Mejora la calidad de la cobertura vegetal, su continuidad y capacidad de acogida de fauna	
Costo estimado:	$115,000.00	**Especificaciones:** Usar especies producto del rescate para propagar y replantar en las áreas verdes. Colocar cerramientos con estacas, cuerdas y letreros, para proteger y controlar el acceso.

Medida 3 Rescate y propagación de flora protegida	
Tipo: Mitigación y Compensación	**Descripción** Parte del Programa de Rescate de Vegetación del proyecto se referirá al rescate de ejemplares de *Thrinax radiata* y cualquier otro individuo de flora protegida que se halle en las áreas de desmonte. De acuerdo con las tallas, los individuos rescatados serán replantados en otras áreas del predio, directamente o previo paso por el vivero temporal. También podrá donarse ejemplares de rescate a la autoridad municipal para sus programas de reforestación y ajardinado. **Especificaciones:** La colecta de ejemplares se hará con técnicas convencionales de acuerdo con las tallas. Se decidirá en campo el rescate de individuos adultos que ameriten banqueo, conforme a sus condiciones. Se rescatarán al menos 117 individuos subadultos y plántulas de palma chit para propagación en vivero. Ejecución y supervisión directa del rescate a cargo de personal capacitado para identificar especies protegidas.
Impacto que atiende: **4** Retiro de individuos de especies protegidas	
Factor de incidencia: Población de especies protegidas de flora	
Acción generadora: Desmonte y despalme	
Tiempo de aplicación: Antes de ejecutar la acción generadora	
Sitio de aplicación: Áreas sujetas a desmonte.	
Efecto esperado: Limitar y compensar la pérdida de ejemplares de especies protegidas, hasta una pérdida neta cero.	
Costo estimado: $160,000.00	

Medida 4 Intervención paisajística	
Tipo: Mitigación	**Descripción** Ambos impactos inciden en aspectos del paisaje. El impacto 6, de obstrucción de la visibilidad entre distintas zonas implica en parte que el edificio principal del proyecto podría estorbar la vista de cuerpos de agua, según la perspectiva del observador, lo cual es un efecto no mitigable, pero también de áreas de vegetación terrestre, efecto que se busca mitigar mediante la medida que se describe. Lo mismo vale para el impacto 7, que se refiere a la percepción de amontonamiento de construcciones sobre una matriz natural cada vez menos notables, situación que ya extrema en zonas como Punta Cancún. Este impacto también se mitiga con la intervención paisajística. La medida consiste en agregar al diseño del edificio principal y en torno a todas las instalaciones abundante vegetación, inducida, pero de especies nativas, de modo que se reproduzca el aspecto de la cobertura vegetal natural (que en esa área es secundaria de selva baja y matorral costero) de la zona. La meta es dar el aspecto de que obras e instalaciones están inmersas en la vegetación.
Impactos que atiende: **6** Obstrucción parcial de la visibilidad por edificación **7** Mayor densidad de edificaciones a la vista en la Zona Hotelera	
Factor de incidencia: Visibilidad Calidad visual	
Acción generadora: Muros, estructuras y losas (erección del edificio)	
Tiempo de aplicación: Al cierre de la etapa de Construcción	
Sitio de aplicación: En torno a edificaciones e instalaciones	
Efecto esperado: Se reduce el efecto de la presencia de las obras nuevas en el paisaje	
Costo estimado: $100,000.00 (Todas las medidas requieren supervisión; la parte que toca a las medidas se estima en $45,000.00)	**Especificaciones:** Usar especies nativas, producto del rescate, así como adquiridas en viveros autorizados, para propagar y replantar en las áreas verdes. En vez de céspedes y jardinería convencional, se deben preferir elementos arbóreos y arbustivos, así como palmas nativas. La medida propuesta ya se agregó al diseño conceptual.

VI.2 IMPACTOS RESIDUALES

La aplicación de las medidas señaladas, todas ellas factibles, permitirá mitigar, prevenir y compensar parcialmente los impactos potenciales relevantes del proyecto sobre el medio. Enseguida se comentan los impactos residuales resultantes de la aplicación de medidas de mitigación a los impactos relevantes.

Tabla 26. Impactos residuales tras las medidas de mitigación.

Impacto potencial relevante	Medida de mitigación	Impacto residual con aplicación de medidas
Deterioro del suelo por movimiento de tierras, retiro de capas, rellenos, compactación	Refuerzo de suelos	Impacto mitigado y compensado parcialmente. Se mantiene y mejora la estructura y calidad del suelo en las áreas distintas al desplante de las obras. Se mantiene y mejora el hábitat disponible para especies terrestres que utilizan el suelo. Si bien las valoraciones del impacto no se alteran en las zonas de desplante de obras e instalaciones, la mejora en las áreas que no serán ocupadas implica una mejora global de la calidad ambiental del suelo en el predio, en beneficio de la comunidad biótica.
Reducción de la cobertura vegetal	Refuerzo de áreas de vegetación	Impacto mitigado y compensado parcialmente. La mejora de la calidad de las áreas no destinadas a obras e instalaciones permite aproximarse a una pérdida neta cero de servicios ecológicos que presta la cobertura vegetal, sobre todo en capacidad de acogida de fauna y procesos de sucesión ecológica. La pérdida en extensión se compensa parcialmente con la jardinería abundante en áreas de proyecto con especies nativas y donde se favorece el desarrollo de elementos arbóreos y arbustivos en lugar de céspedes y gramas.
Retiro de individuos de especies protegidas	Rescate y propagación de flora protegida	Compensado totalmente. El rescate y propagación de palma chit y cualquier otra especie de flora protegida permite alcanzar una pérdida neta cero de individuos de esas especies. Los ejemplares rescatados y producto de la propagación serán destinados a las mismas áreas verdes del proyecto, tanto las conservadas no ocupadas por obras como las ajardinadas. Igualmente se podrán donar ejemplares a la autoridad municipal.
Obstrucción parcial de la visibilidad por edificación Mayor densidad de edificaciones a la vista en la Zona Hotelera	Intervención paisajística	Ambos impactos mitigados La carga de abundante vegetación arbórea, arbustiva y de palmas en zonas ajardinadas dentro y sobre áreas del proyecto reduce la masa visible de las obras e instalaciones.

