

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO PARA EL CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES MODALIDAD A

**PROYECTO:
“LOTIFICACIÓN CATANIA RESIDENCIAL”**



**PROMOVENTE:
PROMOTORA DE VIVIENDAS INTEGRALES S.A. DE C.V.**

**PREDIO:
LOTE 2, MANZANA 01, SUPERMANZANA 319, EN LA CIUDAD DE CANCÚN,
MUNICIPIO DE BENITO JUÁREZ, QUINTANA ROO.**

AGOSTO 2016

PRESENTACIÓN	7
I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO Y DEL PROMOVENTE.....	8
I.1. NOMBRE DEL PROYECTO.	8
I.2. NOMBRE O RAZÓN SOCIAL DEL PROMOVENTE	8
I.3. UBICACIÓN (DIRECCIÓN) DEL PROMOVENTE.....	8
I.4. SUPERFICIE SOLICITADA DE CAMBIO DE USO DE SUELO Y TIPO DE VEGETACIÓN FORESTAL.....	9
I.5. DURACIÓN DEL PROYECTO.	9
II. USOS QUE SE PRETENDAN DAR AL TERRENO	10
II.1. OBJETIVO DEL PROYECTO.	10
II.2. NATURALEZA DEL PROYECTO.	11
II.3. INFRAESTRUCTURA	20
II.4. JUSTIFICAR POR QUÉ LOS TERRENOS SON APROPIADOS AL NUEVO USO.....	22
II.5. TRABAJOS A DESARROLLAR PARA ESTABLECER EL PROYECTO.	25
II.5. PROGRAMA DE TRABAJO	28
III. UBICACIÓN Y SUPERFICIE DEL PREDIO O CONJUNTO DE PREDIOS Y DELIMITACIÓN DE LA PORCIÓN EN DONDE SE PRETENDA REALIZAR EL CAMBIO DE USOS DE SUELO A TRAVÉS DE PLANOS GEORREFERENCIADOS	31
III.1. UBICACIÓN DEL PREDIO O CONJUNTO DE PREDIOS DONDE SE UBICA EL PROYECTO.	31
III.2. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA UBICACIÓN GEOGRÁFICA Y GEOPOLÍTICA.	31
III.3. UBICACIÓN Y DELIMITACIÓN FÍSICA DE LA SUPERFICIE DEL PROYECTO.....	33
III.4. INDICAR SI EL PROYECTO SE UBICA DENTRO DE ALGUNA MODALIDAD DE ÁREA NATURAL PROTEGIDA (ANP)	39
III.5. UBICACIÓN CONSIDERANDO ORDENAMIENTOS ECOLÓGICOS	40
IV. DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS FÍSICOS Y BIOLÓGICOS DE LA CUENCA HIDROLÓGICO-FORESTAL EN DONDE SE UBIQUE EL PREDIO.....	43
IV.1. ELEMENTOS FÍSICOS.....	44
IV.1.1. Geomorfología	44
IV.1.1.1. Fisiografía	47
IV.1.1.2. Tipo de Carso	49
IV.1.1.3. Morfología.....	49
IV.1.2. Suelos.....	50
IV.1.3. Hidrología	52
IV.1.3.1. Acuífero Miocénico.....	53
IV.1.3.2. Acuífero Eocénico	54
IV.1.3.3. Acuífero	56
IV.1.3.4. Hidrología subterránea.....	57
IV.1.4. Clima.....	58
IV.1.4.1. Temperatura	64
IV.1.4.2. Precipitación	65
IV.2. ELEMENTOS BIÓTICOS	66
IV.2.1. Vegetación	66
IV.2.1.1. Plantas Nativas.....	71
IV.2.2. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS RETROSPECTIVO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL SISTEMA AMBIENTAL (SA)	73
IV.2.2.1. Medio físico del SA.....	74

IV.2.2.1.1. Geomorfología	74
IV.2.2.1.1.1. Marco Geológico	74
IV.2.2.1.1.2. Fisiografía	76
IV.2.2.1.1.3. Morfología	77
IV.2.2.1.2. Suelos	77
IV.2.2.1.3. Hidrología	79
IV.2.2.1.3.1. Acuífero Miocénico	84
IV.2.2.1.3.2. Acuífero	84
IV.2.2.1.4. Clima	85
IV.2.2.1.4.1. Temperatura	86
IV.2.2.1.4.2. Precipitación	87
IV.2.2.1.4.3. Fenómenos meteorológicos	88
<i>IV.2.2.2. Medio biológico.</i>	<i>90</i>
IV.2.2.2.1. Provincias Bióticas	90
IV.2.2.2.2. Vegetación	91
IV.2.2.2.3. Plantas Nativas	94
IV.2.2.2.4. Selva mediana subperennifolia en el SA	95
<i>IV.2.2.3. Metodología del inventario forestal en el SA</i>	<i>98</i>
IV.2.2.3.1. Diseño de muestreo	98
IV.2.2.3.2. Forma y tamaño de los sitios	98
IV.2.2.3.3. Intensidad de muestreo	98
IV.2.2.3.4. Parámetros considerados	100
IV.2.2.3.5. Procesamiento de la información	101
IV.2.2.3.6. Estimaciones realizadas	101
IV.2.2.3.7. Caracterizando la vegetación	102
IV.2.2.3.8. Indicadores de Diversidad	102
IV.2.2.3.9. Indicadores de Estructura	102
IV.2.2.3.10. Parámetros específicos	104
IV.2.2.4. Los principales resultados en sitios del Sistema ambiental (SA)	104
IV.2.2.4.1. Especies y familias botánicas (Índice de riqueza de especies)	104
IV.2.2.4.2. Índices de Riqueza específica, de Simpson y de Shannon-Wiener	111
IV.2.2.4.3. Índice de Valor de Importancia	113
IV.2.2.4.4. Abundancia y densidad de arbolado	121
IV.2.2.4.5. Diámetros	124
IV.2.2.4.6. Alturas	126
IV.2.2.4.7. Area basal	127
<i>IV.2.2.5. Especies forestales con estatus.</i>	<i>130</i>
<i>IV.2.2.6. Fauna</i>	<i>131</i>
IV.2.2.6.1. Estado de conservación de la fauna	131
IV.2.2.6.2. Método de muestreo	133
IV.2.2.6.3. Resultados	135
IV.2.2.6.3.1. Riqueza específica	135
IV.2.2.6.3.2. Indicadores ecológicos de las especies	139

V. DESCRIPCIÓN DE LAS CONDICIONES DEL PREDIO QUE INCLUYA LOS FINES A QUE ESTE DESTINADO, CLIMA, TIPO DE SUELO, PENDIENTE MEDIA, RELIEVE, HIDROGRAFIA Y TIPOS DE VEGETACION Y FAUNA. 142

V.1 CONDICIÓN ACTUAL DEL PREDIO	142
V.2 CARACTERIZACIÓN DEL PREDIO	144
V.2.1. Medio físico	144
V.2.1.1. Clima	144

V.2.1.2. Temperaturas	144
V.2.1.3. Precipitación	145
V.2.1.4. Geología	146
V.2.1.5. Suelos	148
V.2.1.5. Fisiografía.....	152
V.2.1.6. Geomorfología.....	153
V.2.1.7. Hidrología	154
V.2.1.7.1. Hidrología superficial	155
V.2.1.7.2. Hidrología subterránea	156
V.3. TIPOS DE VEGETACIÓN:	157
V. 3.1. <i>Vegetación.</i>	157
V. 3.1.1. Principales asociaciones vegetales.....	157
V. 3.2. <i>Selva Mediana Subperennifolia.</i>	162
V. 3.3. <i>Metodología del inventario forestal en el predio del proyecto</i>	164
V.3.3.1. Diseño de muestreo	164
V.3.3.2. Forma y tamaño de los sitios	164
V.3.3.3. Intensidad de muestreo	164
V.3.3.4. Parámetros considerados	165
V.3.3.5. Procesamiento de la información.....	166
V.3.3.6. Estimaciones realizadas	166
V.3.3.7. Caracterizando la vegetación.....	166
V.3.3.8. Indicadores de Diversidad.....	166
V.3.3.9. Indicadores de Estructura	167
V.3.3.10. Parámetros específicos	168
V.3.4. <i>Los principales resultados</i>	168
V.3.4.1. Especies y familias botánicas (Índice de riqueza de especies).....	168
V.3.4.2. Función de acumulación de especies por sitio y estrato	176
V.3.4.3. Diversidad específica por sitio de muestreo y estrato	177
V.3.4.4. Cantidad de individuos por sitio de muestreo y estrato	178
V.3.4.5. Índices de Riqueza específica, de Simpson y de Shannon-Wiener.....	178
V.3.4.6. Índice de Valor de Importancia	181
V.3.4.7. Abundancia y densidad de arbolado.....	189
V.3.4.8. Diámetros	193
V.3.4.9. Alturas	195
V.3.4.10. Area basal	196
V.3.5. <i>Especies forestales con estatus</i>	199
V.3.6. <i>Fauna silvestre</i>	201
V.3.6.1 Metodología.....	201
V.3.6.2.Resultados.....	214
VI. ESTIMACION DEL VOLUMEN POR ESPECIE DE LAS MATERIAS PRIMAS FORESTALES DERIVADAS DEL CAMBIO DE USO DE SUELO	224
VI.1. VOLUMEN ESTIMADO POR UNIDAD DE SUPERFICIE.....	224
VI.2. VOLUMEN POR CUSTF	231
VII. PLAZO Y FORMA DE EJECUCIÓN DEL CAMBIO DE USO DE SUELO.....	233
VII.1. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO.....	233
VII.2. <i>Proceso de desarrollo del CUSTF.</i>	236
VII.2.1. <i>Forma de ejecución del Cambio de Uso de Suelo</i>	236

VIII. VEGETACIÓN QUE DEBA RESPETARSE O ESTABLECERSE PARA PROTEGER LAS TIERRAS FRAGILES	239
IX. IDENTIFICACION, DESCRIPCION Y EVALUACION DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES	258
IX.1. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS.....	258
IX.2. CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS.....	264
IX.3. VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS.....	267
IX.4. CONCLUSIONES.....	294
X. MEDIDAS DE PREVENCION Y MITIGACION DE IMPACTOS SOBRE LOS RECURSOS FORESTALES, LA FLORA Y FAUNA SILVESTRE, APLICABLES DURANTE LAS DISTINTAS ETAPAS DE DESARROLLO DEL CAMBIO DE USO DE SUELO.....	298
X. 1. DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN	298
X.2. IMPACTOS RESIDUALES.....	320
X. 3. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN PROYECTO.....	320
X. 4. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO.....	323
X. 5. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CONSIDERANDO LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN.....	324
X. 6. PROGRAMA DE MANEJO Y VIGILANCIA AMBIENTAL. SEGUIMIENTO Y CONTROL.....	328
XI. SERVICIOS AMBIENTALES QUE PUDIERAN PONERSE EN RIESGO POR EL CAMBIO DE USO DE SUELO PROPUESTO	353
XI.1. LA PROVISIÓN DE AGUA EN CALIDAD Y CANTIDAD SUFICIENTES.....	356
XI.2. LA CAPTURA DE CARBONO	370
XI.3. CAPTURA DE CONTAMINANTES Y COMPONENTES NATURALES.....	372
XI.4. GENERACIÓN DE OXÍGENO:	374
XI.5. LA REGULACIÓN DEL CLIMA Y EL AMORTIGUAMIENTO DEL IMPACTO DE LOS FENÓMENOS NATURALES.....	375
XI.6. LA PROTECCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD DE LOS ECOSISTEMAS Y LAS FORMAS DE VIDA.....	377
XI.7. EL CONTROL DE LA EROSIÓN, ASÍ COMO LA GENERACIÓN, CONSERVACIÓN Y RECUPERACIÓN DE SUELOS;.....	389
XI.8. ALTERACIÓN DE LA CALIDAD PAISAJÍSTICA ORIGINAL DEL PREDIO.....	406
XI.9. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL	408
XII. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DE SUELO.....	410
XII.1. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA.....	410
<i>XII.1.1. No se compromete a la Biodiversidad:.....</i>	<i>410</i>
<i>XII.1.2. No se provocara la erosión de los suelos.....</i>	<i>425</i>
<i>XII.1.3. No se deteriora la calidad del agua, ni la disminución en su captación:.....</i>	<i>443</i>
<i>XII.1.4. Establecer que el uso alternativo que se propone, será más productivo a largo plazo que el uso actual que presenta el predio:.....</i>	<i>459</i>
XII.2. JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA	463
XII.3. JUSTIFICACIÓN SOCIAL	465
XIII. DATOS DE INSCRIPCIÓN EN EL REGISTRO DE LA PERSONA QUE HAYA FORMULADO EL ESTUDIO Y EN SU CASO DEL RESPONSABLE DE DIRIGIR LA EJECUCIÓN.....	467
XIII.1. RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO	467
XIII.2. RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN DEL ESTUDIO.....	467
XIV. VINCULACION Y APLICACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURIDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACION SOBRE USO DEL SUELO.....	468
XIV.1. PLANES DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO (POEL)	468

XIV.1.1 INSTRUMENTOS REGULADORES DEL ORDENAMIENTO TERRITORIAL EN EL ÁREA DEL PROYECTO.....	468
XIV.1.1.1. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL DEL MUNICIPIO DE BENITO JUÁREZ, QUINTANA ROO (POEL BENITO JUÁREZ).	469
XIV.1.2. LINEAMIENTOS Y ESTRATEGIAS ECOLÓGICAS DE LAS UNIDADES DE GESTIÓN AMBIENTAL.....	470
XIV.1.3. CRITERIOS ECOLÓGICOS.....	475
XIV.1.3.1. CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA DE CARÁCTER GENERAL (CG).....	475
XIV.1.3.2. CRITERIOS ECOLÓGICOS DE APLICACIÓN ESPECÍFICA.....	485
XIV.2. DECRETOS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS.....	500
XIV.3. NORMAS OFICIALES MEXICANAS.....	503
XIV.4. PLANES O PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO (PDU).....	510
XV. ESTIMACION ECONOMICA DE LOS RECURSOS BIOLÓGICOS FORESTALES DEL AREA SUJETA AL CAMBIO DE USO DE SUELO.....	512
XVI. ESTIMACION DEL COSTO DE LAS ACTIVIDADES DE RESTAURACION CON MOTIVO DEL CAMBIO DE USO DE SUELO .	522
XVII. IDENTIFICACION DE LOS INSTRUMENTOS METODOLOGICOS Y ELEMENTOS TECNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACION SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES.	526
XVII.1 PRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	526
XVII.2 CARTOGRAFÍA.....	526
XVII.3 FOTOGRAFÍAS.....	526
XVII.4 VIDEOS.....	526
XVII.5 OTROS ANEXOS.....	526

PRESENTACIÓN

El presente Documento Técnico Unificado Modalidad "A" está realizado con el objetivo de tramitar de manera conjunta ante la SEMARNAT, el cambio de uso del suelo en terrenos forestales de acuerdo a los establecido en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, para el proyecto "Lotificación Catania Residencial" en la Ciudad de Cancún, Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo.

El trámite de cambio de uso del suelo se sustenta en materia forestal, de acuerdo a lo estipulado en el artículo 117 de la LGDFS y 121 de su Reglamento, mientras que en materia ambiental, en el artículo 12 de la LGEEPA.

De esta manera y en base al Decreto publicado el 22 de diciembre de 2010 en el que se establece la procedencia de realizar un trámite único en materia forestal y ambiental para el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, se ha realizado y estructurado el presente DTU modalidad "A".

En base a lo anterior y a las competencias en materia de evaluación de impacto ambiental de orden federal es que este DTU Modalidad "A" se presenta para su valoración en lo referente estrictamente al cambio de uso del suelo, ya que la evaluación ambiental del proyecto, por competencia y atribución, se promueve con el Instituto de Impacto y Riesgo Ambiental (INIRA) del Gobierno del Estado en base a las atribuciones y acuerdos establecidos entre ambos órdenes de gobierno.

Así las cosas, el presente DTU modalidad "A", se ha estructurado tomando en cuenta el "INSTRUCTIVO PARA LA ELABORACIÓN DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO (DTU) DEL TRÁMITE DE CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL, MODALIDAD "A", emitido por la SEMARNAT como una guía para verter la información necesaria para la evaluación del proyecto.

La promovente hace patente a la Autoridad, el interés de cumplir con las disposiciones ambientales que permitan llevar a cabo a buen término este importante proyecto.

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO Y DEL PROMOVENTE.

I.1. Nombre del proyecto.

El Proyecto se denomina "**Lotificación Catania Residencial**", y se pretende establecer en Avenida La Rioja S/N, Lote 02, Manzana 01, Supermanzana 319, en la ciudad de Cancún, Municipio de Benito Juárez, Estado de Quintana Roo. Cuenta con una superficie total de 18.762 hectáreas.

I.2. Nombre o Razón Social del Promovente

DATOS PROTEGIDOS

Nombre y cargo del representante legal

DATOS PROTEGIDOS

I.3. Ubicación (dirección) del promovente

Domicilio para oír y recibir notificaciones en:

DATOS PROTEGIDOS

I.4. Superficie solicitada de cambio de uso de suelo y tipo de vegetación forestal.

El proyecto "Lotificación Catania Residencial" quedará localizado en Avenida La Rioja S/N, Lote 02, Manzana 01, Supermanzana 319, en la ciudad de Cancún, Municipio de Benito Juárez, Estado de Quintana Roo.

El tipo de vegetación localizado en el predio de interés corresponde a Selva Mediana Subperennifolia en proceso de degradación afectada por impactos naturales y antropogénicos. Se solicita el cambio de uso del suelo en una superficie de 18.656 hectáreas de selva mediana subperennifolia de acuerdo al planteamiento que se desarrolla a lo largo del presente documento.

I.5. Duración del proyecto.

Debido a que el proyecto corresponde a una Lotificación para lotificación urbano, se considera una etapa de preparación y construcción de (4 años) y un periodo de operación por 90 años.

II. USOS QUE SE PRETENDAN DAR AL TERRENO

II.1. Objetivo del Proyecto.

El proyecto pretende establecer una lotificación para poder desarrollar posteriormente un Conjunto Habitacional para lo cual se presenta el presente documento, solicitando la autorización en materia forestal e Impacto ambiental del cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

La propuesta del proyecto está fundamentada en las consideraciones de carácter ambiental definidas por los criterios de regulación ecológica y urbanos establecidos por la actualización del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo publicada en el periódico oficial del Gobierno del Estado el 28 de febrero de 2014 y en el Programa de Desarrollo Urbano de la Ciudad de Cancún (PDU).

La empresa promovente está especializada en el ramo inmobiliario y llevar a cabo una lotificación y urbanización de manera preliminar para establecer posteriormente casas habitación es parte de los procesos que se llevan a cabo para poder llegar a la meta final que es contar casas y venderlas bajo un concepto de mercado específico.

El proyecto "Lotificación Catania Residencial", se desarrollará y urbanizará para posteriormente construir casas de alta calidad urbanística bajo un contexto de desarrollo urbano debidamente planeado que permita mantener la calidad de vida de los habitantes de la zona sin afectar sensiblemente la calidad ambiental de la región.

En el Capítulo XIV del presente DTU modalidad "A" referente a la Vinculación con los Ordenamientos Jurídicos, se hace un análisis completo de la compatibilidad y el cumplimiento del proyecto con los criterios establecidos en dichos ordenamientos regulatorios.

Otra consideración importante para promover el proyecto "Lotificación Catania Residencial", está la definición de carácter socioeconómica ya que con este proyecto se pretende atender parcialmente el déficit que actualmente se tiene en la demanda de vivienda de calidad para el segmento con nivel de ingreso medio, por lo que la promovente basa la decisión de inversión precisamente en el parámetro económico, sin perder de vista su viabilidad ambiental. En el Capítulo XII referido a la justificación técnica, económica y social del proyecto se hace un análisis amplio al respecto de la viabilidad del proyecto en términos ambientales, económicos y sociales.

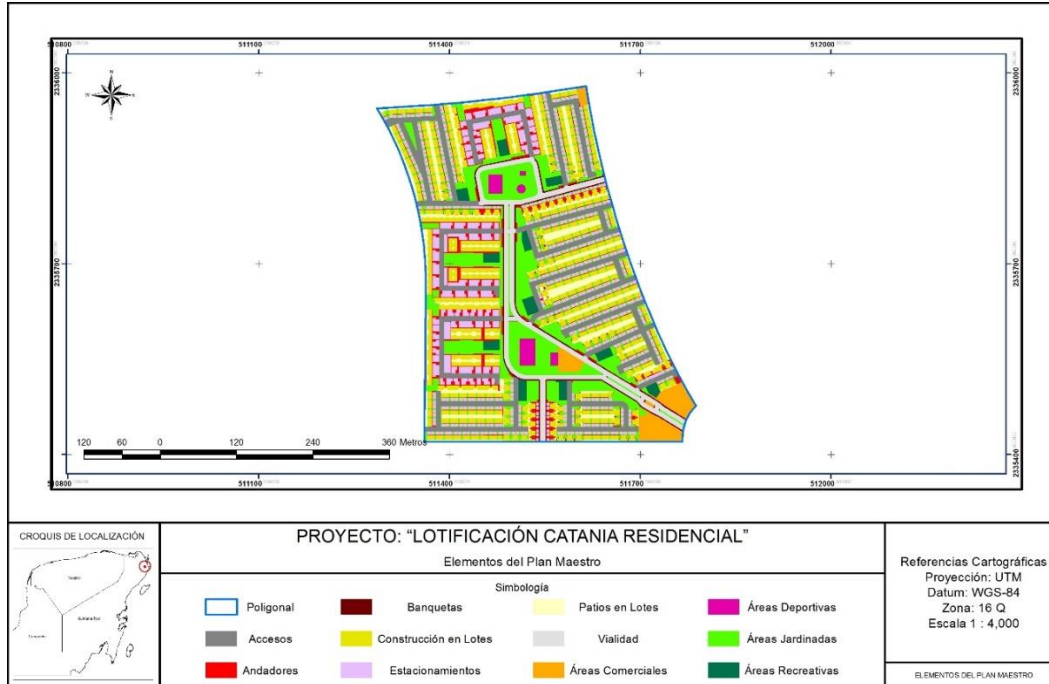
II.2 Naturaleza del proyecto.

La empresa PROMOTORA DE VIVIENDAS INTEGRALES S.A DE C.V. llevará a cabo una lotificación y urbanización de un predio de su propiedad para desarrollar posteriormente la construcción de casas con el proyecto denominado "Lotificación Catania Residencial", con una superficie de 18.762 hectáreas, predio ubicado en Avenida La Rioja S/N, Lote 02, Manzana 01, Supermanzana 319, en la ciudad de Cancún, Municipio de Benito Juárez, Estado de Quintana Roo

El proyecto contará con todos los servicios de urbanización y el desarrollo de infraestructura primaria para abastecer la demanda de agua potable, drenaje sanitario, energía eléctrica; así mismo se contará con vialidades, banquetas, señalamientos, alumbrado público, entre otros. Esto se llevará a cabo a través de un programa de construcción planteado en el capítulo correspondiente.

Cuadro No. 1 Cuadro de usos de suelo y superficies para el proyecto "Lotificación Catania Residencial"

Tipo	Superficies (ha)	%
Accesos	2.957	15.76
Andadores	1.236	6.59
Áreas Comerciales	0.600	3.20
Áreas Deportivas	0.217	1.16
Áreas Jardinadas	3.792	20.21
Áreas Recreativas	0.422	2.25
Banquetas	0.393	2.09
Construcción en Lotes	3.804	20.28
Estacionamientos	2.570	13.70
Patios en Lotes	1.646	8.77
Vialidad	1.125	6.00
TOTAL	18.762	100.00



Plano No. 1 Plan maestro del proyecto Lotificación catania Residencial.

El proyecto está diseñado para lotificar y construir un fraccionamiento urbano, de tal manera que se ha seguido un diseño de lotes manzaneros que estarán distribuidos de acuerdo al plano que se observa a continuación. En este plano también es posible observar las áreas verdes que serán de carácter público.

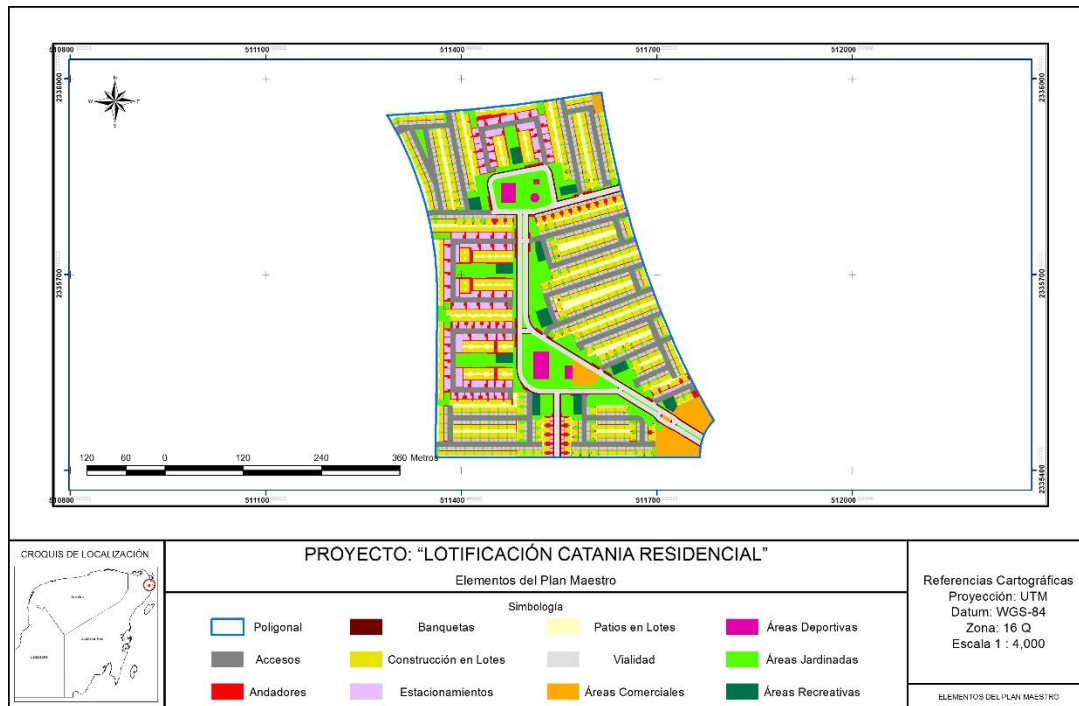
Se pretende la delimitación de 79 lotes manzaneros y el resto se refieren a infraestructura urbana del propio proyecto como vialidades, andadores y estacionamientos; áreas jardinadas y zonas de recreación y deportivas.

Cuadro No. 2 Lotificación y áreas públicas dentro del plan maestro.

PLAN MAESTRO		
Tipo		Superficies (Ha)
11	Accesos	2.957
245	Andadores	1.236
5 LOTES	Áreas Comerciales	0.600
2 ZONAS	Áreas Deportivas	0.217
879 Áreas	Áreas Jardinadas	3.792
11 LOTES	Áreas Recreativas	0.422
22	Banquetas	0.393
79 LOTES MANZANEROS	Construcción en Lotes	3.804
694 Áreas	Estacionamientos	2.570
93 Áreas	Patios en Lotes	1.646
Vialidad		1.125
TOTAL		18.762

El proyecto estará debidamente urbanizado, se incorpora en el proceso el desarrollo de infraestructura primaria: agua potable, drenaje, energía eléctrica, y urbanización, como vialidades, banquetas, señalamientos, alumbrado público, entre otros.

En este tenor el proyecto propone el cambio de uso del suelo en 18.656 hectáreas del predio.



Plano No. 2 Plan maestro del proyecto Lotificación Catania Residencial

El proyecto de lotificación se realizará en un predio que cuenta con 18.656 hectáreas de cobertura forestal, en tanto que 0.106 hectáreas se consideran con afectaciones previas, lo cual se puede observar en las imágenes de satélite que se presentan.



Figura No. 1 Afectación en el predio realizada por terceros.

El predio se encuentra en una zona de alta presión antropogénica y con un sistema ambiental fraccionado debido a que se encuentra ubicado en el área donde ya se han establecido y siguen edificándose diversos fraccionamientos inmobiliarios como parte del crecimiento urbano bastante dinámico del sur-poniente de la ciudad de Cancún.



Figura No. 2 Imagen de satélite en la que se pueden apreciar la frgmentación y ailamiento del predio en un contexto urbano por el crecimiento de la mancha urbana de la ciudad de Cancun.

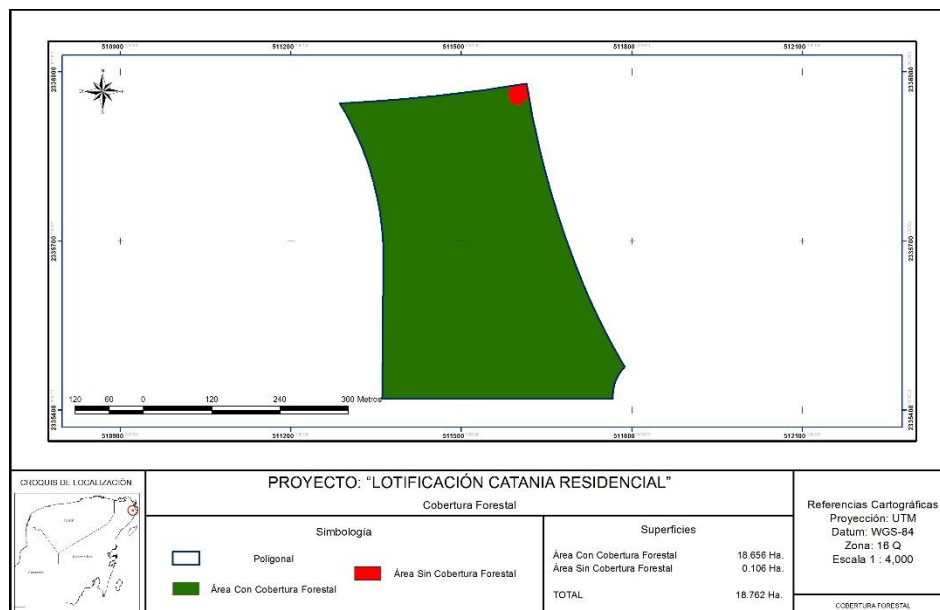
La afectación que se tienen en el sitio del proyecto proviene de una antigua intromisión de personas ajenas a la propiedad, que tenían un error en las medidas y colindancias de su predio, y por esta circunstancia utilizaron esa parte del terreno para establecer un depósito temporal de residuos líquidos, que posteriormente fue retirado cuando el predio fuera adquirido por la promovente del presente proyecto y se percatará de tal afectación.

La cobertura vegetal del predio en general se muestra bastante deteriorada por efectos de huracanes como el Gilberto en 1988 y el Wilma en el año 2006, que impactaron esta zona directamente con vientos de categoría 4 y 5. También es posible que esa zona haya sido parte de las áreas afectadas por los grandes incendios ocurridos en el año 1989; aunado a lo anterior, la cercanía con la zona urbana imprime una presión adicional con el ingreso furtivo de personas que entran a extraer tierra de monte, palizada para construcción y piedra.

De esta manera se entiende que la superficie forestal del predio se considerará para efectos del presente estudio como el área de cobertura forestal y el área sin vegetación forestal.

Cuadro No. 3 Superficies de acuerdo a la cobertura forestal del predio

TIPO	Superficies	%
Área Con Cobertura Forestal	18.656	99.435
Área Sin Cobertura Forestal	0.106	0.565
TOTAL	18.762	100.000



Plano No. 3 Superficies de acuerdo a la condición de cobertura forestal del predio.



Figura No. 3 Condición de la vegetación dentro del predio.



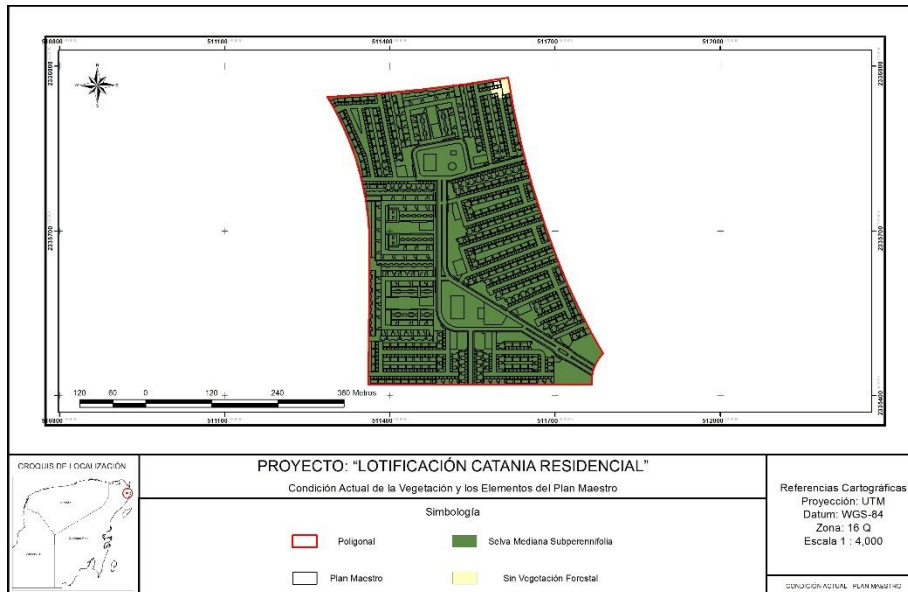
Figura No. 4 Vista panorámica del siti de afectación por invasión de terceros.

Excavación realizada indebidamente por terceros para colocar cisternas para depósito temporal de residuos líquidos generados en predio vecinal. Al momento de ser adquirido el predio estas cisternas fueron cerradas y destruida la tubería. Se retiraron con pipa especializada los residuos líquidos almacenados y actualmente el sitio esta como se aprecia en la imagen panorámica.



Figura No. 5 Cisternas para el depósito de residuos líquidos urbanos.

Con el objeto de identificar las áreas que deberán considerarse dentro del cambio de uso del suelo en terrenos forestales y que en caso de autorizarse la lotificación, deberán incluirse en el pago de compensación ambiental, así como aquellas áreas sin vegetación que serán aprovechadas por el proyecto o bien que no tendrán aprovechamiento y que deberán ser incorporadas a un proceso de reforestación.



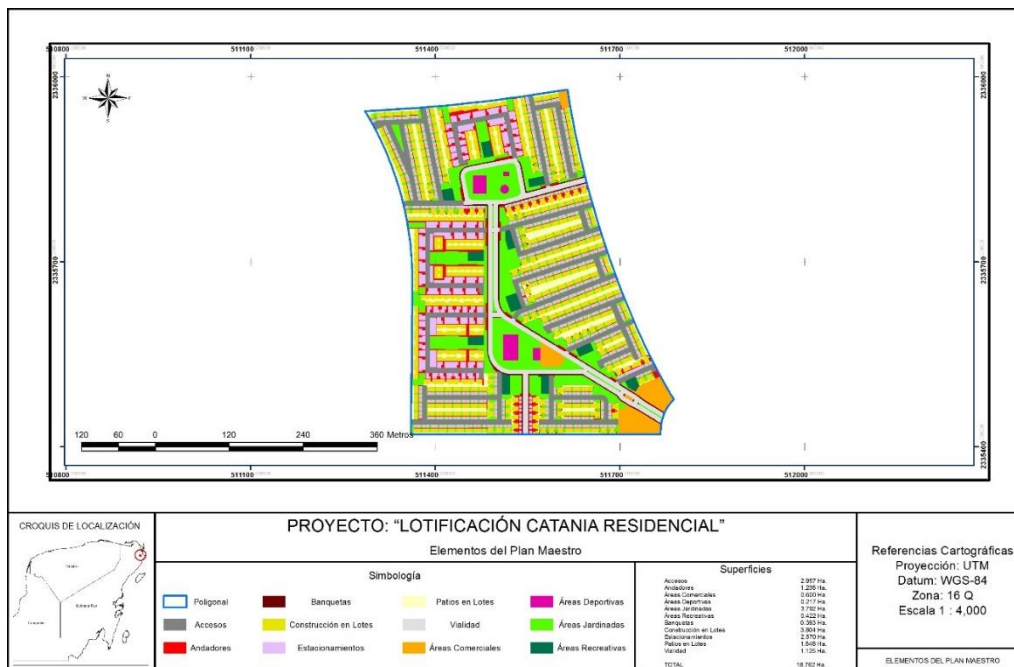
Plano No. 4 Plan maestro montado sobre las áreas con cobertura forestal y sin vegetación.

De lo anterior se desprende el siguiente cuadro que señala la distribución de los elementos del plan maestro de acuerdo a la cobertura forestal que prevalece en el predio.

Cuadro No. 4 Superficies del proyecto con cobertura forestal y sin cobertura forestal

TIPO	Selva Mediana Subperennifolia (Ha)	Sin Vegetación Forestal (Ha)	TOTAL
Accesos	2.932	0.025	2.957
Andadores	1.232	0.004	1.236
Áreas Comerciales	0.557	0.043	0.600
Áreas Deportivas	0.217	0.000	0.217
Áreas Jardinadas	3.785	0.007	3.792
Áreas Recreativas	0.422	0.000	0.422
Banquetas	0.393	0.000	0.393
Construcción en Lotes	3.793	0.011	3.804
Estacionamientos	2.558	0.012	2.570
Patios en Lotes	1.642	0.004	1.646
Vialidad	1.125	0.000	1.125
TOTAL	18.656	0.106	18.762

Así las cosas, se puede identificar que el proyecto incorpora 18.656 hectáreas de selva mediana subperennifolia con vegetación secundaria en proceso de degradación, con los diferentes elementos del plan maestro, incluidos entre éstos aquellas áreas que se mantendrán con áreas verdes jardinadas y que tienen una superficie total de 3.792 hectáreas.



Plano No. 5 Plan maestro y áreas verdes jarinadas.

El predio donde se pretende realizar el proyecto tiene en lo general una vegetación de tipo selva mediana subperennifolia con vegetación secundaria en proceso de degradación, ocasionada por las afectaciones de fenómenos hidrometeorológicos de alto impacto como lo fueron el huracán Gilberto en 1988 y el huracán Wilma en el 2005 con categorías H5 y H4 al momento de pasar por la zona de estudio. Las actividades antropogénicas han provocado la pérdida de cobertura forestal en 0.106 hectáreas.

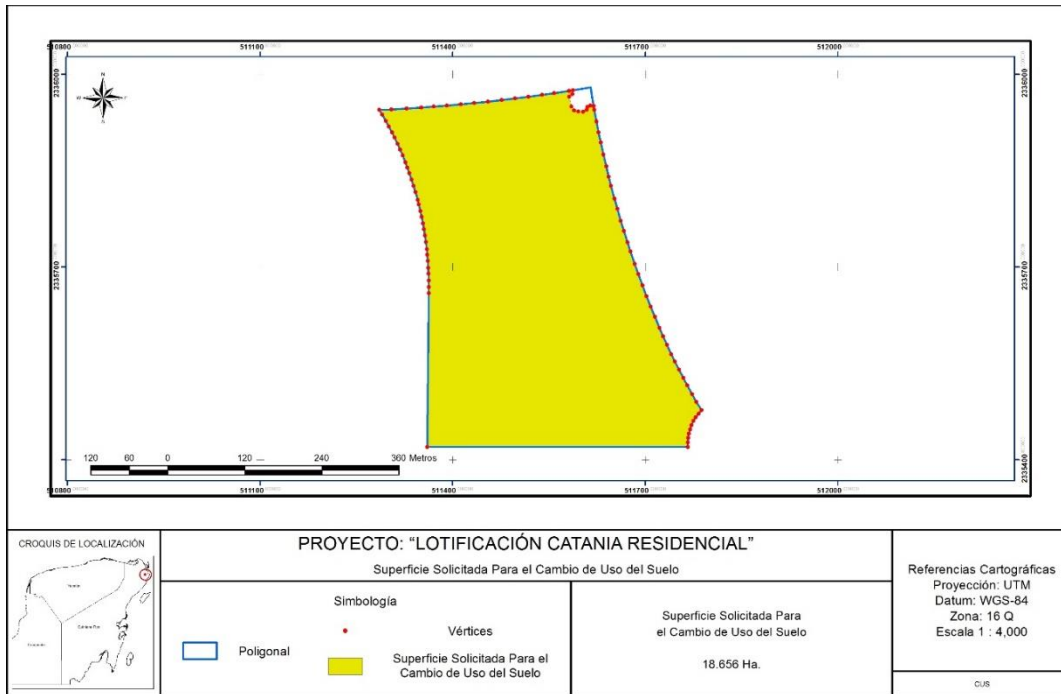
Con este análisis se ha podido obtener la superficie que se propone para el cambio de uso del suelo en terrenos forestales y que será de 18.656 hectáreas de selva mediana subperennifolia con vegetación secundaria en proceso de degradación.

Con esta propuesta se prevé que la superficie del predio sea aprovechada en toda su extensión.

Cuadro No. 5 Superficies propuestas de cambio de uso del suelo de acuerdo a su condición y uso actual.

Tipo de vegetación	Superficie total (Ha)	Superficie de afectación por proyecto (Ha)	Superficie con vegetación nativa (Ha)	% aprovechamiento	% Vegetación nativa
Selva Mediana Subperennifolia	18.656	18.66	-	100.00	-
Superficie con cobertura forestal	18.656	18.656	0	100.00	-
Terreno No Forestal	0.106	0.106	0	100.00	-
Superficie sin cobertura forestal (terreno no forestal)	0.106	0.106	0	100.00	-
TOTAL cobertura forestal + cobertura no forestal	18.762	18.762	0	100.00	-

Es a partir de éste análisis que se ha generado el plano en el cual se identifican las áreas consideradas para el cambio de uso del suelo en terrenos forestales y que serán ocupadas por los elementos que integran el plan maestro del proyecto.



Plano No. 6 Vértices de la poligonal donde se pretende llevar a cabo el cambio de uso del suelo en el predio del proyecto (En el anexo se localiza el listado completo de coordenadas).

Las áreas donde habrán de llevarse a cabo actividades de reforestación corresponden a aquellas definidas como áreas verdes jardinadas, que es donde se llevará a cabo la reubicación de individuos rescatados, siguiendo arreglos de arquitectura del paisaje.

II.3 Infraestructura

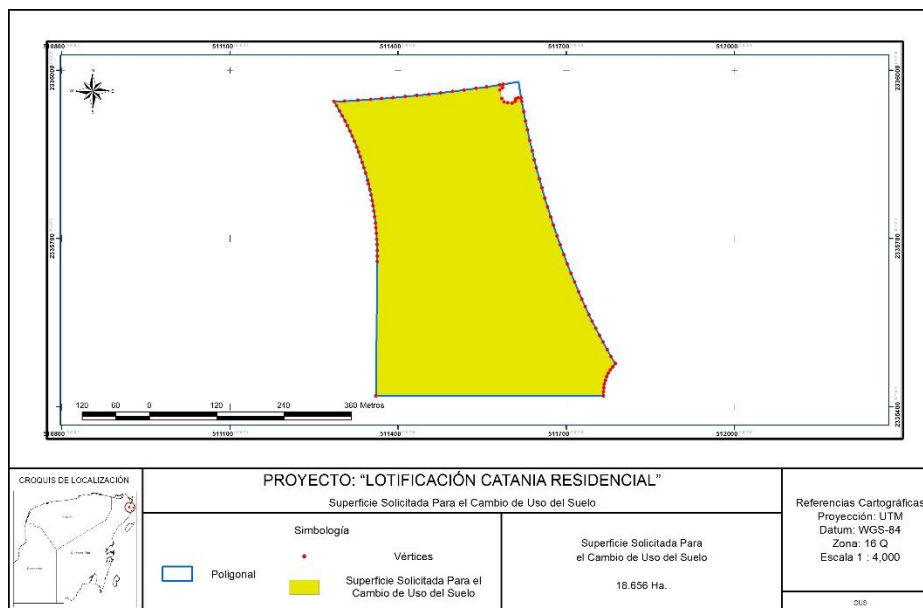
Se pretende la delimitación de 79 lotes manzaneros y el resto se refieren a infraestructura urbana del propio proyecto como vialidades, andadores y estacionamientos; áreas jardinadas y zonas de recreación y deportivas.

Cuadro No. 6 Lotificación y áreas públicas dentro del plan maestro.

PLAN MAESTRO		
Tipo		Superficies (Ha)
11	Accesos	2.957
245	Andadores	1.236
5 LOTES	Áreas Comerciales	0.600
2 ZONAS	Áreas Deportivas	0.217
879 Áreas	Áreas Jardinadas	3.792
11 LOTES	Áreas Recreativas	0.422
22	Banquetas	0.393
79 LOTES MANZANEROS	Construcción en Lotes	3.804
694 Áreas	Estacionamientos	2.570
93 Áreas	Patios en Lotes	1.646
Vialidad		1.125
TOTAL		18.762

El proyecto estará debidamente urbanizado, se incorpora en el proceso el desarrollo de infraestructura primaria: agua potable, drenaje, energía eléctrica, y urbanización, como vialidades, banquetas, señalamientos, alumbrado público, áreas verdes jardinadas, áreas deportivas y culturales, entre otros.

En este tenor el proyecto **propone el cambio de uso del suelo en 18.656 hectáreas** del predio.



Plano No. 7 CUS Propuesto

La lotificación contará con los servicios de agua potable y drenaje sanitario conectados a la red municipal. El sistema de energía eléctrica se considera para media y baja tensión con instalaciones subterráneas.

- **Áreas Jardinadas**, Consistirá en la creación de áreas jardinadas.
- **Vialidad interna, banquetas y andadores:** Vialidades de acuerdo a proyecto; todas pavimentadas.
- **Agua potable;** El agua potable se tomara de la red municipal a través de red de distribución subterránea por debajo de banquetas y toma domiciliaria, a cada lote.
- **Drenaje sanitario;** las descargas de cada lote se conducirán a través de una red subterránea debajo de las vialidades, llevándolas por gravedad conectada a la Red Municipal.
- **Escurrimiento pluvial** será conducido aprovechando la pendiente de las vialidades hasta los pozos de absorción (50 pozos) que se construirán en base a las especificaciones técnicas de la CONAGUA y que incluyen trampas de arena.
- **Energía eléctrica la suministrará la CFE.**, la conducción será subterránea, con acometida a cada lote, para iluminación pública los postes servirán para colocar las luminarias.

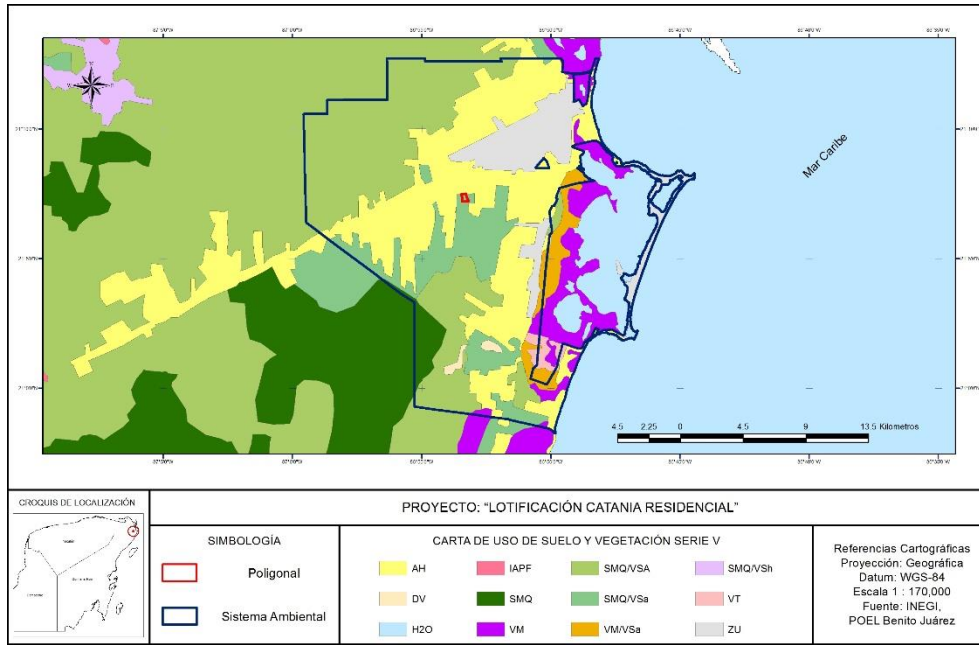
II.4. Justificar por qué los terrenos son apropiados al nuevo uso.

El terreno donde se habrá de implementar el proyecto tiene ventajas competitivas importantes que definen la viabilidad ambiental y la toma de decisión para que dichos terrenos sean incorporados a la actividad habitacional, de acuerdo al objetivo del proyecto. Tales criterios son los siguientes:

El predio muestra una vegetación fuertemente deteriorada derivado de impactos de fenómenos meteorológicos como el huracán Gilberto (1988) y el Huracán Wilma (2005) y la afectación por actividades antropogénicas.

La cobertura forestal que está presente está deteriorada y la biodiversidad encontrada en el predio es baja en comparación con zonas o áreas con mejor estado de conservación (Ver capítulo V).

La zona está fragmentada por lo que la condición ecosistémica del área del predio está limitada ya que la presión antropogénica es evidente en el área del proyecto, al encontrar infraestructura habitacional que "aisla" la zona del predio. En el plano siguiente se muestra la condición del Sistema Ambiental del proyecto y el contexto de la zona urbana desarrollada de la ciudad de Cancún y su periferia.



Plano No. 8 Nivel de fragmentación del ecosistema en la zona local del predio.

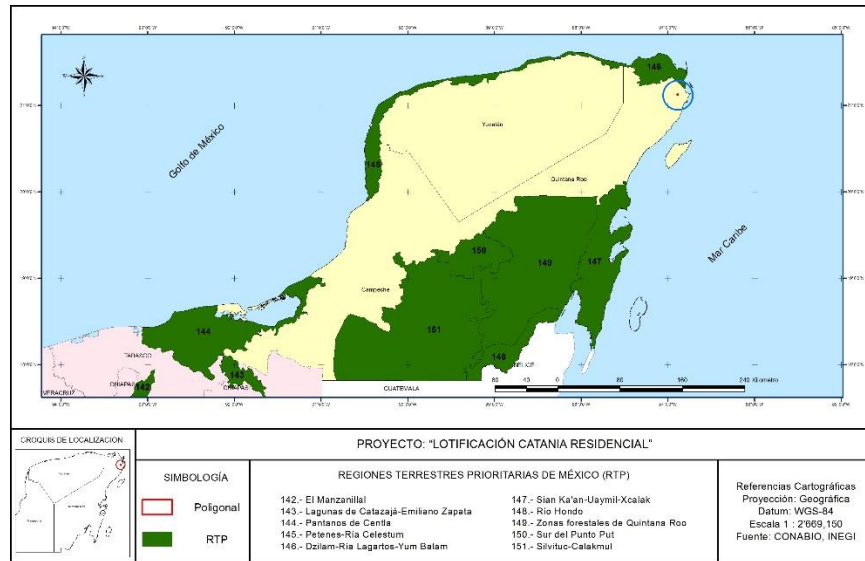
Existe el **Programa de Desarrollo Urbano de la Ciudad de Cancún, Quintana Roo 2014-2030**, en el cual se contempla a la zona del predio, como parte del área de crecimiento urbano de la ciudad de Cancún, para el desarrollo habitacional de esa ciudad.

Por su parte, el **Programa Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez** en su actualización del 28 de febrero de 2014 establece que la ubicación del predio se circunscribe dentro de la UGA 21, con política de Aprovechamiento Sustentable, como se describirá y quedará evidenciado posteriormente en el capítulo XIV de este documento.

Una de las consideraciones importantes que el sitio tiene es que existen las condiciones propicias de logística que requiere un proyecto de esta naturaleza al encontrar la infraestructura para dotar de inmediato de servicios al proyecto como es la energía eléctrica, agua potable y drenaje sanitario municipal, la cual se encuentra disponible por ser parte de la planeación y desarrollo de la ciudad de Cancún ya que es la zona donde se están desarrollando diversos proyectos de carácter inmobiliario.

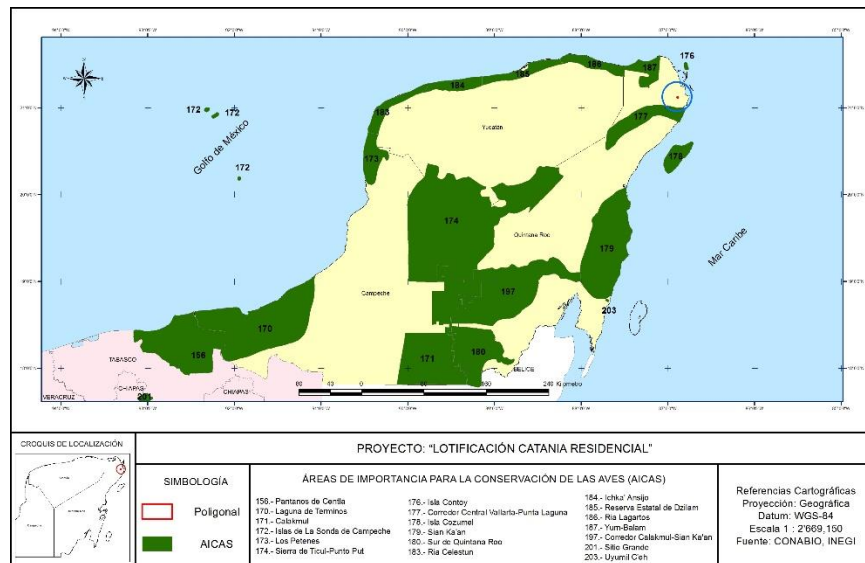
Una de las consideraciones importantes que la propia LGEEPA establece en el tema de Regulación Ambiental de los asentamientos humanos es precisamente reducir las tendencias a la suburbanización y evitar la afectación de áreas con alto valor ambiental. De ahí que el predio del proyecto esté alineado con estos criterios ya que el uso del predio está destinado e identificado dentro del área urbana de Cancún; existe una fragmentación ecosistémica puesto que la vegetación identificada está impactada y por tanto, no se considera una zona de alto valor ecológico.