Los impactos ambientales del proyecto antes de la aplicación de las medidas de mitigación son, en todos los casos, moderados, por lo que la aplicación de las medidas indicadas resulta en impactos mínimos al medio. En la aplicación de las medidas de mitigación no se identifica la generación de nuevos impactos, pues todas se van a realizar en las mismas áreas afectadas del proyecto o en áreas aledañas sin cobertura natural.

VI.3. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

A fin de dar seguimiento a los aspectos ambientales del proyecto y guiar y documentar su buen desarrollo, se ejecutará un Programa de Vigilancia Ambiental (PVA), a cargo de un biólogo, ingeniero ambiental o similar, para supervisar su desarrollo y asegurar que se implementen las medidas de mitigación propuestas y se atiendan las condicionantes que, en su caso, determine la autoridad.

El PVA se ejecutará durante las etapas de preparación y construcción, en tanto que en la etapa de operación se prolongará en los plazos para concluir la implementación de los programas relacionados con esta manifestación y en tanto sean requeridos los informes periódicos.

Enseguida se presentan los componentes del PVA programa, en el entendido de que podrá ser ajustado y mejorado de conformidad con lo que en su caso indique la autoridad evaluadora de impacto ambiental en los términos y condicionantes de una eventual autorización, en cuyo caso se agregará al PVA el programa de cumplimiento.

Información al personal. A partir del inicio de las obras y de manera periódica bimestral, o antes si se considera necesario y conveniente por rotación o llegada de nuevos operarios, el responsable del programa hará una presentación ilustrada relativa a los aspectos ambientales del proyecto, en la cual se incluyan apuntes sobre los componentes del medio que deben ser activamente protegidos, las actividades del proyecto con potencial de causar alteraciones negativas, las obligaciones, restricciones y prohibiciones a que está sujeto el desarrollo del proyecto y que debe acatar el personal durante los trabajos, las formas de aplicar las medidas de mitigación y las acciones a tomar en caso de contingencias o impactos no previstos.

Supervisión directa. El encargado del programa de vigilancia ambiental supervisará periódicamente y sin previo aviso a los operarios, el desarrollo de los trabajos, a fin de asegurarse de que se realicen conforme a lo previsto y de que se cumplen las obligaciones, restricciones y prohibiciones que en su caso se hayan establecido.

En caso de que durante la supervisión se identifiquen incumplimientos, el responsable del PVA lo informará de inmediato al responsable de las obras o al promovente, a fin de que se corrija enseguida cualquier incumplimiento. El encargado del programa estará autorizado por el promovente para suspender cualquier actividad que considere que pueda poner en riesgo componentes valiosos del medio en el sitio del proyecto.

La supervisión deberá incluir observaciones específicas sobre el impacto ambiental relevante identificado, pero también sobre otros efectos adversos potenciales del proyecto, como el manejo de residuos, por lo que en la bitácora de seguimiento ambiental se incluirá cualquier observación adicional al respecto.

La supervisión deberá incluir observaciones específicas sobre los impactos ambientales relevantes identificados, pero también sobre otros efectos adversos potenciales del proyecto, por lo que en la bitácora de seguimiento ambiental se incluirá una lista de verificación de componentes e impactos potenciales del proyecto.

Documentación de cumplimiento. El responsable del programa llevará una bitácora de seguimiento ambiental, foliada, donde asentará las observaciones de cada visita al sitio de los trabajos, consignando el nivel de cumplimiento de las obligaciones, restricciones y prohibiciones; de la aplicación de las medidas de mitigación, dimensiones de los impactos respecto a lo previsto, impactos no previstos y cualquier otro aspecto con implicaciones relevantes sobre el medio.

Así mismo, el responsable deberá agregar los documentos pertinentes, como copias de notas o facturas que acrediten la legal procedencia de los materiales que se utilicen en el proyecto. La bitácora será complementada con registros fotográficos.

Ejecución y eficacia de medidas de mitigación. La ejecución de las medidas de mitigación estará a cargo del responsable del programa, por lo que deberá estar presente cuando se realicen las acciones generadoras de los impactos que se busca mitigar o prevenir, a efecto de dirigirlas y asegurarse de se cumplan las especificaciones previstas.

El responsable deberá vigilar la eficacia de las medidas implementadas, utilizando los indicadores pertinentes o mediante los medios que considere apropiados para estimar tal eficacia. En su caso, el responsable podrá proponer ajustes a las medidas propuestas originalmente o proponer medidas de mitigación adicionales.

Interpretación de la información. El responsable del programa asentará en la bitácora sus conclusiones sobre el desarrollo del proyecto, justificadas con la interpretación de la información recogida, a la luz de la información base que se tiene del sitio del proyecto y su entorno.

Elaboración de informes y reportes a la autoridad. El responsable del programa será también el encargado de elaborar los informes y reportes de cumplimiento a que quede obligada la promovente en los términos de la autorización que en su caso se emita. Los reportes deberán ser firmados por el promovente o éste deberá autorizar para ese efecto al responsable del PVA, en términos del Artículo 19 de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo.