La cercanía a la ciudad reducirá la presión en las áreas forestales y el riesgo de fragmentación de otras áreas con mayor valor ecológico ya que el predio se localiza inclusive fuera de áreas consideradas por la CONABIO como de "regiones terrestres prioritarias".



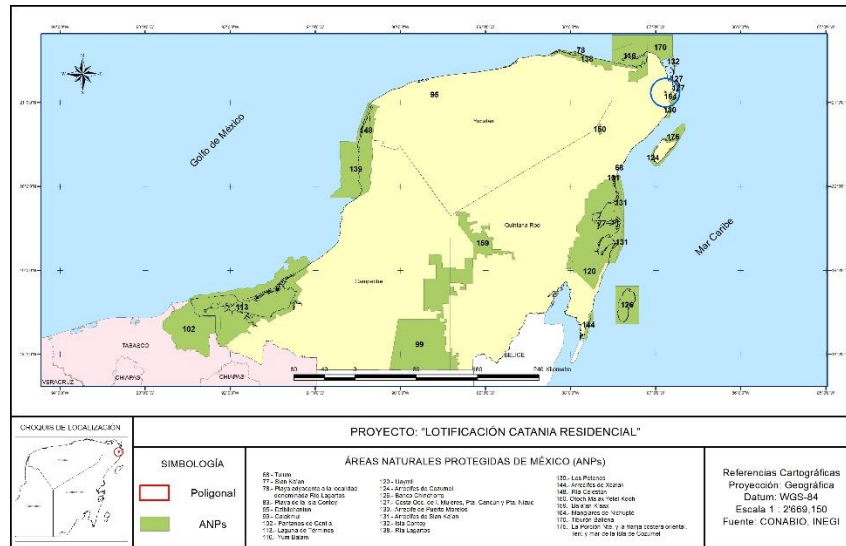
Plano No. 9 Ubicación del predio con respecto a las Áreas Terrestres Prioritarias (CONABIO).

En el caso de las Areas de Importancia para la Conservación de las Aves, la zona del proyecto no está comprometida ya que no existe una zona AICAS que resulte afectada por el proyecto.



Plano No. 10 Ubicación del predio en el contexto de las AICAS.

Con respecto a las áreas naturales protegidas, el proyecto tampoco está afectando o colindando con algún tipo de área protegida ya sea de carácter federal, estatal o municipal, por lo que tampoco se pone en riesgo este tipo de estrategias de conservación de la biodiversidad.



Plano No. 11 Ubicación del predio en el contexto de las Areas protegidas de conservación.

En el proceso de largo plazo, se reducirán costos a la población y se reducirán las emisiones de carbono por movilidad en distancias cortas, comparado contra un proyecto que quede alejado de la ciudad y que requeriría mayores consumos de energía y tiempos aplicados para llegar al destino dentro de la ciudad de Cancún.

II.5. Trabajos a desarrollar para establecer el proyecto.

Para las actividades de preparación del predio que implica además el cambio de uso del suelo, se prevén las siguientes acciones

- **Notificación de inicio de las actividades con motivo del cambio de uso de suelo;** Previo al inicio de las actividades se procederá a presentar el aviso ante la delegación de PROFEPA y SEMARNAT.
- **Delimitación física de las áreas de desmonte;** Se delimitaran físicamente las áreas de desplante con respecto al área arbolada dentro del predio y áreas verdes, así como las áreas colindantes al mismo.

Se colocarán letreros informativos y preventivos relacionados con las actividades de seguridad, peligro, respeto por la flora y la fauna, límites de velocidad y otros que se consideren necesarios para el buen desarrollo de la obra.

- **Colocación de un tapial, malla o franja delimitadora.** Se colocara un tapial, malla o franja delimitadora u otro material que cumpla la función requerida para limitar la zona de construcción y reducir el impacto visual a las personas. Igualmente se utilizará material para delimitar áreas verdes que se dejarán con árboles dentro de áreas jardinadas.

- **Preparación y rescate de especies de flora a rescatar;** Para el rescate de individuos de flora se procederá a su identificación, marcado y proceso de extracción y traslado hacia un área del predio donde se instalará el vivero provisional.

Antes de iniciar las obras se instalará un vivero temporal con el fin de que los ejemplares de la vegetación que se rescaten se mantengan en el predio hasta su reforestación, la cual se planea llevar a cabo cuando se concluya el proyecto.

En caso que en las áreas a desmontar existan especies que por su fase de crecimiento, estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010, endemismo o utilidad, serán rescatadas y conservadas en el vivero.

Una vez delimitadas las áreas de desplantes y de áreas verdes se procederá a realizar el rescate ecológico de flora. El rescate estará dirigido por un Ingeniero Forestal o Biólogo con amplio conocimiento de la flora nativa se encargará de marcar con cinta de color visible las plantas que deberán ser rescatadas, tomando como base las disposiciones establecidas en el oficio de autorización y en su caso del DTU-A y lo señalado por la autoridad ambiental Municipal; el rescate de flora incluirá tanto individuos completos como partes vegetativas o reproductivas (frutos y semillas).

- **Rescate de fauna (solo en caso de detectarse);** En caso de detectarse individuos de fauna silvestre se procederá a implementar el programa de rescate y su reubicación ya sea en áreas aledañas al predio o donde la autoridad juzgue conveniente.

En el caso de la fauna, un Biólogo se encargará de localizar los especímenes que por diversas razones no tengan posibilidad de desplazamiento cuando inicie el despalme de la vegetación. En estos casos se emplearán técnicas adecuadas de captura y transporte, según el grupo al que pertenezca la especie (reptiles, aves o mamíferos), para reubicarlos en las zonas que aseguren al máximo su sobrevivencia.

- **Desmote y despalme de las áreas de desplante previamente señalizadas;** El desmote del predio será dirigido por personal debidamente capacitado de acuerdo a los criterios ambientales que se emitan en las disposiciones oficiales y en este Documento Técnico Unificado modalidad A.

En las áreas liberadas se utilizará machete, hacha y motosierra para el corte de la vegetación en las áreas colindantes del predio y zonas arboladas en las áreas jardinadas verdes del proyecto y con maquinaria pesada en el resto de las áreas liberadas. Los individuos arbóreos de mayor talla se derribarán hacia las zonas de corte de vegetación y en ningún caso se realizará hacia las zonas de vegetación arbolada en áreas jardinadas o colindante al predio. En el caso de los troncos de árboles, serán seccionados en dimensiones que permitan su traslado por trabajadores hacia zonas de acopio temporal. Los árboles con potencial de aprovechamiento como producto de escuadría o palizada serán seleccionados para aprovecharse en estructuras constructivas en el mismo proyecto.

Durante el proceso de despalme, se realizará acopio de tierra vegetal donde las condiciones de abundancia y/o espesor de la capa del suelo lo permitan. Este material será concentrado temporalmente en el sitio y transportado a la zona de vivero provisional para su uso en la propagación de plantas o producción de composta.

La limpieza del terreno en la parte ya impactada, consistirá en remover los restos de escombros y la maleza, por medio de chapeo y limpieza con medios manuales y mecánicos.

- **Acopio y triturado del material vegetal resultante del desmonte;** Los troncos seleccionados obtenidos del derribo direccional se trasladarán a un sitio donde se almacenarán su posterior triturado con la ayuda de un molino a fin de obtener composta para jardinados o bien el material se retirará a sitios de disposición de residuos sólidos autorizado por la autoridad municipal.

El sitio de almacenamiento tendrá un acceso restringido para evitar que puedan presentarse accidentes o posibles incendios por descuido o negligencia.

- **Manejo de las especies vegetales para su conservación dentro del área del vivero provisional en el predio;** El vivero provisional contará con las condiciones adecuadas para el mantenimiento de las especies rescatadas y posterior reforestación en sitios que se usarán para jardinería o para su entrega al municipio.
- **Entrega del informe de final del CUS.** Una vez terminado el proceso de despalme se procederá a presentar el informe final del cambio de uso del suelo avalado por el Responsable técnico (Ingeniero forestal), a la Delegación de la PROFEPA y de la SEMARNAT. Se redactarán los informes que a Autoridad considera necesarios durante el proceso de desarrollo del proyecto.

Posterior a la remoción de la vegetación y ya en la etapa constructiva del proyecto se procederá a realizar las siguientes acciones.

Construcción general para lotificación y urbanización

- **Trazo y nivelación.**- Se considera que con la topografía de detalle y las cotas del proyecto se podrán marcar en el terreno todos los puntos necesarios que permitan la construcción del fraccionamiento en general, se pondrán puntos de apoyo con mojoneras de concreto para poder referenciar los trazos del proyecto.
- **Cortes y excavaciones.**-Los cortes se realizaran con tractor de oruga y las excavaciones con excavadora el materiales colocara en almacenes temporales para su uso en el proyecto o su envió al lugar que determine el municipio.. Se realizarán zanjas de acuerdo a proyecto para la instalación de la red interna de agua potable, red de drenaje y red eléctrica, las cuales estarán conectadas a las correspondientes municipales.
- **Pavimentación:** Se llevará a cabo la pavientación de las vilaidades de acuerdo a diseño y materiales.

- **Rellenos compactados.**- Se realizarán utilizando material producto de las excavaciones y cortes y material de banco, se formaran y compactaran al 95% de la prueba Proctor utilizando el agua necesaria para lograr este fin.
- **AcometidaS:** Se dejarán instalaciones de acometidas eléctricas a lotes asi como conexiones para agua potable y drenaje sanitario.
- **Reforestación y jardinería.**- Se conservarán los árboles importantes y se reforestará con las plantas rescatadas y reproducidas en el vivero.
- **Operación y mantenimiento.**- Se realizará con personal del fraccionamiento a través de un programa que se realizara y acordara con los propietarios de las viviendas.

II.5. Programa de trabajo

El proyecto requiere de un calendario de trabajo que implicará un periodo de aproximadamente 24 Bimestres (4 años). Se ha incluido el tiempo previsto para la construcción de viviendas. El proyecto de construcción de las casas se someterá, por competencia, al Instituto de Impacto y Riesgo Ambiental del Gobierno del Estado de Quintana Roo, a quien le corresponde dictaminar el impacto ambiental del proyecto, ya que con el presente Documento Técnico Unificado Modalidad "A" sólo se solicita la autorización del cambio de uso del suelo en terrenos forestales para la lotificación del predio.

Para la etapa de operación, debido a que el proyecto está destinado al establecimiento de vivienda, se prevé una duración de 90 años con los mantenimientos preventivos y correctivos que cada propietario otorgue a sus viviendas.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD “A” PARA EL CAMBIO DE USO DEL SUELO
“LOTIFICACIÓN RESIDENCIAL CATANIA”; BENITO JUAREZ, QUINTANA ROO**

Cuadro No. 7 Programa de trabajo para el proyecto.

CONCEPTO	PROGRAMA DE TRABAJO																							
	1 AÑO						2 AÑO						3 AÑO						4 AÑO					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
TRABAJOS PARA EL CUS																								
Notificación de inicio de actividades																								
Delimitación del Área																								
Capacitación a los trabajadores																								
Preparación y rescate de especies de flora a rescatar;																								
Ubicación del Vivero																								
Rescate de Fauna (solo en caso que se requiera)																								
Desmonte y despalme de las áreas de desplante previamente señalizadas;																								
Manejo de las especies vegetales para su conservación dentro del vivero																								
Retiro del material vegetal resultante del desmonte;																								
Entrega del informes del CUS.																								
INSTALACIONES GENERALES																								
Instalación eléctrica																								
Instalación Hidrosanitaria																								
Instalación pluvial																								
Instalación hidráulica																								

CONCEPTO	PROGRAMA DE TRABAJO																							
	1 AÑO						2 AÑO						3 AÑO						4 AÑO					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Instalación sanitaria																								
Pavimentos en arroyos y calles.-																								
Guarniciones y banquetas																								
Jardinería																								
Limpieza general de obra																								
TRABAJOS PREVISTOS PARA LA CONSTRUCCION DEL PROYECTO																								
Trazo y nivelación																								
Preparación de plataformas																								
Excavación de cepas																								
Construcción de Viviendas y áreas comerciales																								
Construcción de viviendas																								

III. UBICACIÓN Y SUPERFICIE DEL PREDIO O CONJUNTO DE PREDIOS Y DELIMITACIÓN DE LA PORCIÓN EN DONDE SE PRETENDA REALIZAR EL CAMBIO DE USOS DE SUELO A TRAVÉS DE PLANOS GEORREFERENCIADOS

III.1. Ubicación del predio o conjunto de predios donde se ubica el proyecto.

El predio se ubica en la zona norte del estado en el municipio de Benito Juárez, Quintana Roo.

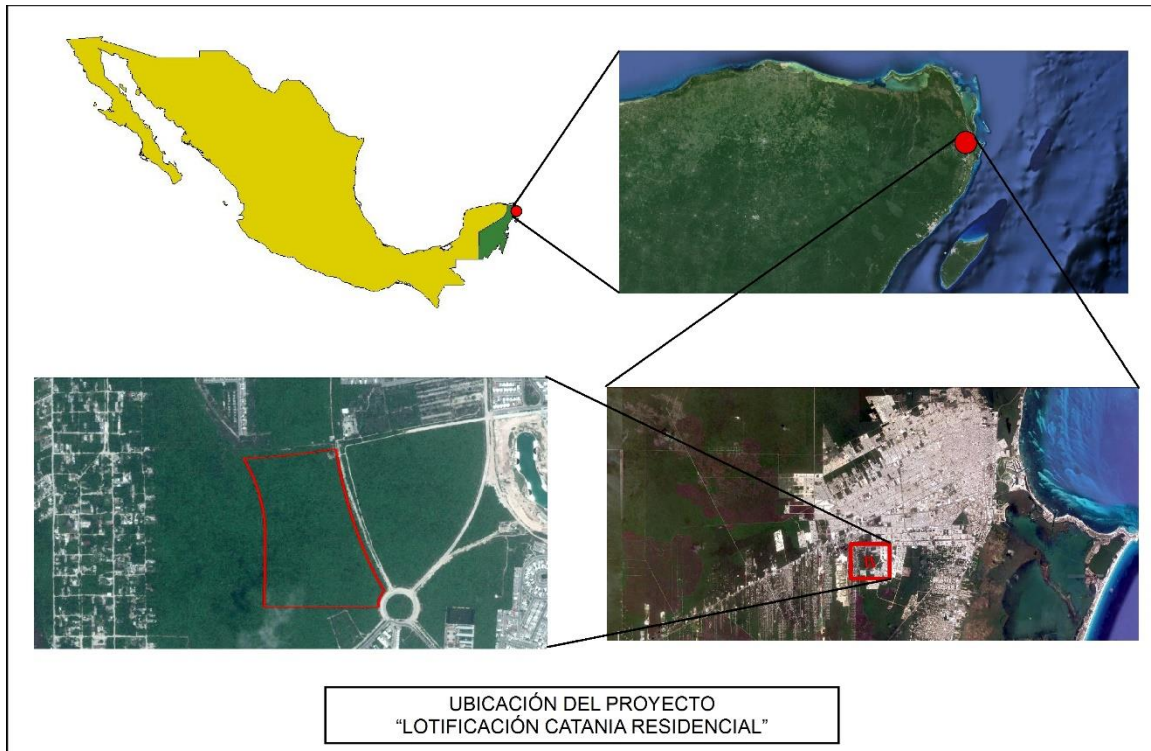
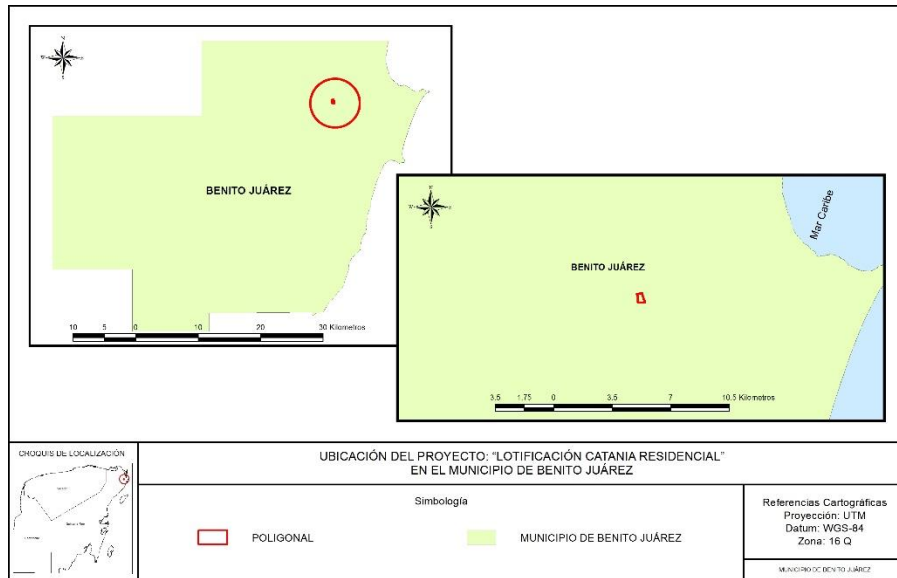


Figura No. 6 Identificación general de la ubicación del predio del proyecto.

III.2. Representación gráfica de la ubicación geográfica y geopolítica.

El proyecto "Lotificación Catania Residencial" quedará localizado en Avenida La Rioja S/N, Lote 02, Manzana 01, Supermanzana 319, en la ciudad de Cancún, Municipio de Benito Juárez, Estado de Quintana Roo.



Plano No. 12 Ubicación geopolítica del predio en el contexto del municipio.

En el caso del PDU de la ciudad de Cancún, el proyecto está ubicado en la parte Norponiente de la ciudad como se observa en el plano correspondiente.

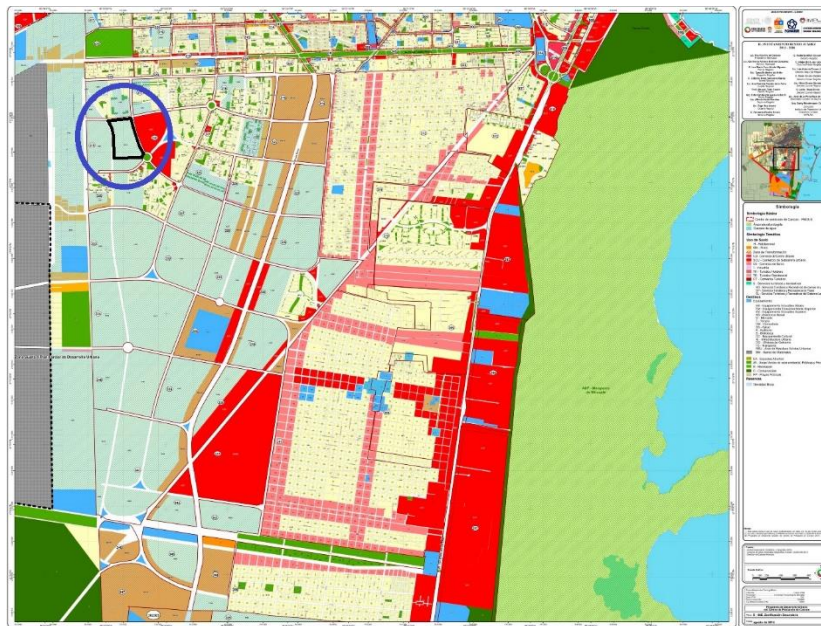
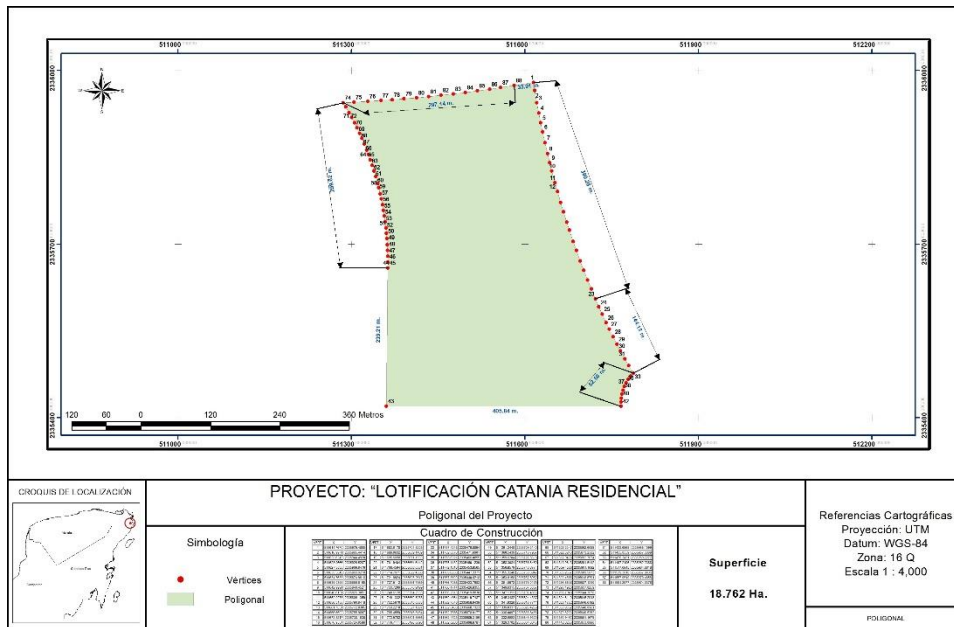


Figura No. 7 Ubicación del Predio en el PDU de la Ciudad de Cancún

III.3. Ubicación y delimitación física de la superficie del proyecto

El predio cuenta con una superficie de 18.762 hectáreas y la poligonal georeferenciada en coordenadas UTM y DATUM WGS 84 se identifica en el plano y cuadros siguientes.



Plano No. 13 Poligonal usada para el diseño del proyecto de Lotificación Catania Residencial.

A continuación se presentan los principales vértices del cuadro de construcción de la poligonal envolvente del predio donde se ubicará el proyecto.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD “A” PARA EL CAMBIO DE USO DEL SUELO
“LOTIFICACIÓN RESIDENCIAL CATANIA”; BENITO JUAREZ, QUINTANA ROO**

Cuadro No. 8 Coordenadas dl predio

VERT	X	Y	VERT	X	Y	VERT	X	Y	VERT	X	Y	VERT	X	Y	VERT	X	Y
1	511,614.8	2,335,979.5	17	511,683.6	2,335,704.5	33	511,787.4	2,335,476.9	49	511,361.3	2,335,709.3	65	511,326.3	2,335,848.7	81	511,433.7	2,335,955.1
2	511,617.0	2,335,965.4	18	511,689.1	2,335,689.1	34	511,782.8	2,335,471.7	50	511,360.5	2,335,718.8	66	511,322.0	2,335,873.3	82	511,455.1	2,335,957.3
3	511,620.6	2,335,944.5	19	511,695.7	2,335,671.1	35	511,778.7	2,335,466.1	51	511,359.6	2,335,727.8	67	511,317.9	2,335,882.8	83	511,476.3	2,335,959.7
4	511,624.0	2,335,926.5	20	511,701.9	2,335,654.6	36	511,775.1	2,335,460.1	52	511,358.3	2,335,738.6	68	511,314.0	2,335,891.5	84	511,497.2	2,335,962.2
5	511,627.3	2,335,909.6	21	511,708.5	2,335,638.1	37	511,772.1	2,335,453.9	53	511,356.9	2,335,748.9	69	511,309.4	2,335,901.2	85	511,517.7	2,335,964.9
6	511,630.6	2,335,893.9	22	511,714.8	2,335,622.4	38	511,769.7	2,335,447.3	54	511,355.3	2,335,758.4	70	511,305.3	2,335,909.5	86	511,539.3	2,335,967.8
7	511,634.8	2,335,875.0	23	511,722.0	2,335,605.3	39	511,767.9	2,335,440.6	55	511,353.6	2,335,767.9	71	511,300.5	2,335,918.7	87	511,558.0	2,335,970.5
8	511,639.0	2,335,856.6	24	511,727.9	2,335,591.7	40	511,766.7	2,335,433.8	56	511,351.6	2,335,778.0	72	511,295.9	2,335,927.1	88	511,581.3	2,335,974.0
9	511,643.0	2,335,840.5	25	511,733.7	2,335,578.9	41	511,766.2	2,335,426.8	57	511,349.6	2,335,787.0	73	511,290.2	2,335,937.0			
10	511,646.6	2,335,826.3	26	511,740.6	2,335,564.3	42	511,766.3	2,335,419.9	58	511,347.1	2,335,797.5	74	511,285.8	2,335,944.4			
11	511,652.0	2,335,806.1	27	511,746.1	2,335,552.9	43	511,360.4	2,335,419.7	59	511,345.3	2,335,804.4	75	511,304.6	2,335,945.3			
12	511,656.3	2,335,790.6	28	511,752.6	2,335,540.1	44	511,362.7	2,335,658.9	60	511,341.9	2,335,816.8	76	511,328.2	2,335,946.6			
13	511,661.8	2,335,772.0	29	511,759.2	2,335,527.2	45	511,362.8	2,335,668.7	61	511,339.0	2,335,826.4	77	511,350.9	2,335,948.1			
14	511,666.7	2,335,756.0	30	511,765.5	2,335,515.5	46	511,362.8	2,335,678.9	62	511,336.0	2,335,835.8	78	511,370.5	2,335,949.5			
15	511,672.3	2,335,738.2	31	511,773.0	2,335,501.9	47	511,362.5	2,335,689.3	63	511,332.6	2,335,845.9	79	511,390.9	2,335,951.2			
16	511,677.0	2,335,724.1	32	511,779.7	2,335,490.1	48	511,362.0	2,335,698.9	64	511,329.4	2,335,854.7	80	511,412.8	2,335,953.1			

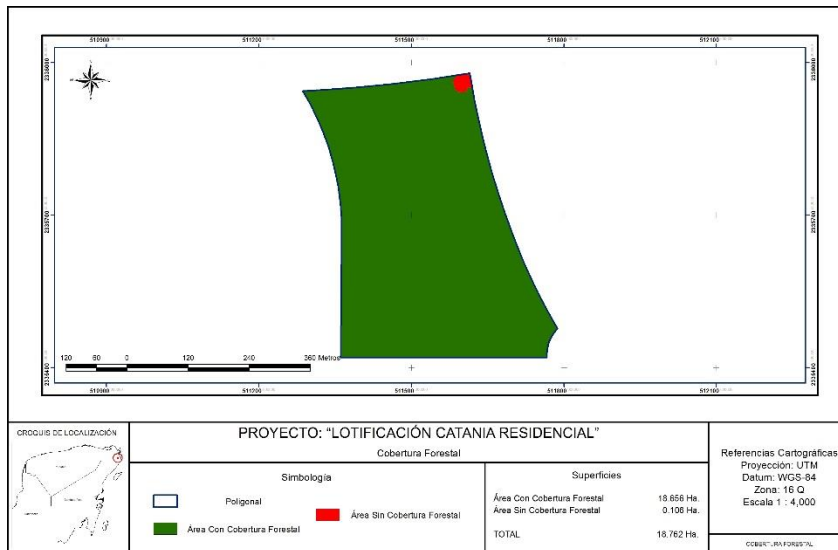
Las colindancias son las siguientes, de acuerdo a lo indicado por catastro municipal:

NORTE:	CON	AVENIDA LA RIOJA
SUR:	CON	LOTE 01 DE LA MANZANA 50
ESTE:	CON	AVENIDA ROBLES
OESTE:	CON	AVENIDA VILLA MAYA
CLAVE CATASTRAL:	601 8 319 001 002 00 000	

Con base en imágenes de satélite recientes, verificaciones en campo a través de recorridos e inventario forestal, se procedió a delimitar y cuantificar la superficie de las áreas consideradas como forestales. Se ha definido que existen 18.656 hectáreas con selva mediana subperennifolia con vegetación secundaria en proceso de degradación y que significan el 99.43% del predio, el resto de la superficie e considera afectada por impactos antropogénicos por los motivos ya indicados en el capítulo I.