Se propone que los informes sean presentados en forma semestral a partir del inicio de tareas en campo de la etapa de Preparación del sitio y durante toda la etapa de Construcción. Para la etapa de Operación se propone hacer informes de cumplimiento anuales en los primeros 4 años de operación del proyecto, que se estima como plazo suficiente para acreditar la adecuada marcha del proyecto y la conclusión de los programas complementarios.

VI.4. PROGRAMAS COMPLEMENTARIOS

En cumplimiento de la normatividad ambiental, se acompañan al presente estudio de evaluación de impacto ambiental, a manera de apéndices 1 a 4, los siguientes programas complementarios.

Tabla 27. Programas complementarios para cumplimiento de obligaciones ambientales del proyecto.

Programa complementario	Apéndice	Contenido
Programa de Rescate de Vegetación	1	Rescate de flora de especies protegidas o de interés ecológico, incluye propagación, para reforzar áreas conservadas.
Programa de Protección y Rescate de Fauna	2	Acciones de ahuyentamiento de fauna para mitigar impactos que se pueden generar en poblaciones de animales; incluye, de forma excepcional, translocación en mismo predio.
Programa de Manejo Integral de Residuos Sólidos	3	Manejo de basuras del proyecto en sus etapas de desarrollo.
Programa de Restauración de Humedal con Manglar	4	Acciones a favor de la comunidad de manglar que se toman para acogerse a la especificación 4.43 de la NOM-022-SEMARNAT-2003.

El seguimiento de las medidas de mitigación está contenido en el Programa de Vigilancia Ambiental, en tanto que, para documentar el cumplimiento, avance y efectos o resultados de los programas complementarios propuestos, se propone un registro para cada uno, distinto a la bitácora del programa de vigilancia ambiental, aunque también a cargo de un biólogo o similar, donde se asentarán los avances, anotaciones sobre el desarrollo y cualquier incidente relacionado, así como las fotografías y otros materiales de respaldo de la información.

Según el programa, los registros podrán incluir sección de anotaciones generales y apartados o secciones para seguimiento de poblaciones y comunidades que se manejen. En el caso del programa de restauración de humedal, se podrán incluir registros de parámetros como nivel de inundación, salinidad intersticial y otros de relevancia para el manglar, además de los que correspondan a los individuos que se procure establecer, como sobrevivencia y desarrollo de los vástagos, que es un indicador importante de eficacia de las medidas de compensación.

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES

Para la elaboración de pronósticos se presentan escenarios sin proyecto y con proyecto, incluyendo en éste las medidas de mitigación, que se asumen como parte del proyecto. Para el presente análisis se establece como corto plazo un período de hasta 2 años; para el medio plazo se considera un periodo de más de 2 y hasta 10 años y como largo plazo se establece un lapso de más de 10 años.

VII.1. ESCENARIO SIN PROYECTO

El área de estudio corresponde a una zona urbana turística, bordeada por cuerpos de agua y vialidades e impactada por actividades humanas desde hace 4 decenios, sobre todo por infraestructura de transporte y servicios básico y por infraestructura turística, que han incidido mucho en lo que fue una isla de barrera con tómbolos y flechas de unión con el continente, tanto en su morfología, por rellenos y aportes de pétreos sobre los que se desarrolló vegetación de selva baja subcaducifolia, como en su permeabilidad, anulada por la compactación que se ha producido en la barra arenosa.

En ese lapso el sitio ha sido afectado también por huracanes de alta intensidad que han alterado la cobertura vegetal.

El sistema ambiental analizado, que es terrestre, incluye áreas de crecimiento secundario de selva baja subcaducifolia y matorral costero en una matriz urbana turística, en la que la fauna silvestre es muy escasa. El sitio se puede caracterizar como un área de vegetación secundaria rodeada de infraestructura de servicios y turística, con una calidad ambiental baja, con escasa presencia de fauna y una comunidad vegetal formada por pocas especies, aunque con presencia de la palma protegida *Thrinax radiata*.

En torno al área se encuentra por el norte una vialidad primaria asfaltada, de altas carga vehicular todo el año y a toda hora, que además de los arroyos de circulación y el camellón, incluye, banquetas y ciclopista. Por el este hay una construcción que interrumpe las coberturas naturales del todo, pues se extiende desde el borde marino hasta la vialidad; por el sur y el oeste la zona delimitada colinda con franjas de zona terrestre contiguas a un brazo de mar que, a modo de canal, separa la zona terrestre de una masa de manglar de borde en la zona marina, y el Canal Nizuc, con fuete tráfico de embarcaciones menores. En todas esas áreas aledañas que bordean al área de estudio es constante la presencia y actividad humana.

La vegetación del área, que hoy se puede diferenciar en tres tipos, tiende a un desarrollo único de vegetación secundaria de selva, donde los elementos oportunistas llegadas tras los desmontes más recientes irán siendo remplazados por la comunidad de selva baja; empero, nunca se alcanzarán las condiciones de una selva continental, sobre todo porque no hay potencial de albergar una comunidad de fauna similar.

Así, el escenario sin proyecto implica el desarrollo de vegetación secundaria de selva, con escasa fauna, probablemente con una tendencia de mantenimiento por ser una zona cercada en el frente a la vialidad, por lo que está protegida por el propietario, de modo que se puede esperar que permanezca limpia, sin basura o vertidos en el suelo y sin extracción de recursos. Así mismo, tampoco se espera un mejoramiento de la calidad o disponibilidad del hábitat natural para las especies silvestres, ni de sus parámetros ecológicos como riqueza, diversidad o productividad, por estar confinado en una zona urbana turística, sin interacción significativa con otros sistemas naturales circundantes.