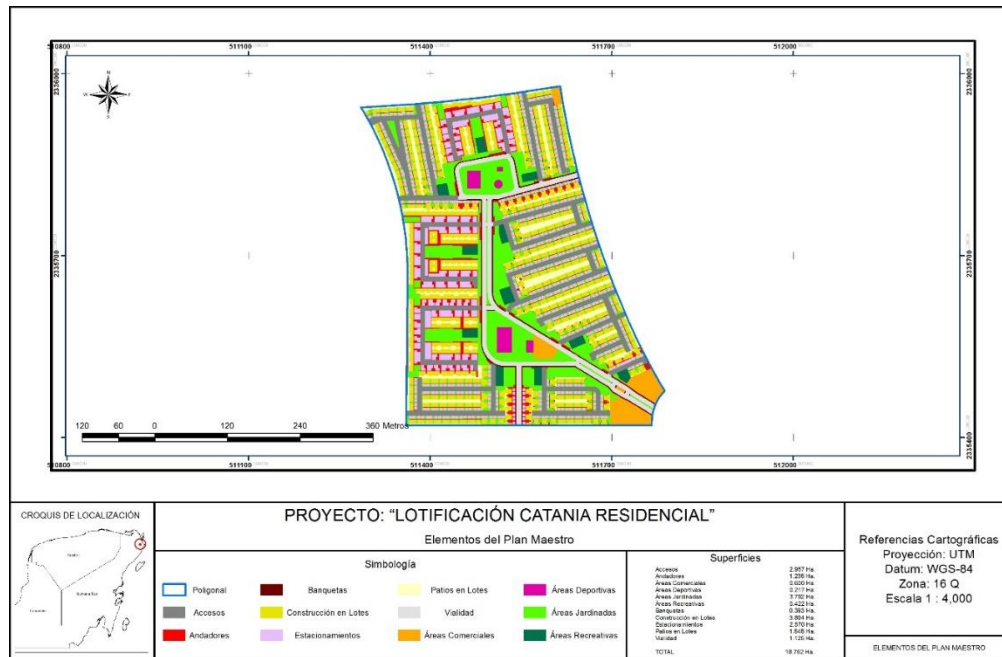
Cuadro No. 9 Superficies de acuerdo a condición de cobertura vegetal del predio.

Tipo de vegetación	Superficies (ha)	%
Selva Mediana Subperennifolia	18.656	99.435
Sin Vegetación Forestal	0.106	0.565
TOTAL	18.762	100.000



Plano No. 14 Superficies por condición de cobertura forestal presente en el predio.

Así las cosas, el Plan Maestro del proyecto denominado Lotificación Catania Residencial se puede identificar en el plano, en el cual se pueden apreciar los distintos elementos que lo integran en el contexto de esta poligonal



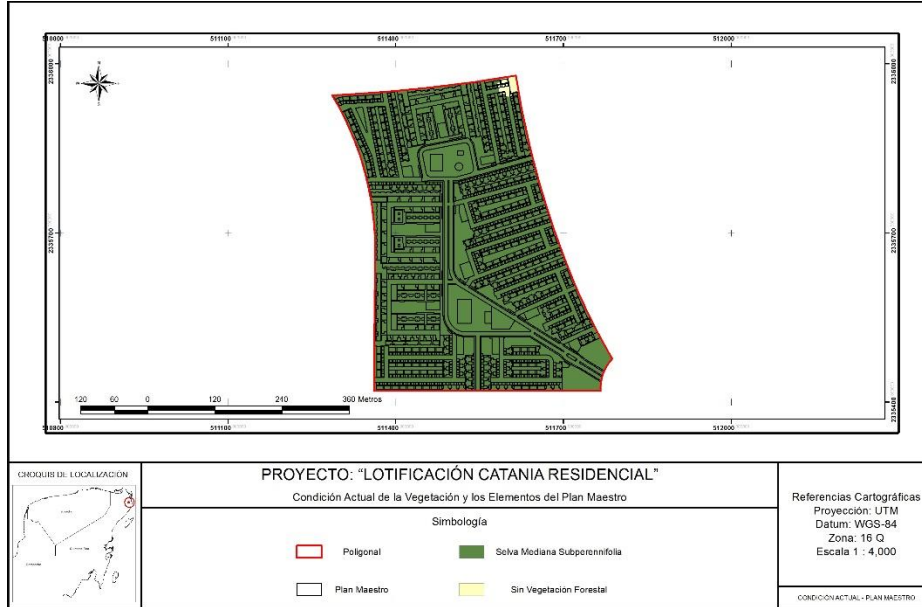
Plano No. 15 Identificación de las áreas para el cambio de uso del suelo en terrenos forestales.

De esta manera y con el análisis realizado en el Capítulo II y Capítulo III se puede apreciar que el proyecto afectará 18.656 hectáreas de selva mediana subperennifolia con vegetación secundaria en proceso de degradación y dejará como áreas nativas 3.715 hectáreas. Así mismo, incorpora 0.104 hectáreas como área a reforestar, al concepto de vegetación nativa, independientemente de que todas las áreas serán reforestadas, debido al grado de deterioro que éstas tienen.

Cuadro No. 10 Elementos del plan maestro de acuerdo a la superficie que ocupan por tipo de vegetación y uso del suelo actual.

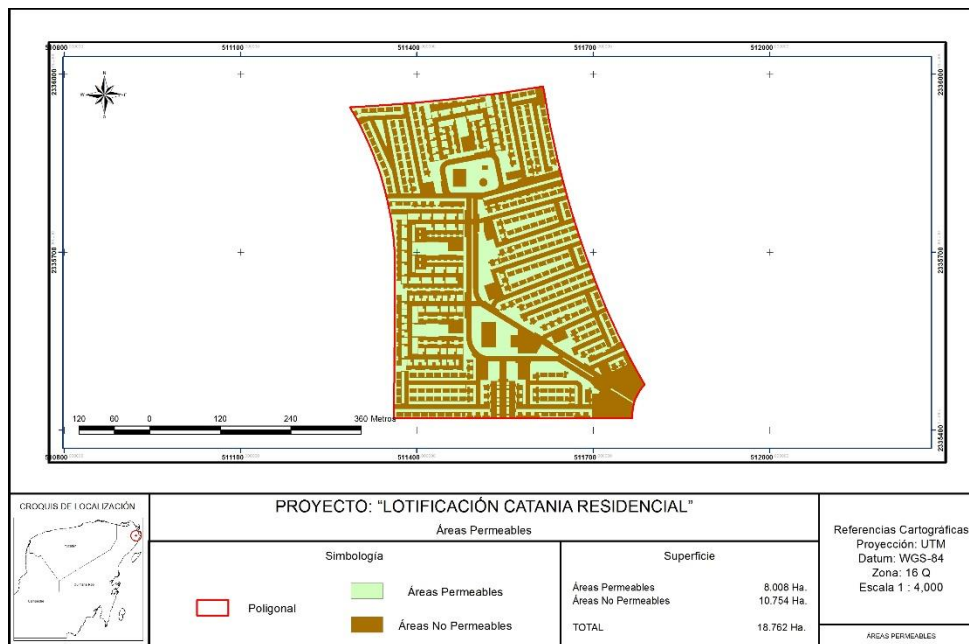
TIPO	Selva Mediana Subperennifolia (ha)	Sin Vegetación Forestal (Ha)	TOTAL (Ha)
Accesos	2.932	0.025	2.957
Andadores	1.232	0.004	1.236
Áreas Comerciales	0.557	0.043	0.600
Áreas Deportivas	0.217	0.000	0.217
Áreas Jardinadas	3.785	0.007	3.792
Áreas Recreativas	0.422	0.000	0.422
Banquetas	0.393	0.000	0.393
Construcción en Lotes	3.793	0.011	3.804
Estacionamientos	2.558	0.012	2.570
Pacios en Lotes	1.642	0.004	1.646
Vialidad	1.125	0.000	1.125
TOTAL	18.656	0.106	18.762

Del análisis de las diferentes condiciones de cobertura y la distribución del plan maestro se obtiene el plano que se indica a continuación, lo cual ha permitido obtener la superficie que se propone para el cambio de uso del suelo en terrenos forestales y la que habrá de aprovecharse en áreas desprovistas de cobertura forestal o que requieran de reforestación.



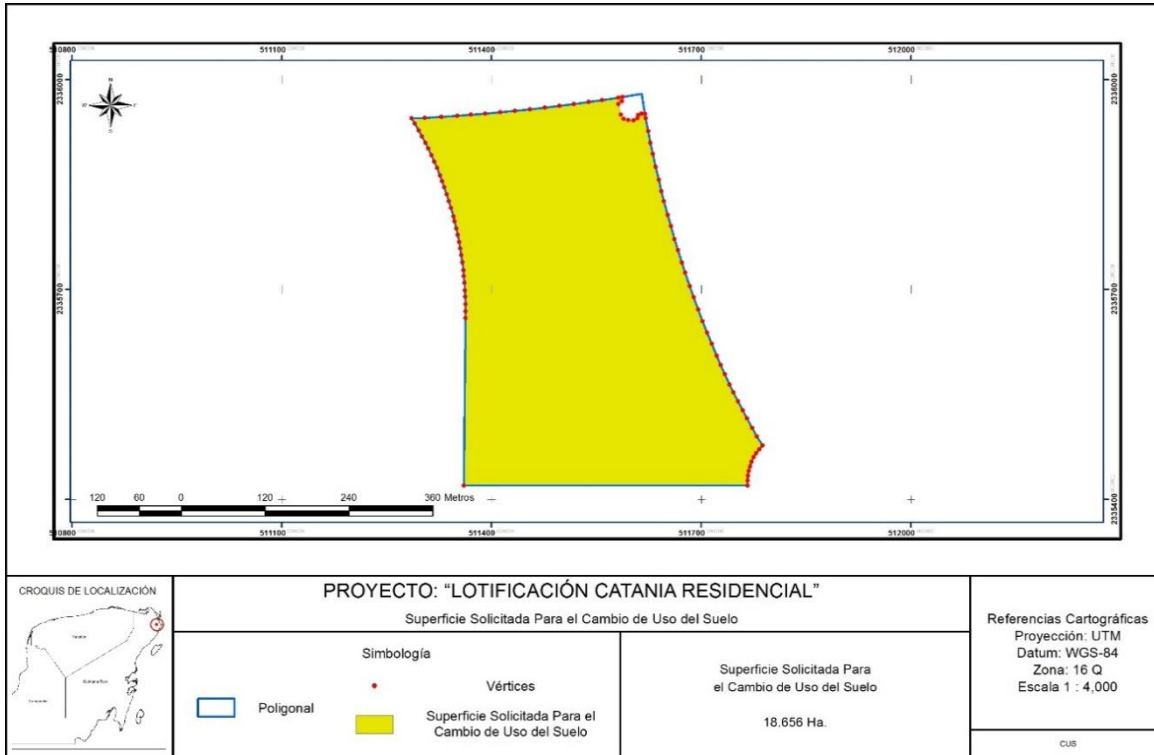
Plano No. 16 Identificación de las áreas sin vegetación y de cambio de uso de suelo

En el plano siguiente se pueden observar las áreas verdes del proyecto que serán las zonas permeables en general.



Plano No. 17 Identificación de las áreas permeables y zonas verdes del proyecto.

De esta manera, a continuación se presentan la poligonal del Cambio de uso de suelo (CUSTF) propuesto con una superficie de 18.656 hectáreas en el predio del proyecto.



Plano No. 18 Área del Cambio de Uso de suelo para el proyecto.

A continuación se muestra un cuadro en el que se puede identificar la superficie propuesta para el cambio de uso del suelo que es de 18.656 hectáreas, que corresponde al total de la vegetación forestal con que cuenta el predio. Se ha solicitado el total de la superficie sin menoscabo de que el proyecto habrá de mantener áreas jardinadas arboladas con el objetivo de que los habitantes del sitio dispongan de zonas verdes que puedan usar como sitios de esparcimiento y no estén limitados estrictamente a zonas urbanizadas.

Este concepto generará un plus en la calidad de predio en cuanto a áreas verdes disponibles para sus habitantes ya que estas zonas corresponden a una superficie de 3.792 que implican un 20.21% de la superficie total del proyecto, de ahí que la propuesta del proyecto sea el aprovechamiento del total del predio. Las áreas verdes serán enriquecidas con la reforestación a través de ejemplares obtenidos en el rescate y especies ornamentales autorizadas o permitidas para tales fines.

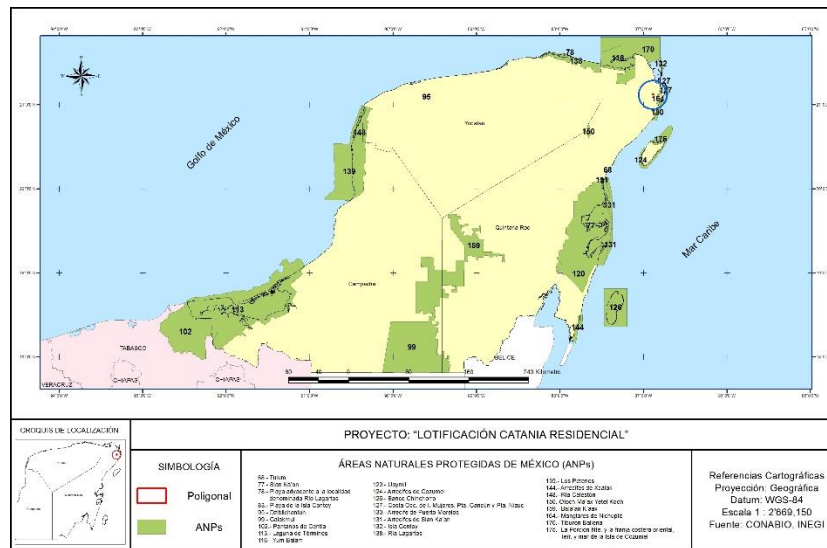
Cuadro No. 11 Distribución general de las superficies del proyecto "Lotificación Catania Residencial"

Tipo de vegetación	Superficie total (Ha)	Superficie de afectación por proyecto (Ha)	Superficie con vegetación nativa (Ha)	% aprovechamiento	% Vegetación nativa
Selva Mediana Subperennifolia	18.656	18.66	-	100.00	-
Superficie con cobertura forestal	18.656	18.656	0	100.00	-
Terreno No Forestal	0.106	0.106	0	100.00	-
Superficie sin cobertura forestal (terreno no forestal)	0.106	0.106	0	100.00	-
TOTAL cobertura forestal + cobertura no forestal	18.762	18.762	0	100.00	-

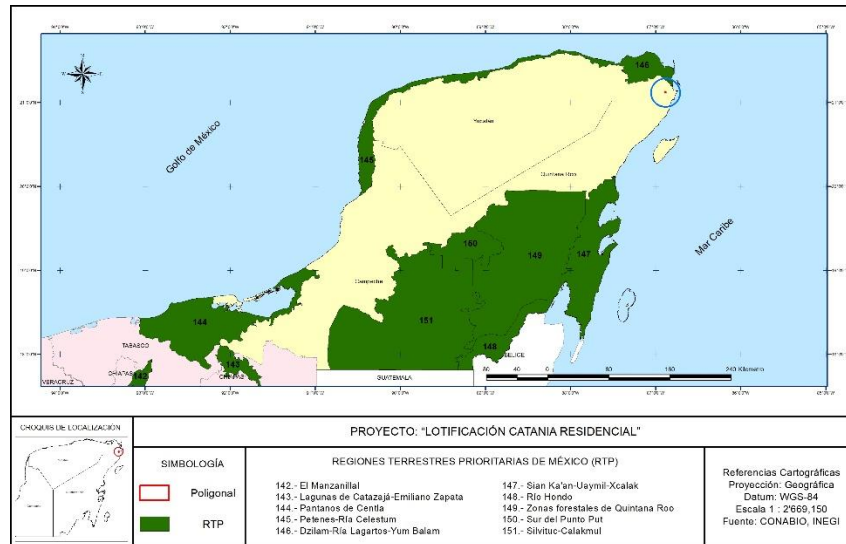
III.4 Indicar si el proyecto se ubica dentro de alguna modalidad de Área Natural Protegida (ANP)

El área del proyecto corresponde a una zona destinada al aprovechamiento Urbano Sustentable de la ciudad de Cancún por lo que no se identifica ninguna ANP dentro del predio o en su colindancia, ni alguna Región Terrestre Prioritaria definida por la CONABIO o AICA como se podrá observar en los planos siguientes.

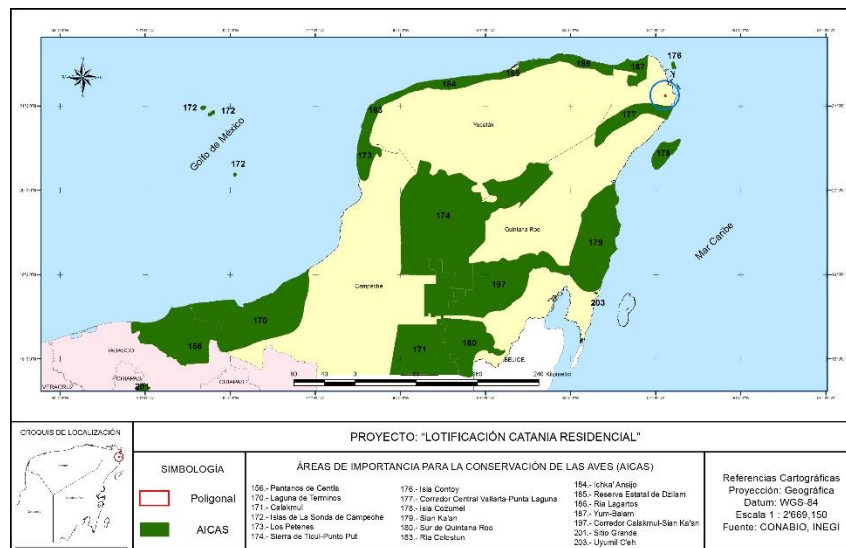
El proyecto se encuentra al menos a 6 km de la ANP Manglares de Nichupté que es la reserva de protección más cercana al sitio del proyecto. Es importante aclarar que la distancia entre la reserva y el proyecto está prácticamente destinada y ocupada por la mancha urbana de la ciudad de Cancún.



Plano No. 19 Ubicación del rpedio en el contexto de áreas naturales protegidas anivel regional.



Plano No. 20 Ubicación del predio en el contexto de la región terrestre prioritaria definida por CONABIO



Plano No. 21 Ubicación del predio en el contexto de AICAS.

III.5 Ubicación considerando ordenamientos ecológicos

En la zona del proyecto es aplicable el **Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo (POELMBJ)** actualizado mediante publicación oficial el 28 de febrero de 2014. En el ámbito local, el predio tiene la aplicación de los parámetros y criterios urbanísticos establecidos en el **Programa de Desarrollo Urbano de la Ciudad de Cancún, Publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo el 16 de Octubre de 2014.**

Cuadro No. 12 Instrumentos regulatorios en materia ambiental y urbanística que le aplican al proyecto.

Instrumento regulador	Decreto y/o publicación	Fecha de Publicación
PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL DEL MUNICIPIO DE BENITO JUÁREZ, QUINTANA ROO.	PERIÓDICO OFICIAL DEL GOBIERNO DEL ESTADO	28 de febrero de 2014
PROGRAMA DE DESARROLLO URBANO DE LA CIUDAD DE CANCÚN.	PERIÓDICO OFICIAL DEL GOBIERNO DEL ESTADO	16 de octubre de 2014

De esta manera se presentan los planos en los cuales queda indicada la ubicación con respecto a cada uno de esos ordenamientos normativos en materia ecológica y urbanística que le aplican al proyecto, en el capítulo XIV de este estudio se hace la vinculación amplia y completa para ambos ordenamientos locales.

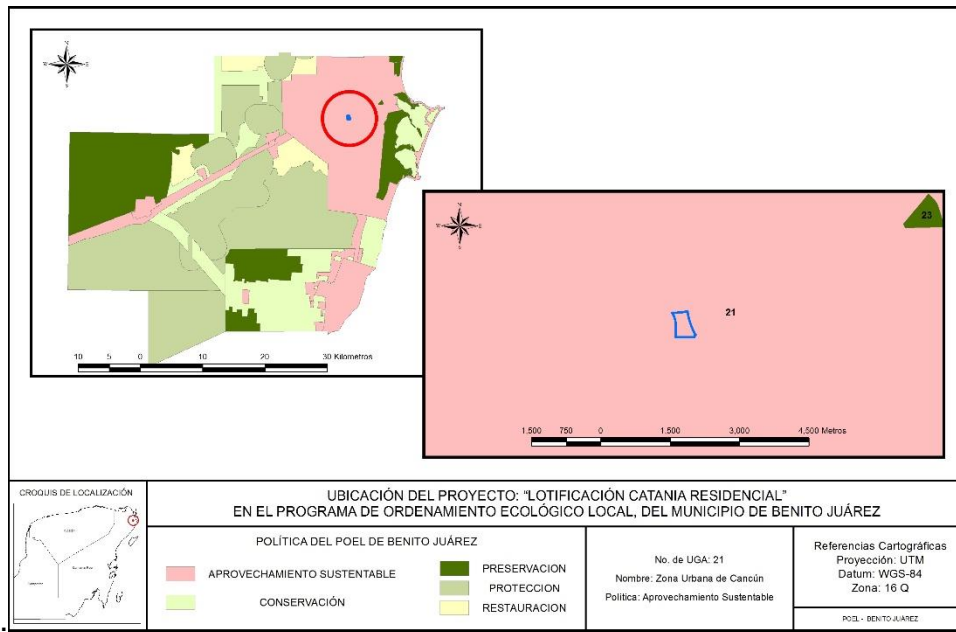
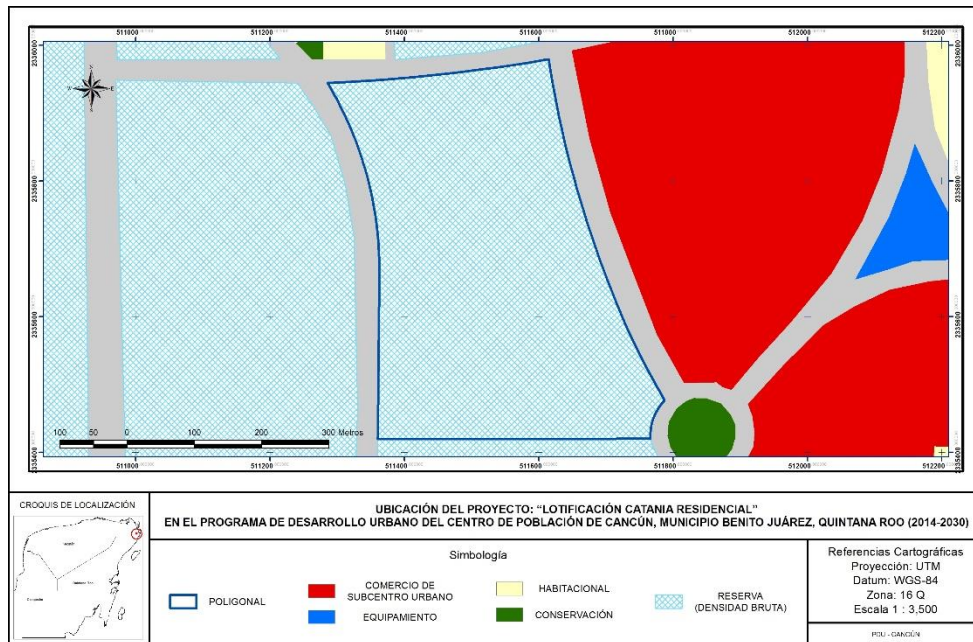


Figura No. 8 Ubicación del predio con respecto a la UGA 21 del Programa Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo que le aplica al proyecto.

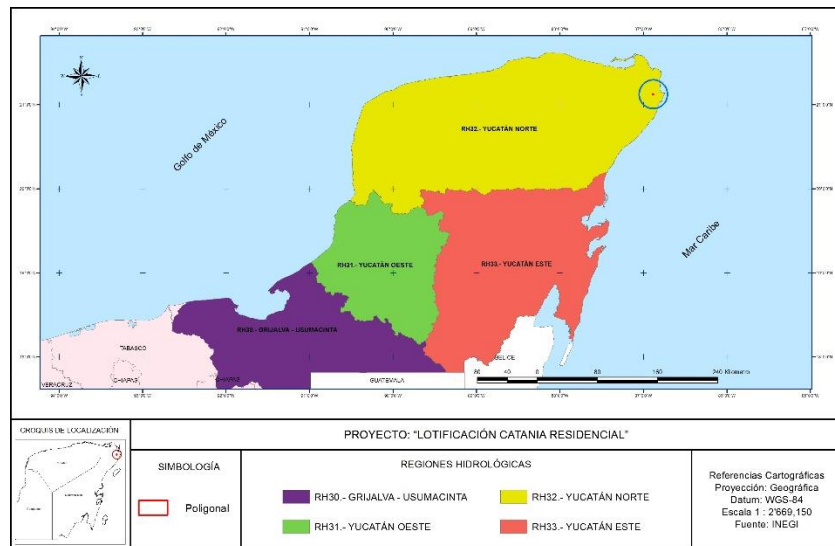


Plano No. 22 Ubicación del predio y la identificación de los usos del suelo que aplican para el proyecto en base al Programa de Desarrollo Urbano de la ciudad de Cancún, Quintana Roo.

IV. DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS FISICOS Y BIOLÓGICOS DE LA CUENCA HIDROLOGICO-FORESTAL EN DONDE SE UBIQUE EL PREDIO.

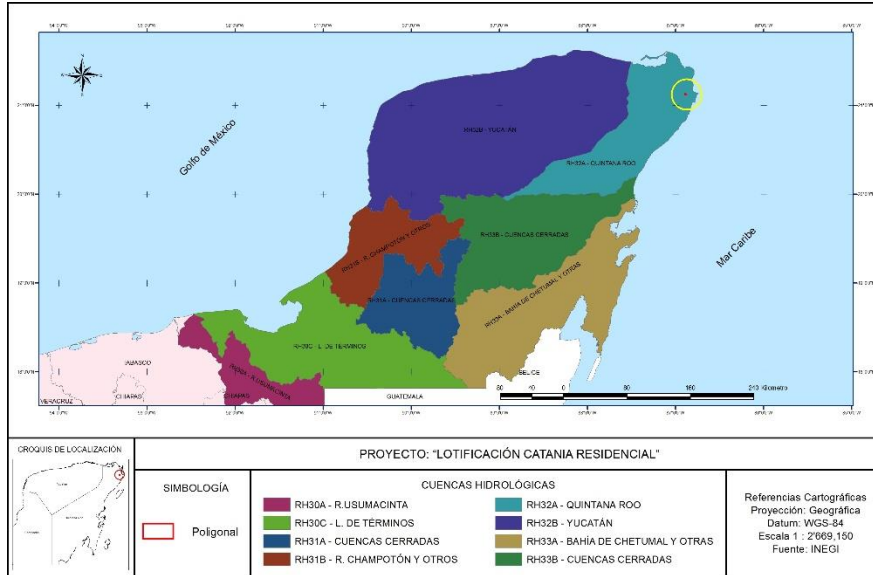
El proyecto se localiza dentro de la Región hidrológica 32 ubicada en la Península de Yucatán y denominada R.H. Yucatán Norte. Esta región hidrológica ocupa casi el 47% de la Península de Yucatán.

La Región hidrológica (RH32) comprende la parte norte de la Península y colinda: al oeste y norte con el Golfo de México, al este con el mar Caribe. En ella se incluyen las islas de Cozumel e Isla Mujeres, ambas del estado de Quintana Roo. Además abarca gran extensión del estado de Yucatán y fracciones de los estados de Quintana Roo y Campeche. Queda comprendida entre los 19° 45' a los 21° 40' de latitud Norte, y entre los 86° 50' y los 90° 30' de longitud Oeste.

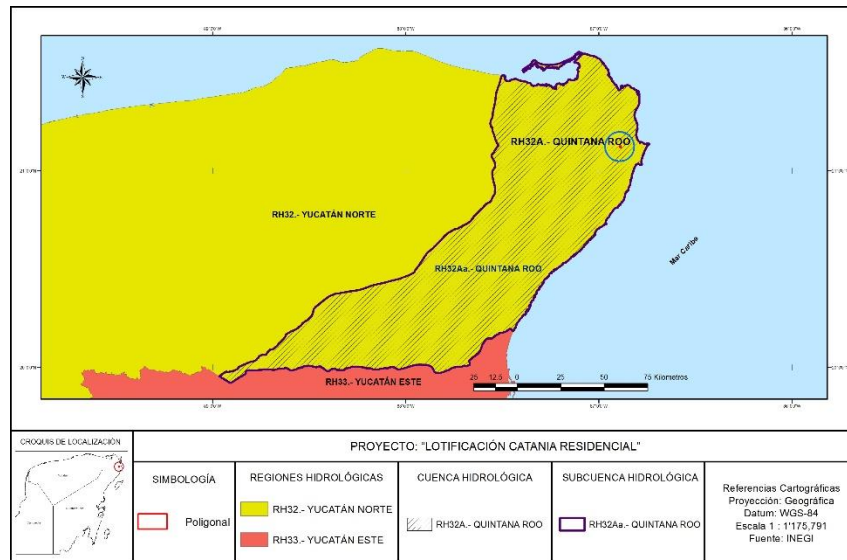


Plano No. 23 Identificación de la Región hidrológica Yucatán Este, en donde se ubica la ciudad de Cancún y en particular Cancún con el área del proyecto.

A su vez la región geohidrológica se subdivide en dos subcuencas que se definen como Cuenca RH32Ab Mérida y Subcuenca RH32Aa Quintana Roo siendo en ésta última donde se ubica el área del proyecto. La subcuenca hidrológica denominada RH32Aa Quintana Roo señalada por el INEGI, será la base de análisis para el proyecto en los términos establecidos por la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.



Plano No. 24 Subcuenca Hidrológica RH32Aa Quintana Roo en donde se localiza el sitio del proyecto.



Plano No. 25 Cuenca y Subcuenca Hidrológica RH32Aa Quintana Roo en donde se localiza el sitio del proyecto.

IV.1. Elementos Físicos

IV.1.1. Geomorfología

Geológicamente la Península de Yucatán es una estructura relativamente joven, su origen sedimentario se remonta a las formaciones rocosas del Mesozoico, sobre las cuales se han depositado arenas y estructuras de origen orgánico marino que han dado forma a una gigantesca loza caliza.

Los tipos de calizas sedimentarias que se encuentran en la formación son principalmente de tipo boundstone, grainstone y wackstone, dependiendo de las proporciones entre los elementos componentes y la velocidad de deposición que se dio en su momento en la zona. Sin embargo, lejos de permanecer estática, la formación empezó a ascender a pausas y retrocesos durante toda la era Cenozoica.

En la superficie de la Península de Yucatán ocupada por el estado de Quintana Roo se observan tres unidades o geosistemas principales (Lugo-hubp, 1992):

- Al norte domina una planicie estructural altamente permeable con una ligera inclinación al norte y con un sistema de fallas dirección (NO-SE), Cozumel es una isla formada por una estructura de tipo anticlinal básico a manera de pilar, los estratos calizos que forman tanto la planicie principal como la estructura insular conservan su actitud casi horizontal, el drenaje superficial es típicamente cárstico debido a la naturaleza suave y porosa de los sedimentos que conforman la estructura, domina una planicie con lomeríos de poca altura y se manifiesta por la misma naturaleza del terreno una ausencia total de escurrimientos superficiales dificultando la delimitación de cuencas o subsistemas en la región.
- Al sur alternan planicies internas con mesetas de desarrollo cárstico que alcanzan los 380 m de sobre el nivel del mar, en ésta región se pueden observar diversas unidades litológicas de origen sedimentario con depósitos calcáreos y detríticos de diferentes edades, en esta unidad encontramos expuestos algunos afloramientos del terciario inferior que presentan en su base lutitas de color verde con abundantes formaciones yesosas.
- Al Oriente sobre la línea de costa se aprecia un geosistema conformado por bloques de hundimiento producto de actividad tectónica en el que abundan los depósitos detríticos, eólicos, litorales, lacustres y palustres, la conformación principal está dada por materiales ligeros sedimentados, arena con conchectáreas, lodo calcáreo, arcilla y arena. Hacia el final del periodo Jurásico, hubo una extensa intrusión marina en la base de la península y toda la península quedó sumergida durante el cretáceo temprano convertida en un mar somero. Las rocas más antiguas de Yucatán son rocas metamórficas del paleozoico con un geosinclinal hundido en el Petén guatemalteco y Norte de Belice, la cual queda de manifiesto en los actuales terrenos bajos del norte de Belice y noroeste de Guatemala. El nivel del mar oscilante durante el cenozoico originó grandes depósitos someros de plataforma.

En la región Oriente y sur del estado, dominan rocas calizas del Paleoceno, son calizas arcillosas, parcialmente silicificadas, de color café amarillento, con presencia de nódulos de pedernal y microfauna mal preservada. Normalmente se encuentran cubiertas por una capa de caliche y por arenas margosas.

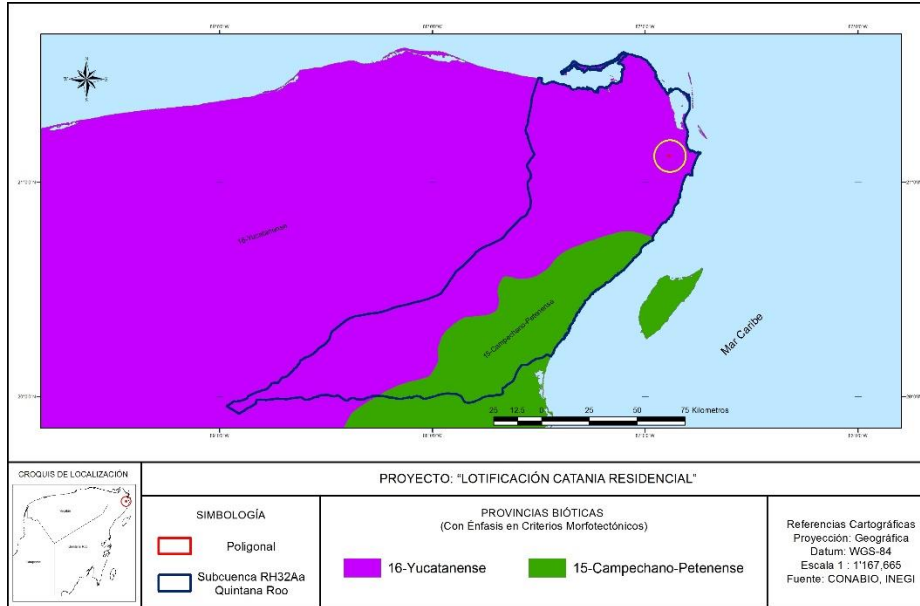
Estas rocas corresponden al Cretáceo superior y según Butterlin y Bonet (1962) subyacen a calizas del Eoceno medio, formando los afloramientos más antiguos del área. La geología encontrada en el predio corresponde a calizas del terciario.

Desde el punto de vista geomorfológico, se considera que la Península de Yucatán en su mayoría es de carácter platafórmico desde el Paleozoico, es decir, se trata de una formación básicamente sedimentaria de gran espesor en la cual la roca volcánica original formara la placa de Yucatán se encuentra a gran profundidad y cubierta en toda su extensión por calizas de distinta naturaleza y antigüedad (Wyatt, 1985). Esta gran placa estuvo sumergida hasta el Triásico - Jurásico, periodo en el cual la deposición de carbonatos se debió fundamentalmente a la deposición química natural de los océanos y a la actividad bacteriana y microorgánica de los mismos. Sin embargo, la geomorfología fina de la península dista mucho de ser monótona y refleja la gran cantidad y diversidad de eventos geológicos por los cuales ha pasado la formación triásica original para constituirse en lo que hoy es la parte emergida de la península.

Con base en la información geológica del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e informática (INEGI) específicamente para el área de estudio el suelo tuvo su origen en el Terciario Superior, con una composición de roca caliza.

En esta unidad quedan comprendidas las rocas calcáreas de la formación Carrillo Puerto, asignadas al Mioceno Superior-Plioceno, formada por las calizas microcristalinas y de diferentes texturas: biomicriticas, biospati, ooespatita, oolítica o biocalcarenita, de facies de plataforma somera y color café claro, amarillo, rojo y blanco. Su estratificación no es claramente observable, aunque aparentemente es de estratos mediados y gruesos, de echado casi horizontal, está constituida por una calcarrudita fosilífera de aproximadamente un metro de espesor que contiene abundantes fragmentos de corales, equinodermos, pelecípodos y gasterópodos, además de foraminíferos, Pyogo sp, Textulariella sp, y Planulina sp y minerales como calcita diseminada, trazas de yeso y aragonito; también encuentran calizas compactas con Peneroplidae del género Archaias considerado como fósil índice de esta producen arcillas rojas lateríticas. Dentro del área de estudio esta unidad geológica ocupa el total de área de estudio.

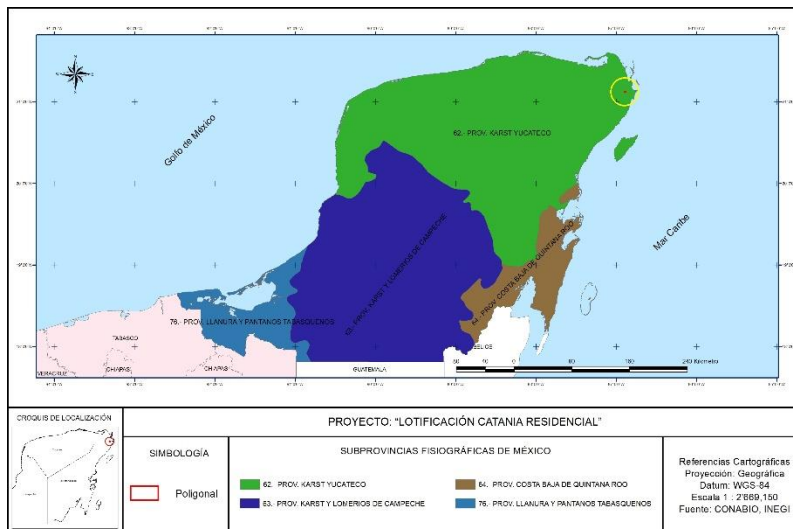
Para el caso de la geomorfología, la Península de Yucatán está dividida en dos grandes provincias, la denominada Yucatanense y la Campechano-Petenense, la primera de ellas con influencia sobre el área de estudio por ser donde se ubica el proyecto.



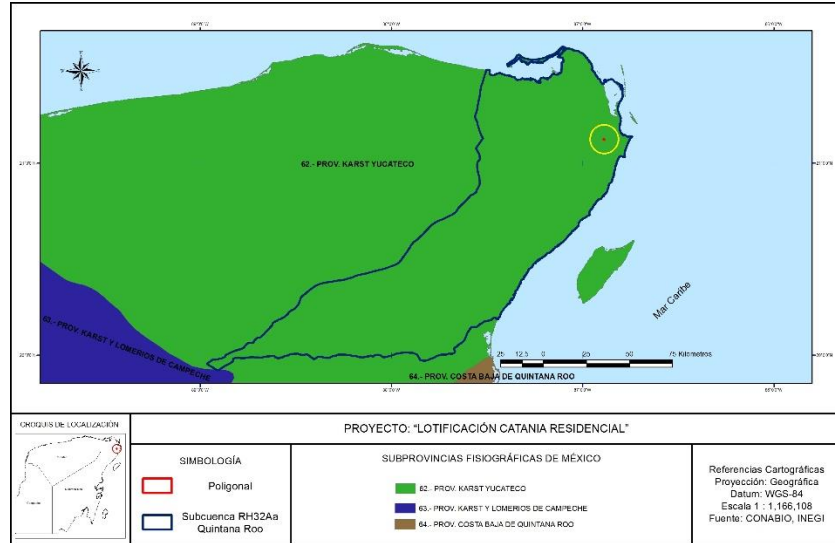
Plano No. 26 Provincias geomorfológicas en la Península de Yucatán.

IV.1.1.1. Fisiografía

La ubicación de la zona de estudio está considerada dentro del área de la provincia Fisiográfica denominada Karts Yucateco, cuya extensión alcanza las 6.09 millones de hectáreas y que corresponde a un 50.0% de la superficie total de la Península de Yucatán.

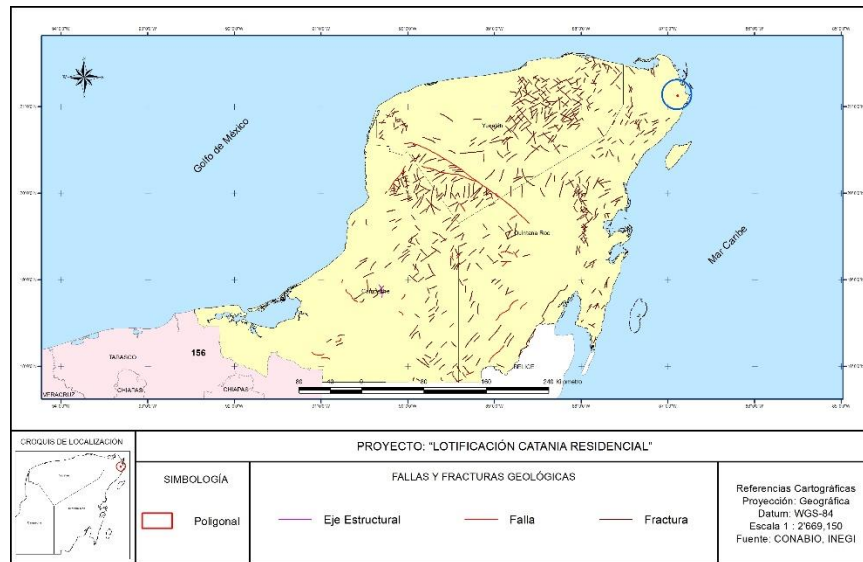


Plano No. 27 Provincia fisiográfica general en el área del proyecto.



Plano No. 28 Ubicación de la subcuenca RH32Aa Quintana Roo y el predio con respecto a la Provincia Fisiográfica "Karts yucateco".

En cuanto a fallas o fracturas geológicas en la subcuenca es posible encontrar hacia la parte media y sur de la subcuenca la presencia de este tipo de accidentes geológicos, sin embargo, para la zona costera y la parte norte de la subcuenca en general no existen condiciones de fallas o fracturas; de hecho en la zona del proyecto no se tienen este tipo de riesgos.



Plano No. 29 Fallas y fracturas geológicas en la subcuenca.

IV.1.1.2. Tipo de Carso

Las formas cársticas varían de una zona a otra, y están presentes en toda la península. El tipo de cársico que se desarrolle dependerá, fundamentalmente, de factores litológico-estructurales, del espesor de las capas, la inclinación y la composición mineralógica, además de las condiciones geohidrológicas y climáticas.

Cuadro No. 13 Se presentan en general dos tipos de carsos:

I. De planicie de plataforma horizontal – subhorizontal	Con manantiales y resurgencias numerosas en ciénegas costeras.
II. De planicies de plataforma de bloques escalonados	Cuencas cársticas rellenas de suelos; cavidades horizontales inundadas, con influencia de cambios en el nivel freático.

- a) En el norte, en las planicies de acumulación marina y en el litoral, dominan los manantiales y las resurgencias en general pequeñas; estos representan el proceso de descarga del agua subterránea hacia el mar.
- b) En la planicie suroriental (centro-sur de Q. Roo), el relieve cárstico tiene un desarrollo amplio, representado sobre todo por cenotes, hoyas y aguadas.

IV.1.1.3. Morfología

Porción noroccidental: Predomina la planicie con menos de 10 m de altitud, presenta pocas evidencias de un relieve cárstico, el cual está reducido a lapiaz del tipo tinajas y algunos cenotes de boca ancha con nivel somero del agua. Hay cuevas pequeñas de origen freático que culminan en sifones a unos 10 m de profundidad. En apariencia, el desarrollo cárstico escaso se debe a cuatro factores: a) poca precipitación, b) relieve muy joven (Cuaternario), c) débil contraste, y d) una estructura geológica que consiste en calizas dispuestas en estratos delgados.

Planicie nororiental: Altitud de 10 a 50 m, relieve cárstico con desarrollo amplio, representado sobre todo por cenotes, hoyas y aguadas. Se hace referencia con estos términos a colinas formadas por disolución de las rocas, las cuales llegan a alcanzar hasta 100 m de diámetro y 30 m de profundidad, se caracterizan por un fondo plano debido al relleno de suelos; a las que tienen agua en el fondo se les denomina aguadas. Presenta cuevas que se encuentran por debajo del nivel freático, es decir, totalmente inundadas. Esto se explica por la litología homogénea de calizas en estratos gruesos, una mayor energía del relieve, inclinación de las capas, mayor precipitación, movimientos tectónicos posiblemente más intensos durante el Cuaternario y una mayor antigüedad.

Porción oriental: Desde el nivel del mar hasta los 50 m, tiene varios pisos de altitud diferente, controlados por fallas. Esto se puede explicar por la margen activa de Quintana Roo, donde la plataforma y el talud continentales describen una morfología de terrazas escalonadas muy estrechectáreas; así mismo aproximadamente a 4,000 m bajo el nivel del mar de la cuenca de Yucatán se encuentra la planicie abisal.

En esta región de tierra firme dominan las cuencas alargadas sin desagüe superficial y rellenas de suelos salinos, también son comunes las grandes depresiones con bordes escarpados, ocupadas por lagos salobres. Entre éstas destaca la laguna Bacalar, en el extremo meridional de la costa, con más de 30 km de longitud.

Las costas del mar Caribe pueden interpretarse que están controladas por fracturas, lo que está apoyado con la batimetría; por su tipo rectilíneo, por su forma escarpada en gran parte, y por el desarrollo cárstico intenso en la zona de Tulúm y la depresión alineada de la laguna Bacalar (in Lugo-Hubp et al, 1992)

IV.1.2. Suelos

El suelo puede ser definido desde diferentes puntos de vista: para un agricultor el suelo es el medio donde se desarrollan los cultivos o como "hábitat" para el desarrollo de las plantas (Ortiz, 1980), desde el punto de vista general el suelo se define como cuerpo natural que posee tanto profundidad como extensión, es un producto de la naturaleza, resultante tanto de fuerzas destructivas como constructivas (Velázquez, 1988).

Los suelos pueden tener profundidades que van desde solo unos centímetros a partir de la superficie, hasta tres metros o más. En la formación de un suelo a partir de roca intervienen los siguientes factores: el material madre, el clima, el tiempo, el relieve, la vegetación y los organismos. Los cuales actuando en conjunto dan origen a los diferentes tipos de suelos.

La unidad de estudio en los suelos es el perfil, formado por una sucesión de capas llamadas horizontes. Un horizonte se diferencia de otro por características que se pueden medir en campo como el color, estructura y textura y también mediante análisis en los laboratorios. A los horizontes se les ha dado denominaciones abreviadas de acuerdo a sus características: con letras mayúsculas los horizontes principales que van en orden descendiente en el suelo desde H (hístico), O (orgánico), A (eluvial), B (iluvial), C (material no consolidado), hasta R (roca endurecida).

Para el estudio, descripción y clasificación de los suelos se utilizan las propiedades físicas y químicas de los suelos que aparecen en el cuadro siguiente:

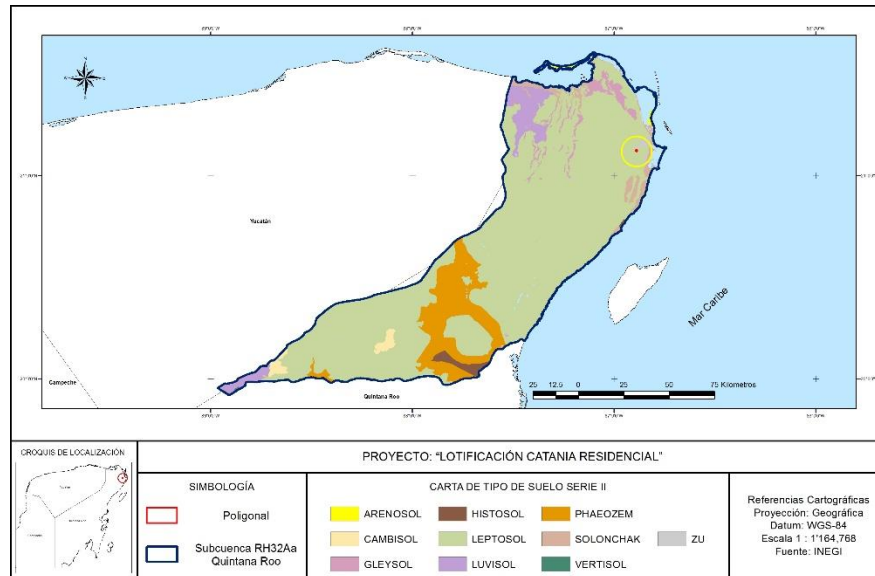
Cuadro No. 14 Propiedades Físicas y Químicas de los suelos.

Propiedades físicas	Propiedades químicas
Textura	Porcentaje de materia orgánica
Estructura	Capacidad de intercambio catiónico
Densidad real	Conductividad eléctrica
Densidad aparente	PH
Espacio poroso	Porcentaje de saturación de bases
Color	Contenido de sodio
Drenaje	Porcentaje de saturación de sodio
Contenido de K, Ca, Mg y P	

Estas propiedades permiten comparar los perfiles de los suelos en un área dada y de esta forma agruparlos en diferentes niveles de generalización, logrando así una clasificación de ellos.

El Municipio de Benito Juárez presenta diversos tipos de suelo, con características muy particulares como las del resto de la Península de Yucatán, dado que el relieve es casi plano y carece de corrientes superficiales, el proceso de arrastre y acumulación de materiales no ocurre de manera importante, y en consecuencia los suelos son poco profundos en toda la superficie y poco evolucionados, sometidos a frecuentes alteraciones que determinan su baja fertilidad (CIQRO, 1980). Son suelos pedregosos a causa del basamento rocoso y calcáreo, y las texturas predominantes son las arcillosas y pesadas, con drenaje deficiente. Frecuentemente carecen de Horizonte B, sin embargo, el subsuelo es muy permeable y permite la infiltración de lluvia que disuelve los componentes de las rocas calizas, dando origen a los cenotes, grutas, cavernas y sumideros (Escobar Nava, 1986).

Estos suelos presentes en el estado están conformados por los Leptosoles, Regosoles, Gleysoles, Luvisoles, Vertisoles, Solonchaks, Arenosoles, entre otros. Sin embargo la gran cantidad de agua de lluvia y las afectaciones que sufren las rocas calizas por las altas temperaturas, han provocado que los suelos leptosoles sean los que cubren la mayor parte de Quintana Roo de acuerdo al mapa creado por el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática en su carta Edafológica.



Plano No. 30 Grandes tipo de suelos en la subcuenca RH32Aa (Fuente: INEGI).

En el área de estudio los tipos de suelo más representados son Leptosoles, de acuerdo a lo señalado por la carta edafológica del INEGI. A este respecto el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Quintana Roo (PEOT) señala que estos corresponden a Leptosol lítico y réndstico, según la modificación a las unidades y subunidades de suelos presentes en el estado de Quintana Roo.

El nombre Leptosol proviene del griego leptos que significa "delgado". Son los suelos más abundantes, abarcan más del 50% de la superficie de Quintana Roo, se encuentran distribuidos a todo lo largo del estado predominando en la parte centro y norte, son poco profundos, limitados por una roca dura continua o por material muy calcáreo (CaCO_3 mayor al 40%) o por una capa continua cementada dentro de los primeros 30 cm; o con gran cantidad de pedregosidad y menos del 20% de tierra fina hasta una profundidad de 75 cm.; sus horizontes de diagnóstico son: A mólico, úmbrico, ócrico o petrocálcico.