Con respecto al entorno y los predios colindantes, hay una tendencia clara de que aumente la ocupación con infraestructura de servicios, así como la presencia humana.



VII.2. ESCENARIO CON PROYECTO

El desarrollo del proyecto implica en el corto plazo un deterioro del hábitat por el retiro de una porción de cobertura natural de vegetación actual y la ejecución de obras e instalaciones en el sitio. Así, inicialmente se tendrán áreas desnudas, trabajadores, equipo y materiales en el sitio.

Una vez completado el desarrollo de las obras e instalaciones, tendremos la misma matriz de vegetación, pero mejorada en suelos y cobertura, de modo que escenario será distinto al actual por la presencia de un edificio principal y otras superficies ocupadas, pero la calidad ambiental global del predio y su capacidad de acogida de flora y fauna tendrán valores netos muy similares a los que se registran actualmente.

En términos económicos, es una inversión alta para un aprovechamiento sustentable del territorio, sin impactos graves a los ecosistemas y donde los recursos naturales, flora, fauna y vistas al mar y la laguna y sus masas de manglar no son afectados y seguirán brindando servicios ambientales y ecológicos en el futuro. Visualmente, el proyecto estará bien integrado al entorno. Así mismo, será un aprovechamiento del predio mucho más productivo, con facturación anual de varios millones de pesos que serán distribuidos en retorno de inversión y utilidades para propietarios de las unidades de hospedaje y del administrador, así como salarios, compra de insumos y depreciación.



Figura 33. Vista con proyecto, en una disposición.

VII.3. PRONÓSTICO AMBIENTAL

Una vez establecido el proyecto, los valores cualitativos asignados en el diagnóstico ambiental se mantendrán sin cambios en todos los criterios considerados, de modo que el proyecto, en términos netos, ni mejora ni disminuye la calidad ambiental del sitio de su emplazamiento.

Tabla 28. Valoración cualitativa del área de estudio con proyecto.

Criterio	Valor alto	Valor medio	Valor bajo
Normativo	Concurren 3 o más de los siguientes: Áreas naturales protegidas, Ecosistemas protegidos, Especies protegidas OET no urbano, NOM	Al menos uno de los anteriores	Ninguno de los anteriores
Rareza	Presencia significativa de recursos escasos o raros	Presencia mínima de recursos escasos o raros	Ausencia de recursos escasos o raros
Conectividad	Continuidad de las poblaciones del área de estudio con otras áreas	Poca continuidad, pero posibilidad de contacto con otras poblaciones	Difícil o nulo contacto e intercambio genético con poblaciones fuera del sitio
Conservación	Estado original o muy poco alterado de comunidades originales	Presencia de comunidades originales alteradas o con fragmentación	Comunidades originales sustituidas
Nivel de presencia y uso humano	Escaso o nulo	Medio	Alta presencia y nivel de uso humano
Calidad	Valores de Riqueza de especies y Conservación altos	Valores de Riqueza y Conservación medios	Valores de Riqueza o Conservación bajos

Condición que corresponde al predio del proyecto.

El establecimiento del proyecto no incide en el aspecto normativo; es un predio urbano con uso de suelo regulado por instrumentos municipales, que sigue albergando algunas especies protegidas.

En términos de Rareza tampoco hay cambio, pues si bien se mantienen las mismas especies presentes hoy, excepto exóticas invasoras, no hay componentes de la comunidad particularmente escasos ni endémicos. Las especies protegidas presentes en el sitio, notablemente palma chit e iguana rayada, son abundantes en su rango de distribución, que se desarrollan bien en medios urbanos e incluso, en el caso de la iguana, ya es una especie considerada invasora en la Península de Florida.

La Conectividad es otro aspecto que no puede ser modificado por el proyecto, pues el sitio está rodeado de barreras poco permeables para especies terrestre, aunque sí permanece abierto a las voladoras.

En Conservación, persistirá la presencia de comunidades distintas a las originales, pues no es viable ni de esperar que regresen las condiciones de la barra arenosa previas al desarrollo de la zona hotelera.

El Nivel de presencia humana se mantiene, pues es una zona urbana y el proyecto incide poco en ese parámetro, en tanto que la Calidad del sitio se mantiene, al reducirse la zona de vegetación pero reforzarse las áreas que no son ocupadas.

VII.4. EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

El sitio propuesto para establecer el proyecto corresponde a un predio urbano, identificado como Lote 3, que no se desarrolló anteriormente, entre otros factores por la falta de playa pues, aunque colinda con una zona de frente marino en aproximadamente la mitad de su perímetro, tal frente da a un canal de acceso al sistema lagunar, el Canal Nizuc, ampliado y dragado para navegación de embarcaciones menores, y un brazo de mar o canal innominado que separa la zona terrestre de una masa de manglar de borde en la zona marina. Dicho canal fue creado hace años como medida para restaurar el manglar de borde que llegaba a la zona terrestre y que se encontraba muy dañado y azolvado por el huracán Wilma, de modo que fue necesario abrir esa vía de agua para salvarlo. Por ello, el predio no tiene ninguna zona de playa colindante.

Empero, se trata de un terreno valioso en una zona urbana de alta plusvalía, por lo que se decidió buscar la forma de aprovecharlo de manera sustentable y no se consideran alternativas para el emplazamiento del proyecto, que ha sido diseñado especialmente para ese predio, considerando sus condiciones actuales, las restricciones y parámetros urbanos a que está sujeto y los usos de suelo en la zona.