IV.1.3. Hidrología

La península carece de corrientes superficiales, principalmente en la porción norte; hacia el sur sólo se manifiesta un drenaje incipiente que desaparece en resumideros o en cuerpos de agua superficiales. Así, gran parte de la precipitación pluvial se evapotranspira y el resto se infiltra a través de fracturas, oquedades y conductos kársticos en las calizas. En el subsuelo el agua sigue diferentes trayectorias de flujo, controladas por el desarrollo o evolución del Karst profundo. Es evidente que las regiones de mayor karsticidad se presentan al sur de la península, donde se encuentran los sedimentos más viejos (del Paleoceno-Eoceno). Por consiguiente, deberá existir una diferencia en las características hidráulicas del medio por donde circula el agua.



De esta forma, la ocurrencia del agua subterránea está supeditada a la presencia de dos grandes regiones kársticas: la porción noreste, asociada con las provincias geomórficas II y IV de la Península y la porción sur, formada por la provincia geomórfica III. Se plantea así, la existencia de dos acuíferos regionales de carácter kárstico distinto, que se denominaron, en función de la edad de las rocas;

Miocénico y Eocénico.

IV.1.3.1. Acuífero Miocénico

La unidad hidrogeológica que integra los depósitos carbonatados del Mioceno al Pleistoceno es de tipo hidrológico permeable y constituye un acuífero kárstico regional, cuya distribución superficial es, como se ha

mencionado, la asociación de las provincias II y IV. Esta unidad acuífera está limitada al SSO por la Sierrita de Ticul, al oeste, parcialmente, por el aflamamiento Bacalar-Río Hondo y, hacia el N, NO, NE y SE, por las áreas costeras (véase ilustración). Al NO integra un acuífero limitado localmente a profundidad por depósitos impermeables del área de Mérida, Yucatán. Al oeste de la provincia geomórfica IV-B se comunica parcialmente con el acuífero eocénico, del que es zona de descarga (Río Hondo, Esta unidad acuífera se caracteriza por: alta permeabilidad y transmisividad, poca carga hidráulica, nivel freático estable y de flujo radial desde el área de recarga costas. Esta, al parecer, está supeditada a la distribución del patrón de la precipitación pluvial, y, de acuerdo con el análisis de los datos climáticos (CPNH, 1977), de la misma se encuentra al noroeste una porción de la península –áreas de Cobá y Leona Quintana Roo- en donde se forma un máximo de precipitación, lo que establece hacia esa región el área de recarga.



Bacalar). por: alta carga dirección hacia las supeditada el análisis de la Vicario, máximo de esa región

IV.1.3.2. Acuífero Eocénico

Los depósitos calcáreos y evaporíticos de Eoceno-Paleoceno forman una unidad hidrogeológica con alta permeabilidad y un acuífero kárstico regional cuya distribución superficial la constituye la provincia geomórfica III. Esta unidad acuífera está limitada al O y SO por la planicie costera de la península y al NO, entre la ciudad de Campeche y la población de Maxcanu, por un arco afallado; al norte se encuentra separada por el frente estructural de la Sierrita de Ticul. Al oriente su límite es transicional y lo constituyen los bloques afallados y escalonados del Sistema Bacalar-Río Hondo.

Esta unidad presenta subdivisiones hidrogeológicas, aunque contiene varios acuíferos colgados de carácter local. Su nivel freático es profundo (60 a 100 m) y estable, y en los acuíferos colgados, somero y variable. En ella existen zonas topográficamente bajas de menor permeabilidad que soportan cuerpos de agua superficial. Al oriente tiene comunicación lateral con el acuífero miocénico, constituyendo hacia esta zona su área de descarga (Río Hondo y L. Bacalar).

De acuerdo con la Comisión Nacional del Agua (CNA), aproximadamente el 69% de la superficie del estado está comprendida en la región hidrológica número 33 (Yucatán Este, sub-región Quintana roo); la porción complementaria corresponde a la número 32 (Yucatán Norte). La principal corriente superficial es el río Hondo (que nace en Guatemala con el nombre de río Azul), su curso tiene una longitud total de 125 Km y está orientado de suroeste a noreste, constituye el límite sur de Quintana Roo y el límite internacional entre México y Belice, y desemboca en el mar Caribe en la bahía de Chetumal.

El río Hondo tiene régimen permanente y escurrimiento medio anual de 1,500 millones de metros cúbicos (Mm^3), llegando a estimarse que un 15% de este volumen es generado en las temporadas de lluvia, durante las cuales conduce caudales de 40 a 60 m^3 /seg; el restante 85% del volumen escurrido tiene su procedencia en el subsuelo, que le aporta un caudal base de 20 a 30 m^3 /seg. En general, este río presenta una salinidad del orden de las 700 ppm.

Todas las demás corrientes de la entidad son de régimen transitorio, bajo caudal y muy corto recorrido, y desembocan a depresiones topográficas donde forman lagunas; Éstas son efímeras, con excepción de las de Bacalar, Chicnancanab, Paiyegua y Chunyaxche, que son permanentes debido a que en ellas aflora la superficie freática. La laguna Bacalar de mayor extensión, posee una longitud de unos 50 Km y un ancho de 2 a 3 Km.

De acuerdo con Carranza (1985), se ubica en la región G. Costa del Caribe, presentando seis lagunas costeras y bajo relieve de 250 por 450 Km de plataforma:

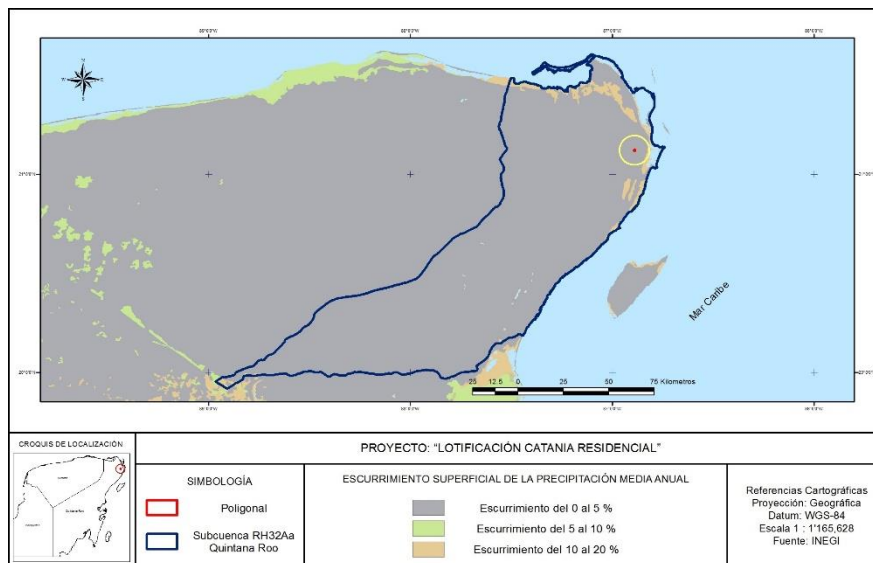
- Laguna Nichupté
- Laguna Campechén
- Laguna Chunyaxche
- • Bahía de la Ascensión
- • Bahía del Espíritu Santo

- Bahía de Chetumal

Quintana Roo recibe un volumen medio anual de lluvia del orden de $60,000 \text{ Mm}^3$, que en su mayor parte precipitan durante los meses de mayo a octubre. Adicionalmente, a la entidad ingresa, por su borde sur, el escurrimiento superficial que el río Hondo colecta en territorio de Guatemala y de Belice; considerando el área de la cuenca que corresponde a esos países, se estima que ésta aportación es del orden de $500 \text{ Mm}^3/\text{año}$.

Debido a la gran capacidad de infiltración y a la mínima pendiente topográfica del terreno, alrededor del 80% de la precipitación pluvial se infiltra, el 20% restante se distribuye entre la intercepción de la densa cobertura vegetal, el escurrimiento superficial y la captación directa de los cuerpos de agua (áreas de inundación, lagunas y cenotes).

En la generalidad de la cuenca y la subcuenca, los escurrimientos superficiales son mínimos ya que por la topografía y el tipo de suelos, prevalece un escurrimiento menor al 5%, y sólo algunas áreas alcanzan entre el 5% y el 10% de escurrimientos, lo cual se considera de bajo impacto en procesos de erosión.



Plano No. 31 Escurrimientos superficiales en la cuenca

El agua que recibe la entidad es descargada principalmente por evaporación de agua superficial subterránea en los citados cuerpos de agua, y por la transpiración de la vegetación que extrae del subsuelo la mayor parte del volumen infiltrado.

IV.1.3.3. Acuífero

Generalmente formado por calizas de características variadas y depósitos de litoral, el acuífero de Quintana Roo tiene un espesor máximo del orden de 400 m. La porosidad y la permeabilidad primarias del acuífero dependen de su litología, sus valores son altos en los estratos constituidos por conchectáreas de esqueletos y organismos, mientras que son bajos en los estratos de caliza masiva.

A escala estatal, se trata de un acuífero de tipo libre o freático, con marcada heterogeneidad respecto a sus características hidráulicas. En la llanura, el acuífero presenta un notable desarrollo cárstico al que se debe su gran permeabilidad secundaria, con espectaculares manifestaciones en la superficie (cenotes de gran tamaño); en tanto que en el área de lomeríos, la red de drenaje subterráneo está menos desarrollada que en la llanura y no tiene manifestaciones importantes en la superficie del terreno

La elevada precipitación pluvial y su amplia distribución a lo largo del año, son circunstancias que favorecen la infiltración del agua del subsuelo y su posterior circulación hacia el nivel freático, aunque no todo este volumen alcanza la superficie freática: una parte retorna a la atmósfera por evaporación directa y transpiración de la cubierta vegetal. En las zonas con niveles freáticos someros, las principales zonas de recarga al acuífero se ubican en Nuevo X-can y H. De Nacozari-Leona Vicario-Central, Vallarta-Cancún y Santa Teresita.

En algunos lugares, no existen límites bien definidos entre el mar y la tierra sino una zona de transición en la que la tierra firme se desvanece gradualmente, transformándose en mar sobre una amplia extensión de fango y aguas de variada salinidad. Este tipo de terreno se encuentra en los bordes de las Bahías de la Ascensión y el Espíritu Santo.

En cambio, en los lugares expuestos al embate de las olas, la franja de terrenos inundados se encuentra separada del mar por una serie de dunas arenosas presentes en la mayor parte de Quintana Roo.

En esta zona se presenta un pequeño acuífero secundario localizado en la berma de la playa a lo largo de toda la costa; la porosidad de la arena permite la recarga en época de lluvias, el agua de lluvia se filtra y se colecta por encima del agua salada debido a la diferencia de densidad. Este acuífero es usado a lo largo de la costa y es la única fuente de agua dulce para los residentes de la zona.

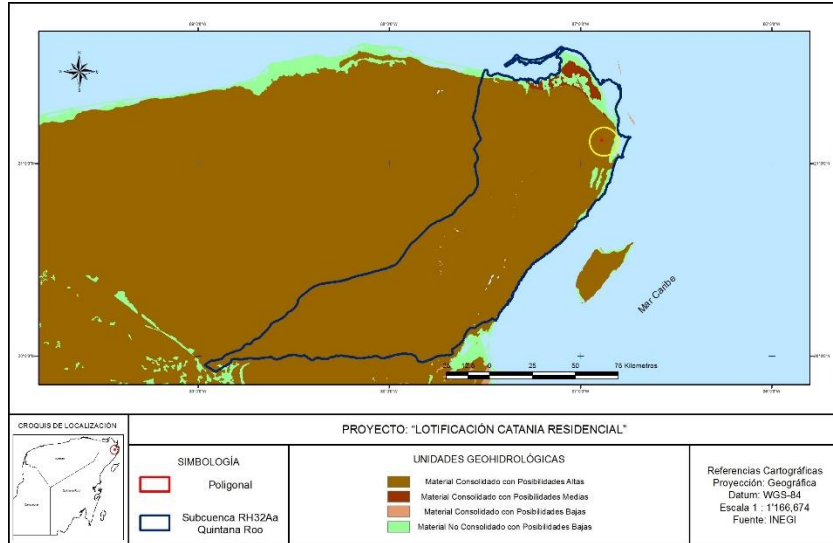
Algunos esteros y lagunas costeras se encuentran directamente comunicados con el mar subterráneamente; aparentemente esta agua de baja salinidad descarga mar adentro en la región arrecifal.

Por las características del flujo de aguas subterráneas, las amenazas de contaminación por aguas residuales podrían repercutir en la fuente principal de agua potable, en la calidad del agua en las zonas inundables, en los arrecifes coralinos y en las pesquerías.

En la parte norte del estado de Quintana Roo no hay corrientes de agua superficiales relevantes debido al escaso relieve, la alta permeabilidad del sustrato geológico y al poco espesor del suelo. Para el municipio Benito Juárez, las únicas manifestaciones de agua superficial son los cenotes, las lagunas y las aguadas. Estos últimos originados en las llanuras de inundación, que permanecen temporal o permanentemente inundadas.

El ejemplo más notable para el municipio de Benito Juárez lo constituye el Sistema Lagunar Nichupté (SLN), que se alimenta de las abundantes corrientes subterráneas, la precipitación pluvial y el agua de mar.

Sin embargo, la capacidad de infiltración del agua es alta debido a la condición kárstica de los suelos, por lo que el INEGI cataloga que la subcuenca tiene condiciones altas para la captura de agua.



Plano No. 32 Unidades geohidrológicas y la recarga de acuíferos en la subcuenca RH32Aa Quintana Roo y el predio del proyecto.

IV.1.3.4. Hidrología subterránea

La hidrología de la Península de Yucatán es muy peculiar debido a las elevadas precipitaciones y a la naturaleza kárstica de un suelo altamente permeable que no hace posible la formación de corrientes superficiales y que, por el contrario, permite la infiltración rápida hacia el subsuelo, generando la presencia de cenotes y dolinas que establecen todo un sistema de redes fluviales subterráneas llegando a lentes profundas y a cavernas de disolución cárstica previamente iniciadas por un tectonismo antiguo muy eficiente.

En el caso del estado de Quintana Roo, aproximadamente el 80 % de la precipitación media anual penetra al subsuelo incorporándose a las aguas subterráneas, siendo la porción Sur-Occidental donde se originan sus principales flujos que circulan con dirección Este y Noreste en busca de salida. A su paso por la llanura, parte importante del agua es extraída por la vegetación, el resto sigue su curso subterráneo hacia la costa y aflora en lagunas y áreas de inundación o escapa subterráneamente al mar.



Figura No. 9 Flujo del agua subterránea de la Península de Yucatán. (Fuente: CNA, 2005).

Debido a la gran permeabilidad del acuífero, el movimiento del agua es inducido por un gradiente hidráulico sumamente pequeño, de 2 a 20 cm. por Km.; en consecuencia, la carga hidráulica sobre el nivel del mar es menor a dos metros en una faja de 10 a 50 Km. de ancho a partir de la costa, de 10 a 20 metros en la porción alta de la llanura y de 20 a 30 metros en el borde sur-occidental del estado.

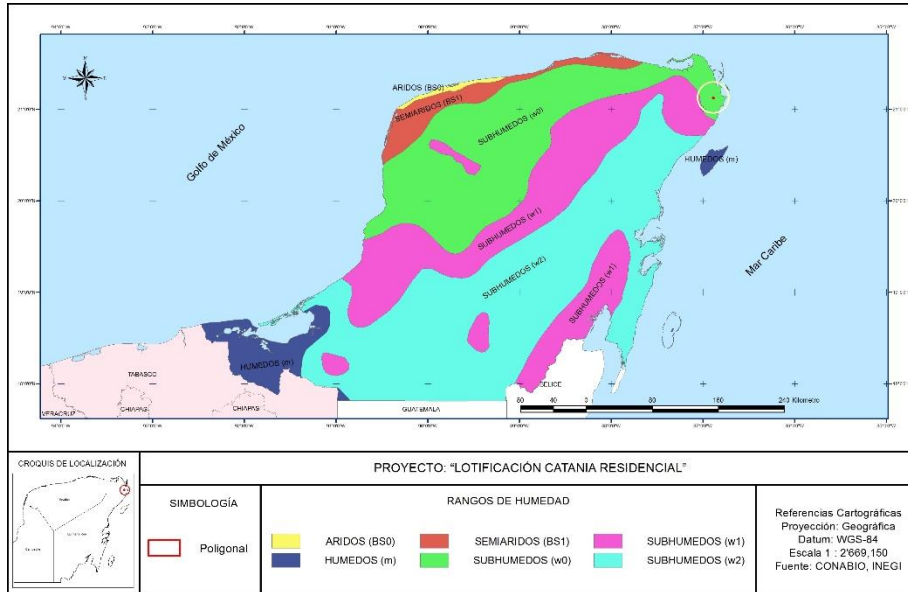
A escala regional no se han provocado cambios apreciables en las direcciones principales de flujo ni en la elevación de los niveles del agua, lo cual se debe, por una parte, a que el volumen de agua extraído del subsuelo es despreciable en comparación con la recarga, y por otra, a que los efectos de bombeo se propagan rápidamente.

Por otro lado debido al poco aprovechamiento que se tiene de las aguas superficiales, el subsuelo se convierte en la única fuente permanente de agua dulce que posee la región XII; de aquí se desprende la importancia vital del agua subterránea en la región, siendo el recurso que complementa a las aguas meteóricas en la práctica de la agricultura y el que sustenta el desarrollo de los demás sectores.

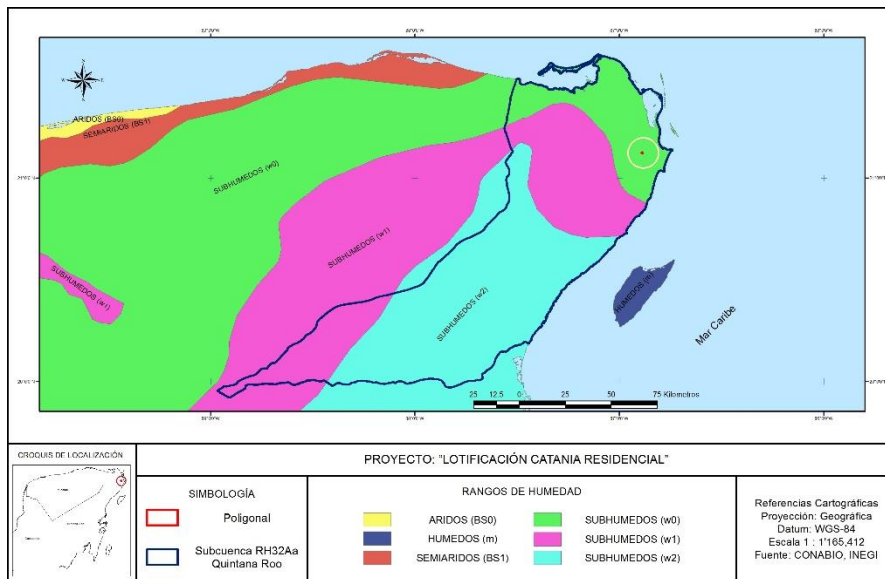
IV.1.4. Clima

El clima es el conjunto de fenómenos meteorológicos que caracterizan el estado medio de la atmósfera en un punto de la superficie terrestre. García (1988), señala que se trata del estado más frecuente de la atmósfera en un lugar determinado y comprende a los extremos y todas las variaciones a lo largo del ciclo climático. El clima es un factor que afecta y determina, en mayor o menor medida, a todos los otros recursos superficiales, principalmente al suelo, la vegetación y la fauna. En el estado por estar situado dentro la zona intertropical mundial se caracteriza por la presencia de todo un conjunto de condiciones generales, las que comparte con las demás áreas que comprende esta porción del globo terrestre.

La temperatura media anual del estado de Quintana Roo es de 26°C, la temperatura máxima promedio es de 33°C y se presenta en los meses de abril a agosto, la temperatura mínima promedio es de 17°C durante el mes de enero (INEGI, 2009). Esto debido principalmente a su relieve, su localización con respecto al Ecuador y a la humedad proveniente del Mar Caribe.

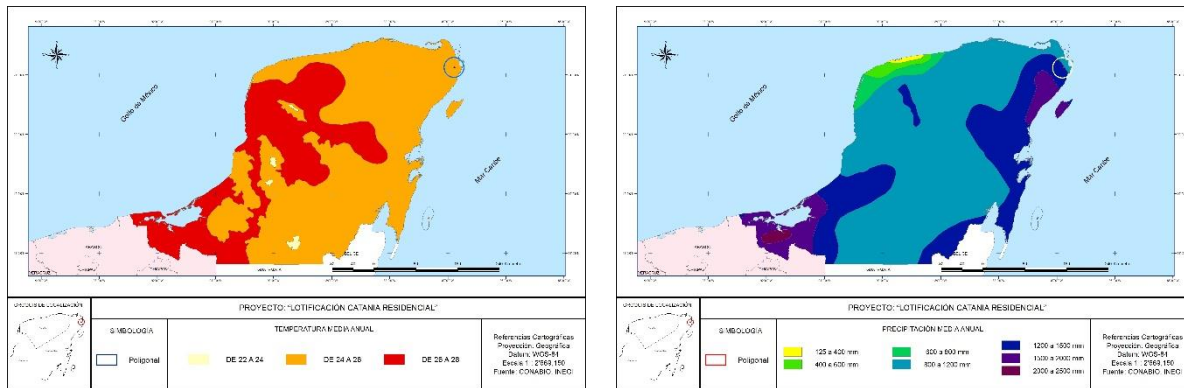


Plano No. 33 Unidades climatológicas para la Península de Yucatán y en el área del proyecto.



Plano No. 34 Unidades climatológicas para la subcuenca hidrológico forestal del proyecto.

De esta manera es posible observar las isoyetas e isotermas que condicionan el tipo climático para la zona de estudio.

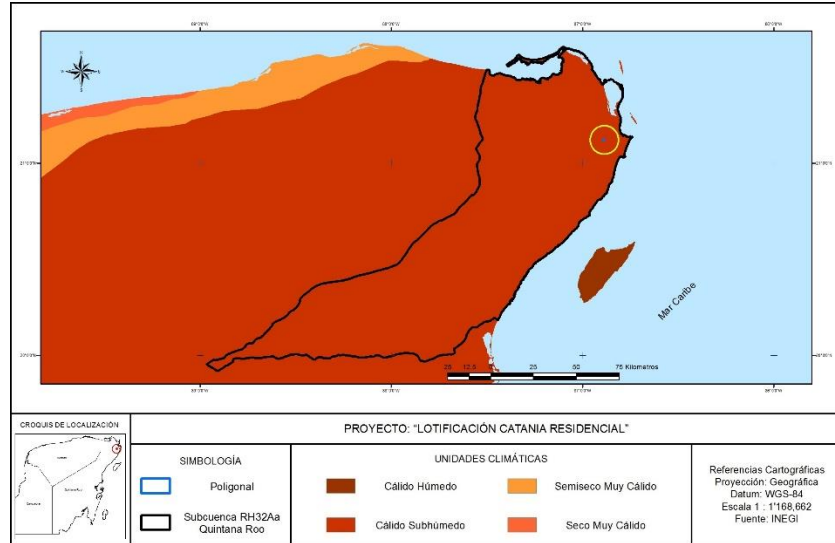


Plano No. 35 Isotermas e isoyetas que condicionan los tipos climáticos en la Península de Yucatán y la zona del proyecto.

De acuerdo con la Carta de Climas de Yucatán (CONABIO, 1997) basada en la clasificación de Köppen modificada por Enriqueta García, el estado de Quintana Roo presenta los siguientes climas:

- **Ax' (wo)iw"** Cálido subhúmedo, es el menos subhúmedo de dentro de esta categoría, es isotermal con presencia de sequía intraestival
- **Ax' (w1)iw"** Cálido subhúmedo, está clasificado como intermedio por su régimen de humedad dentro de esta categoría, es isotermal con presencia de sequía intraestival
- **Ax' (w2)iw"** Cálido subhúmedo, es el más húmedo dentro de esta categoría, es isotermal con presencia de sequía intraestival
- **Am (f) iw"** Cálido húmedo con lluvias todo el año, isotermal con sequía intraestival.

El área de estudio se encuentra dentro del territorio del municipio de Benito Juárez el cual está localizado por debajo de los 23° de latitud Norte, en la zona térmica denominada Zona Tropical Norte, la superficie en esta región tiene elevadas temperaturas y baja presión atmosférica debido a la incidencia de los rayos solares (García, 1988).



Plano No. 36 Unidades climatológicas para la Subcuenca Hidrológica y el área del proyecto.

El clima predominante para el municipio de Benito Juárez corresponde al Grupo A, del tipo Aw, que es el cálido subhúmedo, con lluvias todo el año, aunque estas son más abundantes en verano. Una característica de referencia para la categorización en este grupo climático es que la temperatura media del mes más frío es mayor de 18°C. Por otra parte, las isoyetas se encuentran cercanas a los 1,500 mm y el cociente precipitación/temperatura es mayor que 55.3, estando los valores medios de humedad relativa en un rango del 80 al 90% como consecuencia del régimen de lluvias prevaleciente. El balance de escurrimiento anual es de 0-20 mm mientras que el déficit por evapotranspiración para la región es de 600 a 700 mm anuales.

Según la carta de climas Mérida escala 1:1'000,000 (SPP, 1981) en el territorio que comprende el Municipio Benito Juárez se presentan dos subtipos climáticos, el Aw0 y el Aw1, de acuerdo con la clasificación de Köppen, modificada por García. La diferencia entre estos subtipos climáticos radica en la variación del cociente precipitación/ temperatura (P/T) de acuerdo con lo siguiente:

Símbolo	Cociente P/T	Designación
Aw0	menor que 43.2	El más seco de los subhúmedos
Aw1	entre 43.2 y 55.3	Intermedio entre Aw0 y Aw2
Aw2	mayor que 55.3	El más húmedo de los subhúmedos

En la siguiente figura puede verse la línea imaginaria que divide en dos partes el municipio de acuerdo con los subtipos climáticos observados, el primero aproximadamente en la mitad del centro al Norte, mientras que el segundo aparece del centro hacia el Sur

En la siguiente figura puede verse la línea imaginaria que divide en dos partes el municipio de acuerdo con los subtipos climáticos observados, el primero aproximadamente en la mitad del centro al Norte, mientras que el segundo aparece del centro hacia el Sur.

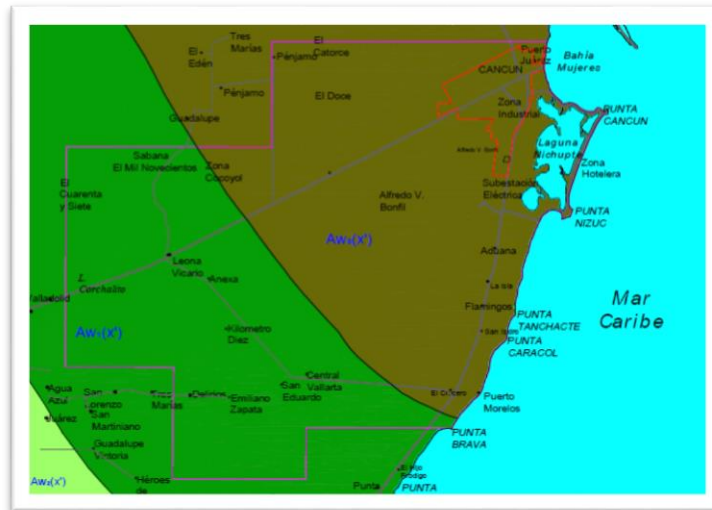


Figura No. 10 Zonificación de los subtipos climáticos registrados en el territorio del Municipio Benito Juárez, según la Carta de Climas Mérida 1:1'000,000 (SPP, 1981).