VII.5. CONCLUSIONES GENERALES

Con base en una evaluación integral del proyecto turístico vacacional de condohotel Nizuc Residences, se concluye que éste es viable en términos ambientales, pues no rebasa la capacidad de acogida del sitio de su emplazamiento, donde no causará desequilibrios ecológicos ni pondrá en riego especies o componentes del medio críticos o de alto valor ecológico. Es sin duda un buen ejemplo de porque se llama tradicionalmente al turismo “la industria sin chimeneas”, para distinguirla de las actividades primarias extractivas o secundarias, de transformación, cuyos impactos pueden ser muy graves, por la carga sobre los recursos y la producción de subproductos contaminantes en volúmenes importantes y de manera continua. Aunque el proyecto sí reduce la superficie con cobertura digital, lo hace forma parcial y en cambio refuerza y mejora las áreas que no serán ocupadas, de modo que la calidad ambiental neta se mantiene con escaso cambio.

En términos normativos, el proyecto ni rebasará los límites y condiciones establecidos en las disposiciones jurídicas relativas a la protección al ambiente y a la preservación y restauración de los ecosistemas y no contraviene en ningún caso o aspecto las regulaciones y parámetros de uso del suelo y aprovechamiento del territorio. Como se demuestra en el apartado correspondiente, la propuesta se ajusta y cumple por completo las limitaciones de área utilizable para obras, tanto techadas como abiertas, así como la densidad y restricciones de obra respecto a los límites del predio. Así mismo, aunque no se proponen obras en áreas de manglar, sí se atienden las especificaciones de la norma oficial mexicana que regula actividades en humedales de manglar, incluso la compensación.

VIII. RECURSOS METODOLÓGICOS Y TÉCNICOS UTILIZADOS

La mayoría de los recursos metodológicos utilizados se describen en los mismos apartados donde se presentan los resultados a lo largo de esta MIA-P, al igual que las ilustraciones y tablas respectivas. En este apartado se presenta un resumen de los métodos utilizados y se indican algunas fuentes de información utilizadas.

VIII.1. INFORMACIÓN DOCUMENTAL

Para la integración de la Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular del proyecto Nizuc Residences se tomó en consideración el capitulado establecido en el Art. 12 del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Impacto Ambiental y la guía para el sector Turismo que se encuentra disponible en el sitio web de SEMARNAT. Sobre la bibliografía consultada se presenta en la lista al final de este capítulo, sin incluir leyes, reglamentos, decretos y normas oficiales, por ser de conocimiento común, ampliamente difundidos y de acceso libre.

VIII.2. INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

Polígonos regulados

Para establecer la localización del proyecto respecto a polígonos regulados, se utilizaron los planos publicados y los contenidos de los decretos del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, el POEL Municipal de Benito Juárez, el PDU Municipal de Benito Juárez y las declaratorias de ANP del APFF Manglares de Nichupté y el Parque Nacional Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc.

Cartas topográficas de INEGI

Así mismo, se usaron cartas topográficas de INEGI[17], que contienen un amplio conjunto de datos vectoriales de cada área; particularmente se usó la Carta Topográfica F16D41 Escala 1:50 000 de 2021, que incluye una delimitación precisa del canal que separa la zona terrestre del manglar de borde, y la carta F16D41e Escala 1:20 000,que en sus metadatos incluye la siguiente descripción y usos.

> *DESCRIPCIÓN: La Carta Topográfica Digital Escala 1:20 000 contiene información sobre los diversos datos espaciales presentes en los conjuntos de datos, como curvas de nivel, hidrografía, vías de comunicación, localidades, entre otros. Estos rasgos son representados digitalmente por un componente geométrico (puntos, líneas o áreas) y componentes descriptivos (los atributos del dato).*
>
> *PROPÓSITO: La información Topográfica Digital escala 1:20,000 es la base para generar cartografía temática y derivar cartografía topográfica a escalas menores, útil también en la planeación, estudios ambientales, evaluación de infraestructura, evaluación de cambios, prevención de desastres, etc. Al proporcionarse en formato*

[17] https://www.inegi.org.mx/temas/topografia/#Descargas

digital, los Datos Geográficos pueden ser complementados con otro tipo de información espacial para realizar diversos tipos de análisis y modelaje en sistemas de información geográfica.

TÓPICOS PRINCIPALES:
5. Medio ambiente: Recursos medio ambientales, protección y conservación.
8. Base de imágenes de mapas de la cobertura de la tierra: Mapas base.
11. Localización: Información posicional y servicios.

Ortofoto digital de INEGI

Igualmente se utilizó Ortofotos digitales, primero la Pancromática f16d41e.bil, escala 1:20 000, de un vuelo de 2004, que da una buena imagen del estado del predio entonces. Y también la ortofoto a color cancun_tm_fa_f16d41e4b.tif, escala 1:5 000, publicada por INEGI en noviembre de 2022, y que es parte de un conjunto levantado para el proyecto Tren Maya.

Cartografía de CONABIO

Mapa de uso del suelo y vegetación de la zona costera asociada a los manglares, Región Península de Yucatán (2020).

Según se indica en los metadatos, es un mapa en formato shp, escala 1:50 000, publicado por CONABIO el 11 de enero de 2021, elaborado con el propósito de estimar la distribución y superficie de las clases de vegetación y uso del suelo identificadas en las imágenes de satélite en la zona costera de la Región de Península de Yucatán (Campeche, Yucatán y Quintana Roo). El mapa presenta la distribución de 9 clases de vegetación y uso del suelo, incluyendo *Desarrollo antrópico*, *Manglar*, *Manglar perturbado* y *Otros humedales*. Fue elaborado a partir de la aplicación del método interdependiente, partiendo del mapa similar de 2015, y con la utilización de 19 imágenes satelitales Sentinel-2. La exactitud global del mapa se estimó en 90%.

Cartografía de CONANP

Los mapas usados son Poligonal General y Subzonificación del Parque Nacional Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc, publicado por CONANP bajo el rubro de Información Espacial, identificado como *Subzonif_Costa_Occidental_de_Isla_Mujeres_Punta_Cancún_y_Punta_Nizuc.shp*. Lo mismo que cartografía del Área de Protección de Flora y Fauna Manglares de Nichupté, publicado como Zon_Nichupte_utm16_Itrf92_14Feb2012/Zonif_Nichupté\Subzon_Manglares_de_Nichupte.shp.

Manejo de la cartografía

El manejo de la cartografía vectorial se realizó con sistemas de planos dwg en AutoCAD y datos en formato shape, kmz y otros en Sistema de Información Geográfica con el programa QGIS. De acuerdo con la escala del tema que se esté trabajando, los archivos vectoriales se pueden convertir al formato requerido sin alterar su georreferenciación.

Los planos de planta del proyecto, de localización de la instalación y de distribución de las áreas se elaboraron en formato DWG de AutoCAD, con coordenadas en proyección UTM WGS 84 y de ellos se generaron copias en pdf.

La cartografía de delimitación de área de influencia, con distribución de hábitats y coberturas, así como la localización del proyecto respecto a polígonos regulados, rasgos geográficos, zonas de humedal y manglares se elaboró en un proyecto de sistema de información geográfica QGIS, con datos en shape y capas WMS de SEMARNAT, INEGI, Open Street Map, ESRI, Bingo y Google.

VIII.3. TAREAS DE CAMPO

En el trabajo de campo, debido a las dimensiones del proyecto, el levantamiento de las características el sitio se realizó con recorridos, observación directa y registro fotográficos. Sólo para complementar y confirmar la información, durante los trabajos se utilizó equipo GPS Magellan eXploist 310, con registro configurados en sistema de coordenadas UTM WGS 84.

BIBLIOGRAFÍA

Aguayo C. J.E., Bello M. R., del Vechio C. M.A., Araujo M. J. y, Basáñez L. M.A. 1980. **Estudio sedimentológico en el área Tulum-Cancún-Isla Mujeres, Estado de Quintana Roo**. En: Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, Tomo XLI, No. 1 y 2, 1980, p. 15-45. http://dx.doi.org/10.18268/BSGM1980v41n1a2

Bonte, F. Butterlin, J. 1963.- **Las Formaciones cenozoicas de la Península de Yucatán**. Ingeniería Hidráulica en México. Inst. Geología. UNAM.

Briseño Dueñas R, CONABIO (2021). **Las tortugas marinas y sus playas de anidación en México**. Version 1.9. Comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad. Occurrence dataset https://doi.org/10.15468/enc2xw accessed via GBIF.org on 2023-01-23.

Cabrera, E.F., M. Sousa y O. Téllez. 1982. **Imágenes de la Flora Quintanarroense**. CIQRO-SEDUE. 224 p.

Cal Duran C. y Vázquez Dzul G. 2015. **Perfil histórico sobre el conocimiento tradicional de recursos costeros en Costa Maya, Quintana Roo, México.** En: Revista Caribeña de Ciencias Sociales (agosto 2015). https://www.eumed.net/rev/caribe/2015/08/costa-maya.html

Carbajal Pérez, N. 2009. **Hidrodinámica y transporte de contaminantes y sedimentos en el Sistema Lagunar de Nichupté-Bojórquez**, Quintana Roo. Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A.C. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. CQ063. México D. F.

Carnevali, G., L. Tapia–Muñoz J., Duno de Stefano, R. y I. Ramírez. 2010. **Flora Ilustrada de la Península de Yucatán: Listado Florístico.** Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C., Mérida, Yucatán, México. 328 p.

Carruthersa, T.J.B., B.I. Van T. y W.C. Dennison. 2003. **Influence of submarine springs and wastewater on nutrient dynamics of Caribbean seagrass meadows**. Estuarine, Coastal and Shelf Science. 64(2-3): 191-199.

Chacón, D. (comp.) 2009. **Actualización del estado de la tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*) en el Caribe y Atlántico occidental.** Documento preparado para el Taller Regional sobre la Tortuga Carey en el Gran Caribe y Atlántico Occidental celebrado del 23 al 26 de septiembre de 2009 en Puerto Morelos, Q. Roo. México.

Cifuentes, M., Mesquita, C., Méndez, J., Morales, E., Aguilar, N., Cancio, D., Gallo, M., Jolón, M., Ramírez, C., Ribeiro, N., Sandoval, E., Turcios, M., (1999). **Capacidad de carga Turística en las áreas de uso público del Monumento Natural Guayabo.** Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanzas, Turrialba, Costa Rica.

CONAFOR. 2010. Términos de Referencia para **Estudios técnicos especializados para la recuperación de áreas degradadas por disturbios o perturbación antropogénica. Términos de Referencia. Anexo 3 Estimación de la Erosión del Suelo.** En: http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/ver.aspx?grupo=1&articulo=40

CONABIO. 2012. **Fichas de especie Casuarina equisetifolia. Sistema de información sobre especies invasoras en México.** Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

CONABIO. 2014. **Método de Evaluación Rápida de Invasividad** (MERI) para especies exóticas en México Casuarina cunninghamiana Miq., 1848. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

CONANP. 2005. **Estudio Previo Justificativo para el establecimiento del Área Natural Protegida Parque Nacional Manglares de Nichupté.** CONANP-SEMARNAT. México.

Conesa, V. 1997. **Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental**. Madrid, Mundi-Prensa.