De acuerdo con García (1988), el subtipo climático Aw0 presente en la zona norte del municipio corresponde a la variedad Ax'(w0)iw", que corresponde a los climas con regímenes de lluvia repartidos en todo el año, oscilación anual de las temperaturas medias mensuales menor de 5 °C y presencia de canícula. Así mismo el autor menciona que el subtipo climático Aw1 presente en la zona norte del municipio corresponde a la variedad Ax'(w1)(i)w", que corresponde a los climas con regímenes de lluvia repartidos en todo el año, oscilación anual de las temperaturas medias mensuales entre 5 y 7 °C y presencia de canícula.

Vientos

En el Municipio, los vientos alisios predominan durante todo el año, debido a la influencia de las corrientes descendentes subtropicales que emigran de las zonas de alta presión hacia las zonas de baja presión ecuatorial, manifestando cambios en su dirección y velocidad en el transcurso del año. De acuerdo con los registros de la Comisión Nacional del Agua de los años 1998 y 1999, en los primeros meses del año (enero-mayo), los vientos tienen una dirección Este-Sureste y mantienen velocidad promedio de 3.2 m/seg. Para el lapso de junio a septiembre, los vientos circulan en dirección Este, incrementando su velocidad promedio hasta 3.5 m/seg.

Finalizando el año, en noviembre y diciembre, la dirección del viento cambia hacia el Norte y presenta velocidades de 2 m/seg, lo que coincide con el inicio de la temporada de "nortes

El municipio frecuentemente se ve afectado por fenómenos meteorológicos de gran magnitud conocidos como huracanes, que son masas de viento tropical que giran alrededor de un centro

de muy baja presión a velocidades del orden de 150 Km/hr o mayores. Los huracanes se originan entre los 8 y 15 grados de latitud en ambos hemisferios y su dirección es generalmente de Este a Oeste. El Estado de Quintana Roo, se encuentra en la ruta de paso de estos intemperismos y está permanentemente expuesto a depresiones atmosféricas que pueden llegar a presentar vientos superiores a los 300 Km/hr.

El período de huracanes abarca de mayo a noviembre, aunque los meses de mayor ocurrencia son agosto y septiembre, principalmente este último, que históricamente registra los huracanes más potentes que han afectado la Península de Yucatán. En el siguiente cuadro se citan los huracanes más importantes que se han registrado a partir de 1988 al 2016 para el estado de Quintana Roo.

Cuadro No. 15 Principales Huracanes que han afectado a Quintana Roo de 1988 a 2016.

Fecha	Nombre
1988	Gilberto
1995	Opal
1995	Roxanne
1996	Dolly
1998	Mitch
2000	Keith
2002	Isidore
2005	Emily
2005	Wilma
2007	Dean
2012	Ernest
2016	Earl

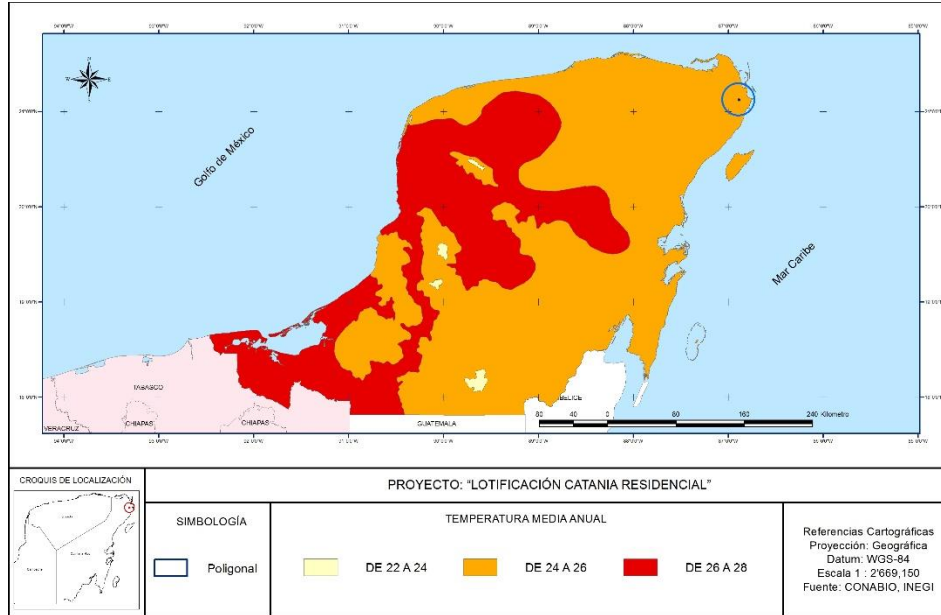
Otro de los resultados de los huracanes a menudo son los incendios que generalmente se presentan en la siguiente temporada de estiaje tras el paso de un huracán de gran intensidad, debido a la gran cantidad de material vegetal seco que es defoliado por los fuertes vientos y la brisa marina.

En 1989 se registraron en Quintana Roo 40 incendios forestales, de los cuales la zona Norte registró 12 incendios de gran magnitud que tuvieron su origen en un número no determinado de incendios pequeños que, al no tener una asignación de recursos oportuna, crecieron en superficie hasta unirse unos con otros.

Otro fenómeno atmosférico que afecta la región, tiene su origen en las masas de aire polar provenientes del ártico, las cuales se desplazan hacia el Sur, afectando la península y el Golfo de México durante los meses que abarcan el otoño y el invierno. Se trata de los "Nortes" que se presentan como ráfagas de aire frío, que llegan a alcanzar velocidades de hasta 100 Km/h y causan el rápido descenso de la temperatura. Al considerar los cambios en la temperatura ambiente, aportes a la precipitación pluvial y dirección de sus vientos, los "Nortes" no representan un fenómeno natural que produzca alguna alteración significativa del paisaje por donde pasen, razón por la cual se les denomina intemperismos no severos.

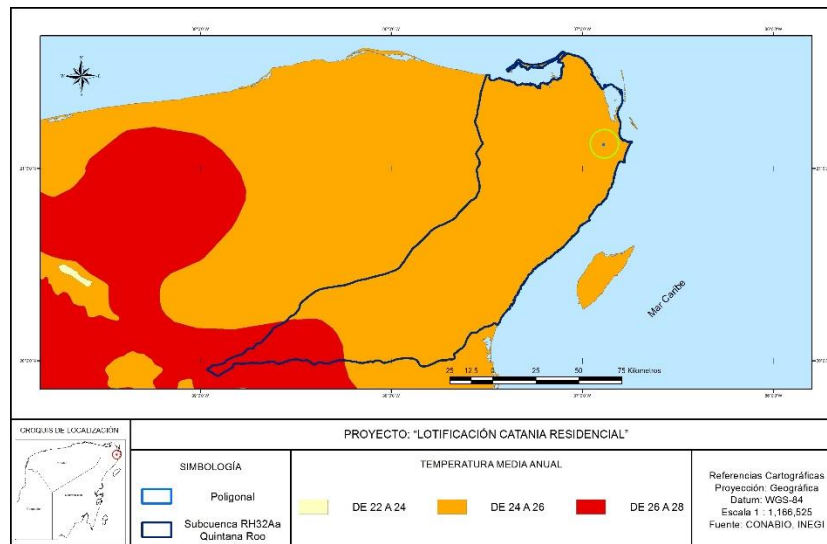
IV.1.4.1. Temperatura

La temperatura media anual es en general de 24 a 26 °C en la mayoría del estado a excepción de la zona central en que se incrementa por arriba de los 26 °C.



Plano No. 37 Tipos de temperaturas de la Península de Yucatán

Las temperaturas máximas promedio anuales registradas, son de 38 °C con oscilación anual menor a 5 °C. En tanto que la temperatura mínima promedio anual es de 18 °C



Plano No. 38 Tipos de temperaturas de la cuenca hidrológica Quintana Roo

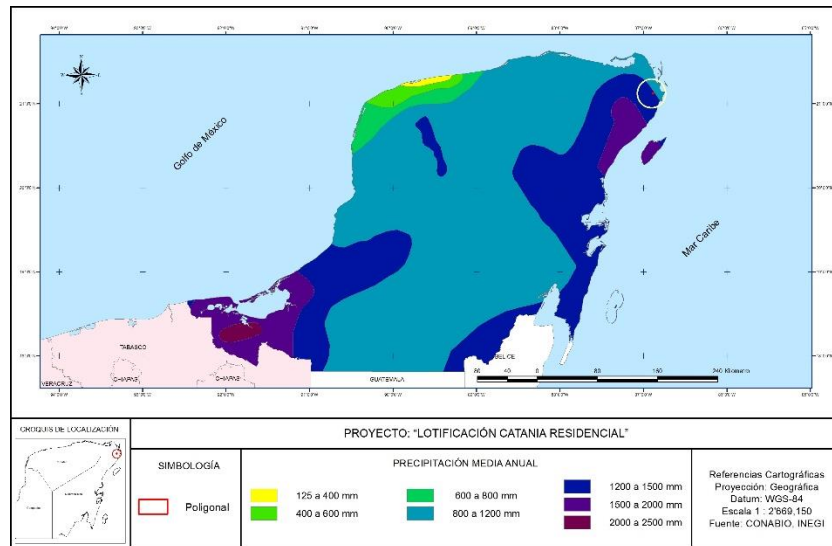
IV.1.4.2. Precipitación

En el estado se presentan 3 regímenes de precipitación

- 1._ de 1500 a 2000 mm
- 2._ de 1200 a 1500 mm
- 3._ de 800 a 1200 mm

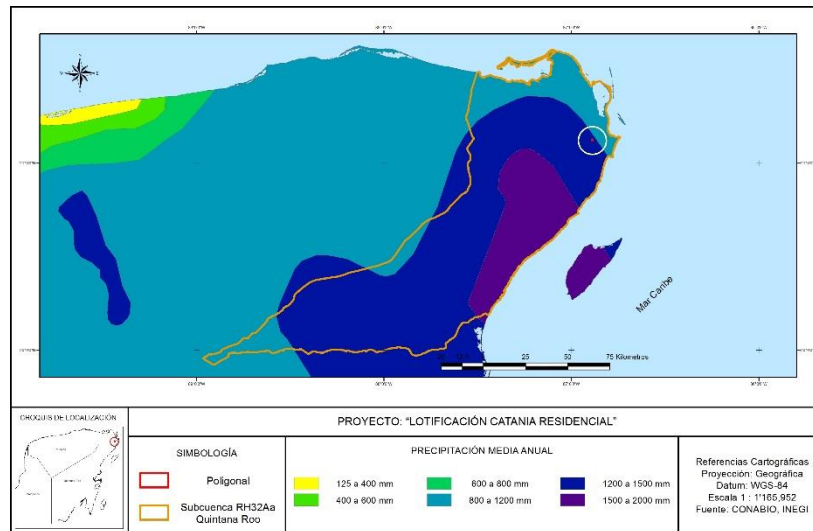
Precipitación máxima en 24 hrs: 200 a 400 mm en la mayor parte del estado. En la Bahía de Chetumal es de: 100 a 200 mm. Se presentan de 80 a 120 días con precipitación apreciable al año. La precipitación varía muy poco local y estacionalmente, de acuerdo a los fenómenos meteorológicos y su incidencia.

La Evapotranspiración total anual es de 1400 a 1600 mm en la mayor parte del estado; hacia el sur fluctúa entre 1600 a 1800 mm llegando hasta 2000 mm en la Bahía de Chetumal



Plano No. 39 Precipitación media anual de la Península de Yucatán

Para el caso de la subcuenca RH32Aa Quintana Roo se presentan tres rangos de precipitación que van desde los 800 mm para las áreas más secas, hasta los 2000 mm en las partes húmedas. En el área del proyecto se tiene un rango de precipitación media anual de 800 a 1200 mm.



Plano No. 40 Precipitación media anual en la Cuenca Hidrológica

IV.2. Elementos Bióticos

IV.2.1. Vegetación

La Península de Yucatán, situada en la región sureste de México, no es una de las más diversas, sin embargo, presenta una flora nativa muy característica referida vegetación tropical de diferentes tipos de selvas.

Quintana Roo se ubica en la región Biogeográfica de Dominio Neotropical, en las siguientes Provincias.

- Provincia Yucatanense.
- Provincia Campechano - Petenense; Subprovincia Roeña.

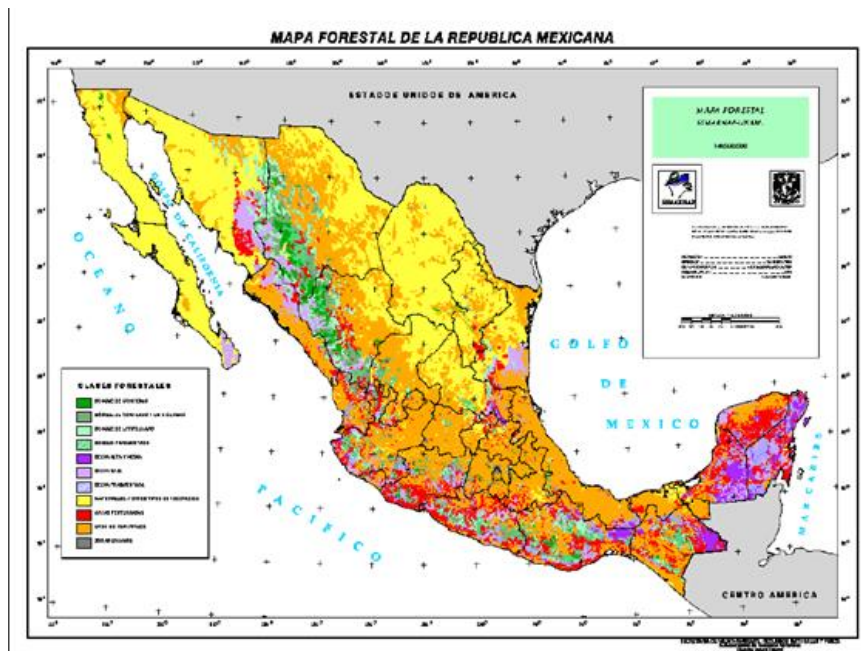


Figura No. 11 Tipos generales de vegetación de México. SEMARNAP.

Estudios realizados de la riqueza de especies de la península sugieren la existencia de cerca de 23,000 especies de plantas con flores. De acuerdo con Rzedowski (1991) se estima que en todo el territorio mexicano existen en forma silvestre alrededor de 22 mil especies de plantas fanerógamas. La mayor parte de esa riqueza vegetal se concentra en las selvas húmedas del sur y sureste del país.

Para el estado de Quintana Roo se presentan en general los siguientes sistemas terrestres:

- Selva Mediana subperennifolia.
- Selva Mediana subcaducifolia
- Selva baja caducifolia y/o perennifolia
- Vegetación secundaria
- Litorales con costas de manglares dominantes en zonas pantanosas o marismas.
- Costas con vegetación acuática y subacuática sin manglar dominante en zonas pantanosas o marismas.
- Seibadales, vegetación de dunas costeras, petenes tulares, carrizales y sabanas

La riqueza florística del estado es relativamente baja tomando en cuenta su tamaño (50,350 Km²). Se presentan 130 familias, 25 de ellas representan un 70.06% de las 1257 especies reportadas en el cuadro. Esto puede ser resultante de la poca diversidad en el ambiente físico del estado, tanto climático, geológico-edáfico, como del poco relieve orográfico. Además de considerarse la reciente emersión de la Península que debe actuar como un factor determinante de la poca diversidad.

En el cuadro siguiente, se enlistan las familias con mayor número de especies, apreciándose, que las tres primeras familias y el orden que guardan es el mismo, que las consideradas secundarias de las selvas altas perennifolias, por ejemplo las del norte de Oaxaca. Esto es muy significativo ya que las tres familias son, en general, de colonización rápida y su predominancia debe estar dada tanto por factores históricos, como climáticos, y de sequedad de la Península.

Cuadro No. 16 Diversidad florística estimada en Quintana Roo

Familias	Num de sp. Infra-especificas	% del Total
Leguminosae	146+4	11.62
Gramineae	101	8.04
Compositae	89+3	7.08
Euphorbiaceae	71	5.65
Rubiaceae	43	3.42
Cyperaceae	38	3.02
Verbenaceae	37+6	2.94
Convolvulaceae	34	2.70
Solanaceae	28	2.23
Sapindaceae	27	2.14
Apocynaceae	26+1	2.07
Orchidaceae	24	1.91
Boraginaceae	24	1.91
Bignoniaceae	23	1.83
Palmae	18	1.43
Malpighiaceae	16	1.27
Acanthaceae	16	1.27
Myrtaceae	16	1.27
Bromeliaceae	16	1.27
Moraceae	16	1.27
Malvaceae	16	1.27
Schrophulariaceae	15	1.19
Cactaceae	14	1.11
Asclepiadaceae	14	1.11
Rutaceae	13	1.03
Total:	881+14	70.06%
Total de las 130 familias:	1257+18	100%

Llama la atención además de las anteriores aquellas con escasos representantes o faltantes, que en altitudes semejantes son frecuentes en lugares como Tabasco o Belice, por ejemplo:

- **Cyatheaceae** **Musaceae**
- **Gesneriaceae** **Salicaceae**
- **Melastomataceae** **Vochysiaceae**
- **Monimiaceae** **Zingiberaceae**

Son familias de tendencia hidromórfica, las cuales tienden a estar en climas más húmedos. En el caso de las Salicaceae, su ausencia debe estar condicionada a la carencia de corrientes superficiales, excepto en el Río Hondo, de vegetación riparia.

En la zona costera de la Península de Yucatán (incluyendo Quintana Roo), la distribución de la vegetación es en bandas orientadas de norte a sur de amplitud variable, correspondientes a los diferentes tipos de sustrato y al relieve de la zona. La salinidad y la humedad del suelo también son factores importantes que determinan su distribución, por lo que las plantas presentan características y adaptaciones especiales dependiendo del medio en el que se presentan.

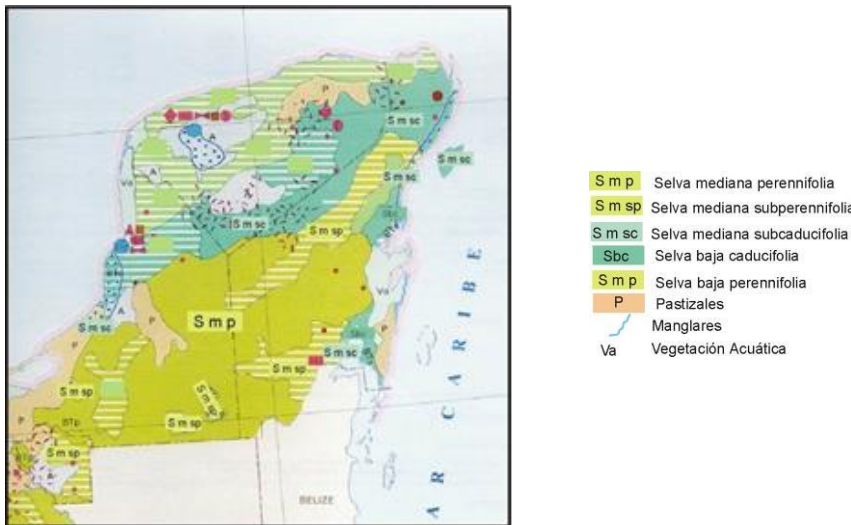


Figura No. 12 Principales asociaciones vegetales en la Península de Yucatán y Quintana Roo

A continuación se presenta un cuadro con los tipos de vegetación y asociaciones que se presentan en Quintana Roo, así como en la Península, su nombre maya y tipo de suelos en los que se presenta.

Cuadro No. 17 Asociaciones vegetales y los suelos asociados en el estado de Quintana Roo.

Tipo de vegetación	Nombre maya del tipo de vegetación	Suelos
Saibadal	-----	Arenoso submarino
Vegetación de dunas costeras	Tsakanche' (matorral espinoso) K'aak'che'il; (monte que esta en contacto con el agua de mar).	Suelo arenoso, calcáreo o coralíneo.
Manglar	K'aak'che'il; Kanche'il (monte en contacto con el agua de mar).	Con mucha materia orgánica
Peten	Peten (vegetación aislada con un ojo de agua del mar).	Con mucha materia orgánica
Tular, carrizal, tasistal y popal	Yo'tsat, yo'ko'op (monte bajo herbáceo en una hondonada pequeña e inundable en época de lluvia).	Ak'alche' chaltun.

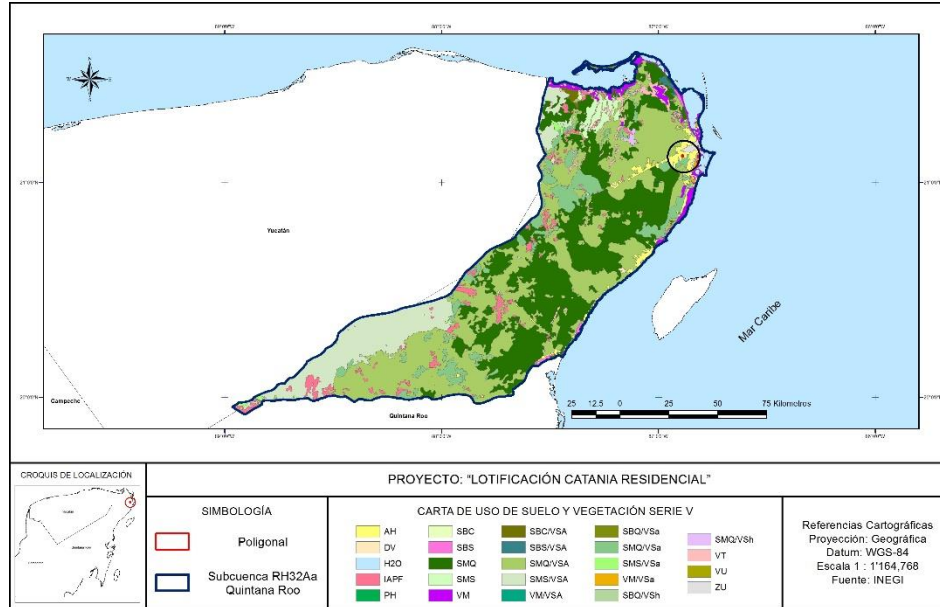
Selva baja caducifolia	Koo k'aax o koolche' (monte que tira sus hojas)	Chak lu'um, box lu'um, akalche'
Selva baja subperennifolia	Akalche' (monte de suelo inundado)	Ak'alche'
Selva mediana subcaducifolia	Ya' ax sak' ab kool (monte que tira sus hojas)	Chaclu'um, k'ankab, tzeke'elooob
Selva mediana subperennifolia	Ka'anal ya'ax k' aax (monte alto y verde)	Box lu' um, k'ankab, tzeke'elooob

A nivel de la subcuenca el INEGI señala que se cuenta con una superficie total de 1.436 millones de hectáreas de las cuales se observa que el mayor porcentaje de cobertura se alcanza con el tipo de vegetación en selvas medianas subperennifolias en diversos estadios con un 74.16%.

Cuadro No. 18 Cobertura por tipo de vegetación y uso del suelo en la subcuenca del proyecto según INEGI Serie V.

CLAVE	TIPO DE VEGETACIÓN	SUPERFICIE (Ha)	%
AH	ASENTAMIENTOS HUMANOS	30176.918	2.10
ZU	ZONA URBANA	5422.602	0.38
IAPF	AGROPECUARIO	48317.531	3.36
DV	SIN VEGETACIÓN APARENTE	1465.385	0.10
PH	PASTIZAL HALÓFILO	145.547	0.01
SBC	SELVA BAJA CADUCIFOLIA	901.544	0.06
SBC/VSA	SELVA BAJA CADUCIFOLIA SECUNDARIA ARBÓREA	3418.179	0.24
SBQ/VSa	SELVA BAJA ESPINOSA SUBPERENNIFOLIA SECUNDARIA ARBUSTIVA	400.459	0.03
SBQ/VSh	SELVA BAJA ESPINOSA SUBPERENNIFOLIA SECUNDARIA HERBÁCEA	213.709	0.01
SBS	SELVA BAJA SUBCADUCIFOLIA	3763.151	0.26
SBS/VSA	SELVA BAJA SUBCADUCIFOLIA SECUNDARIA ARBÓREA	2428.174	0.17
SMQ	SELVA MEDIANA SUBPERENNIFOLIA	431952.348	30.07
SMQ/VSA	SELVA MEDIANA SUBPERENNIFOLIA SECUNDARIA ARBÓREA	525827.132	36.61
SMQ/VSa	SELVA MEDIANA SUBPERENNIFOLIA SECUNDARIA ARBUSTIVA	104753.737	7.29
SMQ/VSh	SELVA MEDIANA SUBPERENNIFOLIA SECUNDARIA HERBÁCEA	2583.480	0.18
SMS	SELVA MEDIANA SUBCADUCIFOLIA	18984.150	1.32
SMS/VSA	SELVA MEDIANA SUBCADUCIFOLIA SECUNDARIA ARBÓREA	167560.430	11.67
SMS/VSa	SELVA MEDIANA SUBCADUCIFOLIA SECUNDARIA ARBUSTIVA	5600.423	0.39
VM	MANGLAR	34656.654	2.41
VM/VSA	MANGLAR SECUNDARIA ARBÓREA	333.682	0.02
VM/VSa	MANGLAR SECUNDARIA ARBUSTIVA	1634.448	0.11
VT	TULAR	20894.146	1.45
VU	VEGETACIÓN DE DUNAS COSTERAS	3609.943	0.25
H2O	CUERPO DE AGUA	21247.140	1.48
TOTAL:		1,436,290.91	100.00

El plano con la distribución gráfica se presenta a continuación:



Plano No. 41 Subcuenca con los tipos de vegetación y uso del suelo serie V de INEGI.

IV.2.1.1. Plantas Nativas

Las especies nativas son aquellas que crecen de manera natural en una región, sin la intervención ni ayuda del hombre. Son las especies que se desarrollan de forma silvestre. Las especies de plantas nativas no se distribuyen de manera homogénea a lo largo de todo el territorio, sino que se desarrollan de forma diferencial entre los distintos ambientes o ecosistemas. Tampoco son igualmente abundantes, ya que algunas especies son muy comunes, numerosas y las vemos por todas partes, en tanto que otras son muy raras y sólo se les encuentra en un determinado sitio o ambiente y en ocasiones con muy pocos individuos.