Cotler Ávalos Helena. (Coord.). 2010. **Las Cuencas Hidrográficas de México. Diagnóstico y Priorización.** Instituto Nacional de Ecología – SEMARNAT, Fundación Gonzalo Río Arronte, I.A.P. México D.F.

Cotler Helena, Bocco Gerardo y Velázquez Alejandro. 2005. **El análisis del paisaje como base para la restauración ecológica.** En: Temas Sobre restauración ecológica. INE. México, D.F.

Cuanalo de la Cerda, H. et al. 1988. **Provincias, Regiones y Subregiones Terrestres de México**. Colegio de Post-graduados de Chapingo. México.

Crites R., Tchobanoglous G. 2000. **Tratamiento de aguas residuales en pequeñas poblaciones**, McGraw-Hill Interamericana S.A., Santafé de Bogotá Colombia.

Eckert, K.L. 2001. **Status and distribution of the leatherback turtle, Dermochelys coriacea, in the Wider Caribbean Region**. In Eckert, KL, Abreu-Grobois FA (eds.) Proceedings of the regional meeting: 'Marine turtle conservation in the Wider Caribbean Region: A dialogue for effective regional management,' Widecast, IUCN-MTSG, WFF and UNEP-CEP.

Elizondo, N.C., Islebe, G.A., Infante Mata, D., Valdéz, M., Weissenberger, H., García, J.R., et al.2016. Diagnóstico sobre el estado actual del ecosistema de duna costera en la Costa Norte, Centro y Sur de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, Felipe Carrillo Puerto. Informe Técnico Ecosur-CONANP.

Escofet, A; I. Espejel; J.L. Fermán; L. Gómez- Morín Fuentes y G. Torres – Moye. 1993. **El manejo de los fragmentos de la zona costera**. 182-193 p. In. Biodiversidad Marina y Costera de México. Salazar – Vallejo y González, N. E. (eds.). Com. Nal. Biodiversidad y CIQRO, México.

Espinoza, N., Gatica, J. y J. Smyle. 1999. **El pago de servicios ambientales y el desarrollo sostenible en el medio rural.** Serie de publicaciones RUTA. Costa Rica, 91 pp.

Estevan Bolea, M. 1984. **Evaluación del Impacto Ambiental**. Mafre, S.A. Madrid.

FAO. 1997. **Estimating biomass and biomass change of tropical forests.** Forestry Paper No. 134. Rome. <http://www.fao.org/docrep/W4095E/W4095E00.htm

FAO. 2001. **Global forest resources assessment 2000 – main report.** FAO Forestry Paper No. 140. Roma. www.fao.org/forestry/site/7949/en.

Fernández Eguiarte A., J. Zavala-Hidalgo, R. Romero-Centeno 2013. **Atlas Climático Digital de México.** Centro de Ciencias de la Atmósfera. Universidad Nacional Autónoma de México. http://uniatmos.atmosfera.unam.mx/

Flores, G. J. S. 1983. **Vegetación Insular de la Península de Yucatán**. Bol. Soc. Bot. México.

García, A. E. 1973. **Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen para la República Mexicana**. Instituto de Geografía de la UNAM. México.

Gómez Orea, D. 2003. **Evaluación del Impacto Ambiental. Un instrumento preventivo para la gestión ambiental**. Ediciones Mundi-Prensa, España.

Herbario CICY. (2010 en adelante). **Flora de la Península de Yucatán**. http://www.cicy.mx/sitios/flora%20digital/

Hernández-Mendoza, V., Mendoza-González, G., Rosales-Juárez, C., Zepeda-Centeno, C. & Francisco-Ramos, V. (2020). **Guía de buenas prácticas para el manejo de plantas de duna costera en vivero**. The Nature Conservancy. 26 p.

Herrera-Silveira, J. A., Cortés Balán, T. O., Ramírez Ramírez, J., y I. Osorio. 2015. **Monitoreo de la condición trófica de la columna de agua de los ambientes costeros del Parque Nacional Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc: Segunda Etapa**. Proyecto Centro de Investigación y de Estudios Avanzados-Mérida. Informe final SNIBCONABIO, proyecto No. GQ002, México D.F.

INEGI, 2002. **Estudio Hidrológico del Estado de Quintana Roo**, Chetumal, Q. Roo. México.

INEGI-INE-CONAGUA, 2007. **Mapa de cuencas hidrográficas de México (escala 1:250,000)**, producto cartográfico derivado de la obra primigenia INE (2003) Cuencas Hidrográficas de México, escala 1:250,000, elaborada por A.G. Priego, E. Isunza, N. Luna y J.L. Pérez.

INEGI. 2010. **Documento Técnico Descriptivo de la Red Hidrográfica Escala 1:50,000**. Edición 2.0. Sitio web relativo: http://Antares.inegi.org.mx/análisis/red_hidro.

Invasive Species Specialist Group, 2013. **Global Invasive Database**. Consulta electrónica: http://www.issg.org/database/species/ecology.asp?si=1532&lang=EN.

Krysko, K. L. & King, F. W. & Enge, K. M. & Reppas, A. T. (2003): **Distribution of the introduced black spiny-tailed iguana (*Ctenosaura similis*) on the southwestern coast of Florida**. Florida Scientist, Lawrence, Kansas; 66 (2): 74-79.

Lenzen, M., Sun, YY., Faturay, F. *et al.* 2018. **The carbon footprint of global tourism**. En: *Nature Climate Change* **8**, 522–528 (2018). https://doi.org/10.1038/s41558-018-0141-x

Martell R., Mendoza E., Mariño-Tapia I, Odériz I y Silva R. 2020. **How Effective Were the Beach Nourishments at Cancun?** En: Journal of Marine Science and Engineering Mayo 2020 8(6):388.

Martínez, M.L.; Moreno - Casasola, P y Castillo S. 1993. **Biodiversidad costera: Playas y Dunas**. 160 – 181 p. In. Biodiversidad Marina y Costera de México. Salazar – Vallejo y González, N. E. (eds.). Com. Nal. Biodiversidad y CIQRO, México.

Mendoza-González, G., Martínez, M. L. y O. Rojas-Soto. 2015. **Patrones de distribución de la vegetación costera en el Golfo de México y mar Caribe**. Instituto de Ecología A.C. Informe final SNIB-CONABIO, proyecto No. JM027. Ciudad de México.

Miranda, F. y E. Hernández. 1963. **Los Tipos de Vegetación de México y su Clasificación**. Boletín de la Sociedad Botánica de México.

Molina, C., P. Rubinoff y J. Carranza. 1998. **Normas Prácticas para el Desarrollo Turístico de la Zona Costera de Quintana Roo.** Amigos de Sian Ka'an A.C. y Centro de Recursos Costeros de la Univ. De Rhode Island (ed.). México.

Montes, C. 2007. **Los servicios de los Ecosistemas**. En: Revista Ecosistemas 16 (3): 137-147. http://webs.uvigo.es/revistaecosistemas/miniecosistemas/temas/.

Montes-León, M. A. L., Uribe-Alcántara, E. M. & García-Celis, E. (2011). Mapa Nacional de Erosión Potencial. Tecnología y Ciencias del Agua, II (1) 5-17. Recuperado de http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=353531972001.

Navarro-Martínez, Angélica; Durán-García, Rafael; Méndez-González, Martha. 2012. **El impacto del huracán Dean sobre la estructura y composición arbórea de un bosque manejado en Quintana Roo**, México. En: Madera y Bosques, vol. 18, núm. 1, 2012, pp. 57-76 Instituto de Ecología, A.C.

Olmsted I. 1999. **Estudio para una propuesta de plan de manejo de la palma *Thrinax radiata*, en Yum-Balam, Quintana Roo**. Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C.-CONABIO.

Rady M., J., 1972. **Sedimentology and diagenesis of carbonate muds in coastal lagoons of NE Yucatan.** Tesis Doctoral, Rice Univ. Houston, Texas.

Roigi Munar, F. X. 2002. **Análisis de capacidad de carga en los espacios litorales, calas y playas, situados en áreas naturales de especial interés de la isla de Menorca.** En: Turismo y transformaciones urbanas en el siglo XXI, Almería, Universidad de Almería, Servicio de Publicaciones, pp. 327-335.

SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2018. **ACUERDO por el que se establece una Zona de Refugio Pesquero Total Permanente en aguas de jurisdicción federal del Canal Nizuc, adyacentes al Municipio de Benito Juárez, en el Estado de Quintana Roo**. En Diario Oficial de la Federación, 24 de abril de 2018, Edición Matutina.

Sajurjo, R.E. 2001. **Valoración Económica de Servicios Ambientales Prestados por Ecosistemas: Humedales en México**. Instituto Nacional de Ecología. México.

Sánchez-Sánchez J. A. 2015. **Estudio hidrogeoquímico de las aguas subterráneas en la zona sur del Estado de Quintana Roo**. Tesis para Doctor en Ciencias en Ecología y Desarrollo Sustentable. El Colegio de la Frontera Sur.

Sánchez-Sánchez O., Islebe G.A. Y M. Valdez-Hernández. 2009. **Vegetación costera del Santuario del Manatí**. En: El sistema ecológico de la Bahía de Chetumal / Corozal: costa occidental del Mar Caribe. El Colegio de la Frontera Sur.

SEDUMA-Quintana Roo. 2006. **El POET Costa Maya y los proyectos sustentables**. Información entregada por SEDUMA en marzo de 2006 a la Universidad de Quintana Roo. En relación con el PTI Costa Maya de FONATUR.

SEMARNAT. 2013. **ACUERDO por el que se dan a conocer los estudios técnicos de aguas nacionales subterráneas del acuífero Península de Yucatán, clave 3105, estados de Yucatán, Campeche y Quintana Roo**. Diario Oficial de la Federación, Primera Sección, 4 de septiembre de 2013.

SEMARNAT. 2013 (2). **Informe de la Situación del Medio ambiente en México.** Compendio de Estadísticas Ambientales, Indicadores Clave y de Desempeño Ambiental. Edición 2012. Disponible en: http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_12/index.html.

SEMARNAT. 2013 (3). Manejo de Ecosistemas de Dunas Costeras, Criterios Ecológicos y Estrategias. Primera edición 2013.

Sheinbaum, J., J. Candela, J. Ochoa, A. Badan. 2001. **The transport through Yucatan Channel**, Nature julio 2001.

Silva, R. Ruíz G., Posada G., Pérez D., Rivillas G., Espinal J. y Mendoza E. 2008. **Atlas de Clima Marítimo de la vertiente Atlántica Mexicana.** Universidad Nacional Autónoma de México. México.

Torres, W., M. Méndez, A. Dorantes y R. Durán. 2010. **Estructura, composición y diversidad del matorral de duna costera en el litoral yucateco.** Boletín de la Sociedad Botánica de México 86:37-51.

U-KIN Cancún, S. C. de R. L., y Comunidad y Biodiversidad, A. C. 2016. **Estudio técnico Justificativo para solicitar el establecimiento de una Zona de Refugio Pesquero Total Permanente en la zona denominada "Canal Nizuc"**. México, 2016.