De acuerdo con la norma oficial mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, para el estado de Quintana Roo se reportan 22 especies que presentan alguna categoría de protección. De estas especies algunos géneros son poco conocidos; por ejemplo el pino tropical ***Pinus caribea***, aun dentro de la península de Yucatán, el único sitio donde se localiza es en un sitio llamado El Jaguactal, al sureste del ejido Caobas en el municipio de Othón P. Blanco; otra especie importante es la cactácea ***Aporocactus fageliformis***, referida en los listados florísticos, y que sin embargo es difícil su ubicación dentro del estado. En la siguiente lista se mencionan aquellas especies que están dentro de la NOM 059 SEMARNAT 2010 y si son endémicas.

Cuadro No. 19 Listado de las especies de la flora de Quintana Roo que presentan alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010

Claves:	
En peligro de extinción (P)	Amenazadas (A)
Raras (R)	Sujetas a protección especial (Pr)
Especies endémicas (*)	

ANACARDIACEAE

1. *Astronium graveolens Jacq.* A

AGAVACEAE

2. *Beucarnea pliabilis* A*

BIGNONIACEAE

3. *Tabebuia chrysantha Jacq.* A

BROMELIACEAE

4. *Tillandsia elongata var. subimbricata (Baker)* A

5. *Tillandsia festucoides Brongniart ex Mez T* A

CACTACEAE

6. *Aporocactus flagelliformis (L.) Lemaire* R*

7. *Mammillaria gaumeri Orcutt* R*

COMBRETACEAE

8. *Conocarpus erecta L. C.* Pr

9. *Laguncularia racemosa (L.)* Pr

PALMAE O VERBENACEAE

10. *Bactris balanoidea (Oersted)* R

11. *Coccothrinax readii Quero* A*

12. *Cryosophila argentea H. Bartlett Q.* A

13. *Guassia maya (Opsiantra maya)* A

14. *Pseudophoenix sargentii H. W. ex Sargent Q.* A

15. *Roystonea dunlapiana Allen Q.* R

16. *Thrinax radiata Lodd. ex H. A.&H. H. Schult. D.* A A

17. *Avicennia germinans (L.)* Pr

PINACEAE

18. *Pinus caribaea hondurensis* A

RHIZOPHORACEAE

19. *Rhizophora mangle L. C.* R

ZAMIACEAE

20. *Dioon spinulosum* P*

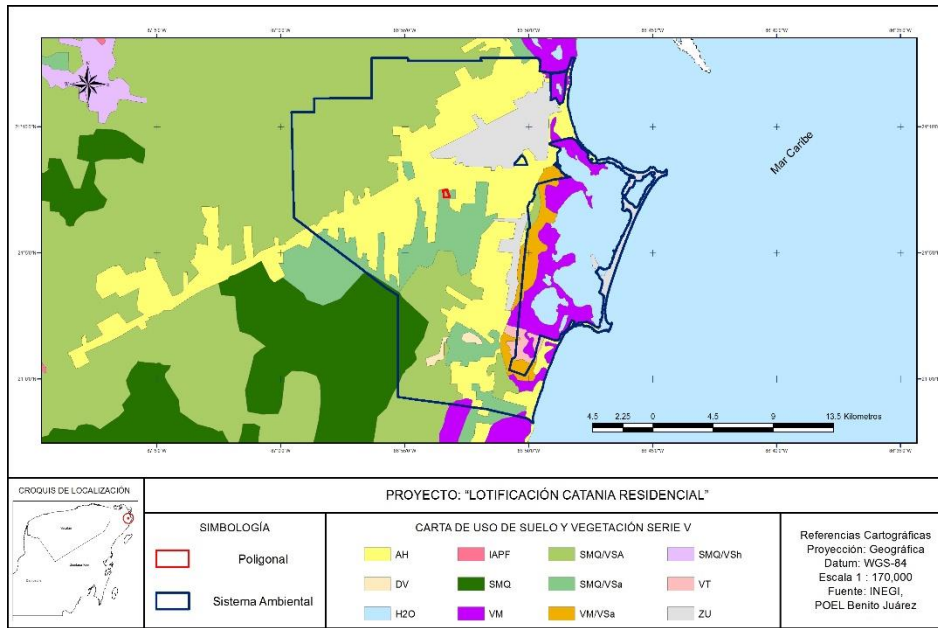
21. *Zamia loddigesii* A

ZYGOPHYLLACEAE

22. *Guaiacum sanctum L. C* Pr

IV.2.2. Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del sistema ambiental (SA)

Mediante el Programa Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez se han considerado análisis físicos y naturales para definir las UGAS, así como aspectos socioeconómicos que permiten identificar áreas con características similares. De esta manera, el predio se ubica en la UGA 21 que abarca 34,937 hectáreas y que por sus características de abarcar la ciudad de Cancún, se ha considerado como parte del SA y de influencia del proyecto.



Plano No. 42 Identificación del Sistema Ambiental Regional del predio.

De acuerdo a la distribución de los tipos de vegetación, la UGA cuenta con los siguientes usos de suelo y tipos de vegetación general. Para el caso del SA el predio implica un 0.054%, mientras que el CUST es de 0.053% con respecto a la superficie que abarca el SA. Se estima que existen alrededor de 16,457 hectáreas de selva mediana subperennifolia con distintos grados de conservación; esta superficie significa el 47.1% del total del SA, por lo que el proyecto, que habrá de afectar con el CUSTF una superficie de 18.656 hectáreas, significará entonces, una afectación o reducción de este tipo de vegetación en 0.11% de la cobertura actual.

Así las cosas, la cobertura del SA se verá afectada por el proyecto, particularmente en el tipo de vegetación de selva mediana subperennifolia secundaria arbórea, que es además la que ocupa la mayor cobertura del SA.

Cuadro No. 20 SA del proyecto y usos de suelo de acuerdo a INEGI serie V.

CLAVE	TIPO DE VEGETACIÓN	SUPERFICIE (Ha)
ADV	DESPROVISTO DE VEGETACION	186
AH	ASENTAMIENTOS HUMANOS	12,944
H2O	CUERPO DE AGUA	103
SMQ	SELVA MEDIANA SUBPERENNIFOLIA	831
VM	MANGLAR	618
SMQ/VSa	SELVA MEDIANA SUBPERENNIFOLIA SECUNDARIA ARBUSTIVA	4,160
SMQ/VSA	SELVA MEDIANA SUBPERENNIFOLIA SECUNDARIA ARBÓREA	11,466
VM/VSa	MANGLAR SECUNDARIA ARBUSTIVA	580
VT	TULAR	166
ZU	ZONA URBANA	3,883
		34,937

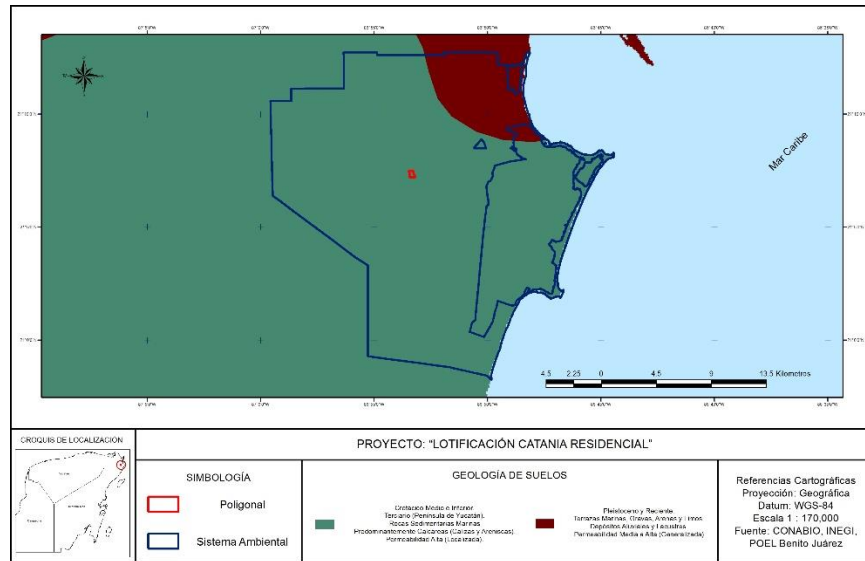
IV.2.2.1. Medio físico del SA.

IV.2.2.1.1. Geomorfología

IV.2.2.1.1.1. Marco Geológico

Debido a que la la Península de Yucatán es una estructura geológicamente joven, su origen sedimentario se remonta a las formaciones rocosas del Mesozóico, sobre las cuales se han depositado arenas y estructuras de origen orgánico marino que han dado forma a una gigantesca loza caliza.

Para el áreas del SA provenientes del Cretácico Medio e Inferior y del Terciario, es común encontrar predominantemente rocas calizas sedimentarias marinas principalmente de tipo boundstone, grainstone y wackstone, dependiendo de las proporciones entre los elementos componentes y la velocidad de deposición que se dio en su momento en la zona, situación que les confiere una alta permeabilidad.



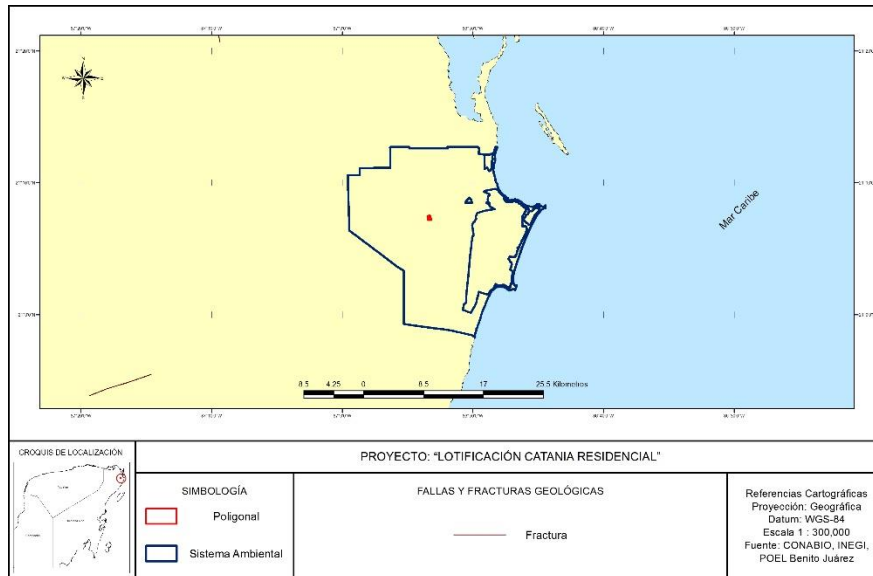
Plano No. 43 Geología de suelos en el SA

Una de las unidades o geosistemas principales que se reportan en el estado de Quintana Roo contiene al SA del proyecto y es la referida a la zona norte que la identifica Lugo-Hubp, 1992 de la siguiente manera:

- Una planicie estructural altamente permeable con una ligera inclinación al norte y con un sistema de fallas dirección (NO-SE), Cozumel es una isla formada por una estructura de tipo anticlinal básico a manera de pilar, los estratos calizos que forman tanto la planicie principal como la estructura insular conservan su actitud casi horizontal, el drenaje superficial es típicamente cárstico debido a la naturaleza suave y porosa de los sedimentos que conforman la estructura, domina una planicie con lomeríos de poca altura y se manifiesta por la misma naturaleza del terreno una ausencia total de escurrimientos superficiales dificultando la delimitación de cuencas o subsistemas en la región.

Como el resto del estado, la zona está formada por rocas sedimentarias originadas en los periodos Terciario y Cuaternario. La estructura geológica de la superficie y subsuelo, demuestra que la plataforma de la Península actual inició su emersión sobre el nivel del mar durante el Oligoceno y Mioceno en la porción meridional, el resto se levantó gradualmente a partir del Plioceno, y finalmente en el Cuaternario.

Dentro del SA no se localizan fallas o fracturas geológicas, sien embargo, aproximadamente a 42 km del proyecto y aproximadamente a 33 km al suroeste del SA es posible identificar una fractura que por su ubicación respecto del proyecto no tiene influencia alguna.

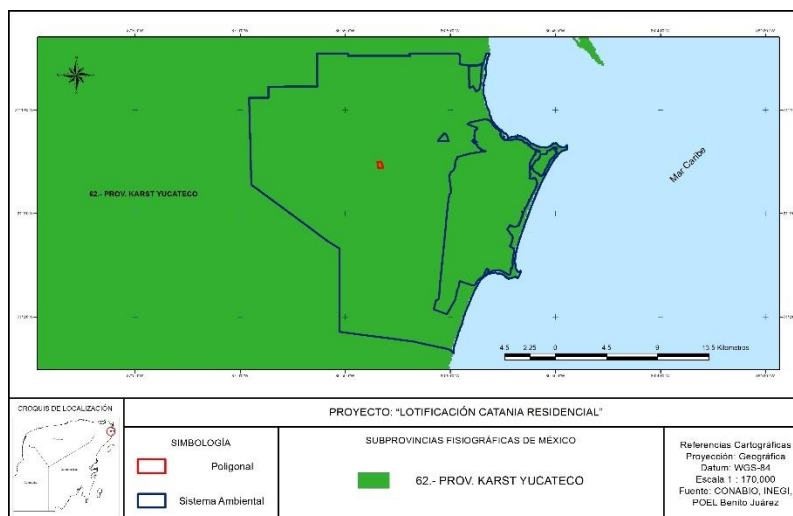


Plano No. 44 Presencia de fallas o fracturas geológicas en el SA.

IV.2.2.1.1.2. Fisiografía

Como ya se ha indicado, debido a la conformación de la Península de Yucatán, las condiciones generales son similares en la mayor parte de ella, sin embargo, algunos factores ambientales suelen variar, aunque los rangos de variación suelen ser limitados.

La ubicación del SA está considerada dentro del área de la provincia Fisiográfica denominada al 100% por la provincia de Karts Yucateco.

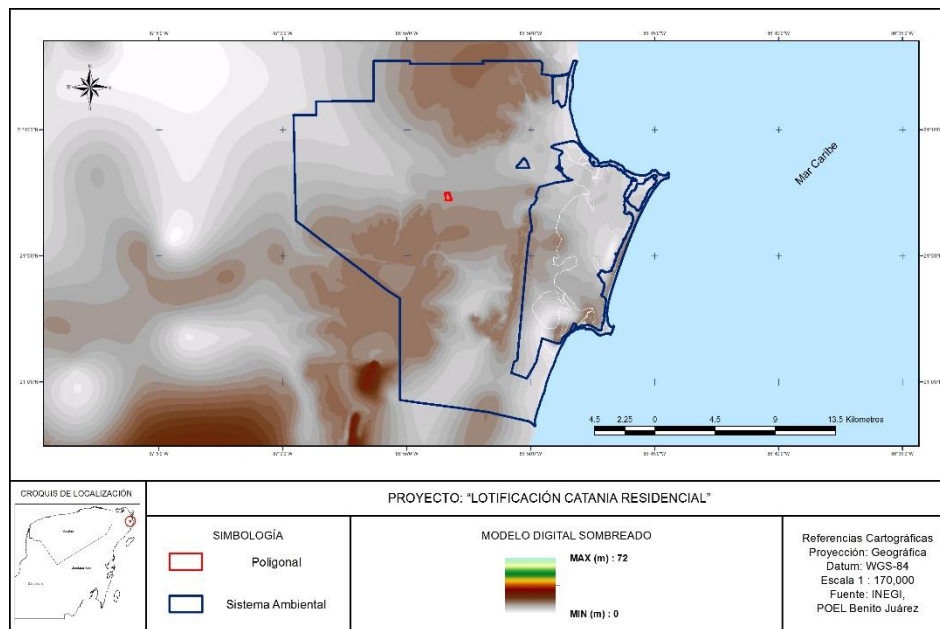


Plano No. 45 Provincia fisiográfica en el área del proyecto.

IV.2.1.1.1.3. Morfología

La zona del SA es sensiblemente plana ya que pertenece a la denominada Porción Noroccidental en donde predomina la planicie con menos de 10 m de altitud, presenta pocas evidencias de un relieve cárstico, el cual está reducido a lapiaz del tipo tinajas y algunos cenotes de boca ancha con nivel somero del agua. Hay cuevas pequeñas de origen freático que culminan en sifones a unos 10 m de profundidad. En apariencia, el desarrollo cárstico escaso se debe a cuatro factores: a) poca precipitación, b) relieve muy joven (Cuaternario), c) débil contraste, y d) una estructura geológica que consiste en calizas dispuestas en estratos delgados.

En general se puede apreciar una condición plana con microdepresiones, lo cual es típico de la zona de SA. La pendiente tiene una ligera inclinación natural hacia el Este-Oeste.



Plano No. 46 Modelo digital de Elevación y el SA del proyecto.

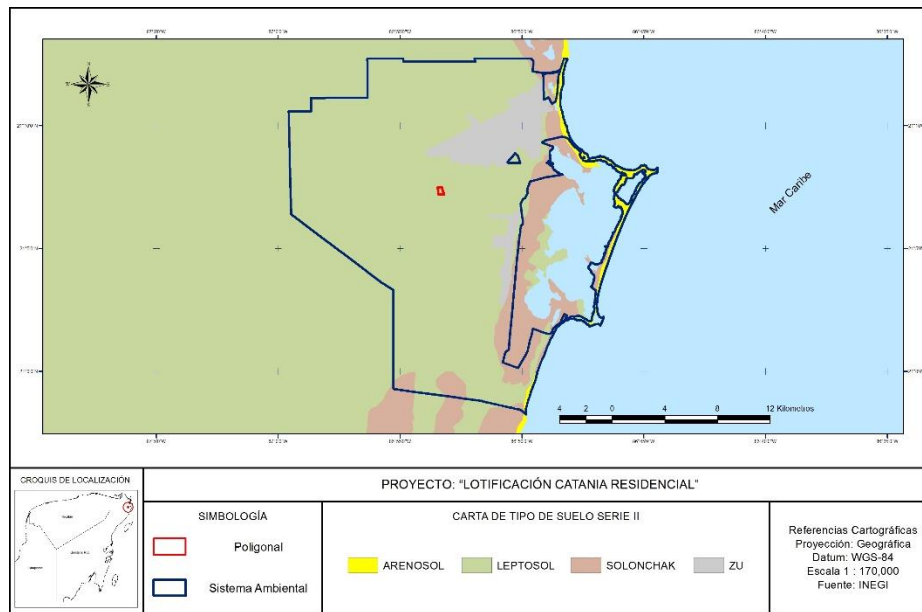
IV.2.2.1.2. Suelos

De acuerdo con la modificación al sistema de clasificación de la WRB adoptado por el INEGI, en el SA se observan como suelos primarios a tres grandes tipos de suelo, muy jóvenes, como sucede en la mayor parte del estado: los leptosoles prevalecen en un 81.6% del sistema ambiental del proyecto, mientras los Solonchak alcanzan a cubrir el 6.4%, y los Arenosoles con el 2.42% del SA.

Cuadro No. 21 Tipo de suelo y cobertura en el SA.

CLAVE WRB	GRUPO1	GRUPO2	GRUPO3	CLASE_TEXT	SUPERFICIE	%
ARcaso+SCarso/1	ARENOSOL	SOLONCHAK	NO	1	70	0.20
AReuh+LPhurz/1	ARENOSOL	LEPTOSOL	NO	1	777	2.22
H2O	NA	NA	NA	NA	115	0.33
LPhuli+AReuh/2	LEPTOSOL	ARENOSOL	NO	2	26	0.07
LPhuli+LPhurz+PHlep/2R	LEPTOSOL	LEPTOSOL	PHAENOZEM	2	22848	65.40
LPhurz+CMhulen/3	LEPTOSOL	CM	NO	3	207	0.59
LPhurz+LPhuli+PHchlep/2	LEPTOSOL	LEPTOSOL	PHAENOZEM	2	5432	15.55
SCarso+GLszwso+LPhurz/1	SOLONCHAK	GLEYSOL	LEPTOSOL	1	39	0.11
SCglso+GLszwhu+LPhurz/2	SOLONCHAK	GLEYSOL	LEPTOSOL	2	316	0.90
SCglsoh+GLszwhu+LPhurz/2	SOLONCHAK	GLEYSOL	LEPTOSOL	2	177	0.51
SCha/1	SOLONCHAK	NO	NO	1	135	0.39
SCha+AReuh/1	SOLONCHAK	ARENOSOL	NO	1	1578	4.52
ZU	NA	NA	NA	NA	3217	9.21
					34,937.00	100.00

La distribución de los suelos se puede observar en el plano que se muestra a continuación.



Plano No. 47 Tipos de suelo en el SA de acuerdo a carta de suelos del INEGI.

Esta condición y el origen de los suelos influye sensiblemente en factores como la permeabilidad, escurrimientos y grados de erosión que pudieran presentarse en el SA, así como los tipos de vegetación que prospera según el tipo de suelo y la humedad que éstos pueden retener. De manera general se pueden observar selvas medianas en suelos leptosoles, mientras que en los gleysoles o solonchak, los humedales de manglar o tulares son las vegetaciones con mejor adaptación a las condiciones de inundación.

IV.2.2.1.3. Hidrología

IV.2.2.1.3.1. Hidrología superficial

En el SA se identifica como principal cuerpo de agua al Sistema Lagunar Nichupté (SLN) y se reporta una cobertura con agua por 103 hectáreas que corresponden precisamente a este sistema de lagunas.

Considerando la morfología del SLN, constituido por tres cuencas principales (Cuenca Norte, Cuenca Central y Cuenca Sur) y su comunicación con el mar a través de dos canales (Canal Cancún al norte y Canal Nizuc al sur), existen variaciones de salinidad que dependen de la estación del año y los efectos de marea, siendo generalmente mayores los valores de salinidad en la proximidad de los canales, con disminución en las zonas más alejadas.

La CONABIO realizó un estudio de la hidrodinámica del Sistema Lagunar Nichupté en el año de 2009 y cuyos resultados principales se señalan a continuación.

Profundidad y salinidad

El patrón de distribución de profundidades del SLN comprende las profundidades tomadas en los puntos de muestreo establecidos; la distribución de salinidad refleja los diferentes aspectos que afectan la hidrografía del sistema lagunar.

Se observa la influencia del agua 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.

En la región central del SLN se encuentra un fuerte gradiente de norte a sur de salinidad con valores que varían de 24 a 30 unidades prácticas de salinidad (PSU). En esta misma zona, en su parte sur, existe una franja de baja salinidad (24 a 24.8 unidades prácticas de salinidad) que colinda con manglares y con algunas zonas con aportes de agua dulce. En el cuerpo de agua central existe un gradiente con dirección este-oeste con salinidades que varían entre 21 y 24.8 unidades prácticas de salinidad.

Las zonas con salinidad de 21 unidades prácticas de salinidad, ubicadas hacia el oeste del cuerpo de agua central, se deben principalmente a los aportes de agua menos salina provenientes de aguas subterráneas.

También se pueden observar ampliaciones de las zonas de canales en la parte norte; es decir, en los alrededores del Canal de Cancún y en la parte sur en los canales cercanos al Canal Nizuc. La salinidad en los canales de la parte norte están altamente influidos por el mar, por lo que los contenidos de sal son relativamente elevados en todos ellos.

Por el contrario, se observa que el canal que conduce a Punta Nizuc tiene una salinidad baja, del orden de 23 unidades prácticas de salinidad, y en las cercanías del mar se eleva el valor de la salinidad. Esto indica que la influencia del mar a través de este canal es menor que a través del canal, en el norte.

Temperatura

Debido a la radiación solar y a lo somero de los cuerpos de agua, la temperatura en el SLN es más elevada que en el adyacente Mar Caribe. Estas temperaturas son, sin embargo, modificadas por dos procesos: por el ingreso de agua fría proveniente del acuífero y por el agua del Mar Caribe enfriada por la mezcla vertical y por surgencias asociadas al paso de frentes fríos.

En la parte norte y noreste del SLN se observa un lente de agua más caliente. Los lentes de agua fría se encuentran en las inmediaciones que conducen a los canales Cancún, en el norte, y Nizuc, en el sur. Los registros de temperatura de las mediciones hidrográficas de 50 estaciones, efectuadas en la parte central y norte del SLN, variaron de 26 a 27.3 °C. Dichos datos se obtuvieron en el lapso de una semana, tras el paso de un frente frío, lo que sugiere que este evento puede tener una influencia importante en la temperatura de algunas áreas del SLN que interactúan con el mar abierto.

Oxígeno disuelto

La concentración de oxígeno disuelto tiene valores típicos del mar abierto (11- 12 mg/L) en la parte central y sur del SLN. Valores un poco más bajos se encuentran en la parte norte. Los valores de oxígeno disueltos más bajos se localizaron en un área aledaña a la zona hotelera y en la parte noroeste del SLN, donde hay una gran influencia de la ciudad de Cancún. Los valores mínimos de oxígeno disuelto pueden ser asociados a materia orgánica en descomposición.

Potencial de Hidrógeno (pH)

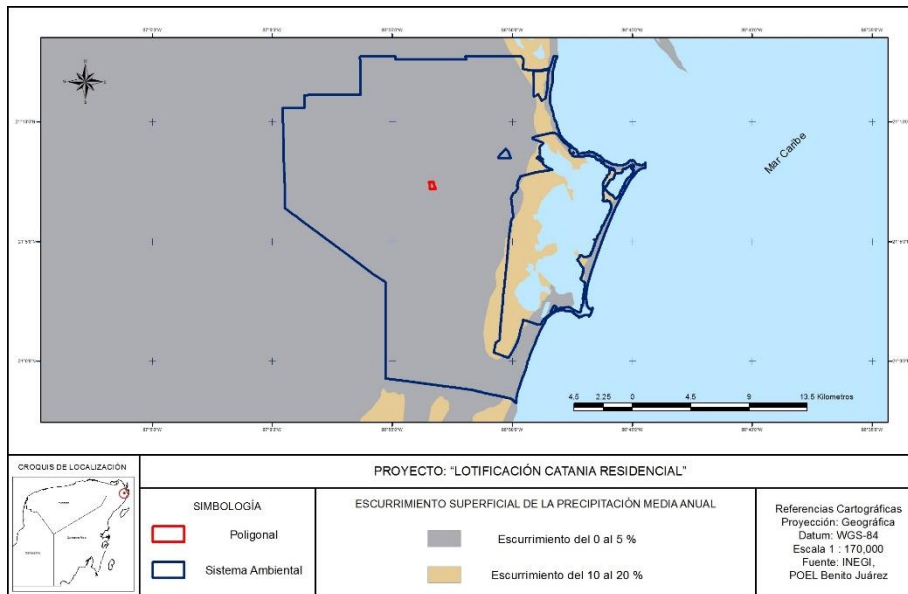
El potencial de Hidrógeno (pH) se efectuó in situ, obteniendo valores de 6.88 a 8.14 entre 2008 y 2013. La muestra de agua puede sufrir variaciones con el tiempo a consecuencia de desechos vertidos por actividades humanas, siendo algunos de los efectos la presencia de una sobresaturación de anhídrido carbónico como consecuencia de la respiración de las plantas presentes en el agua, la influencia del anhídrido carbónico de la atmósfera y las reacciones químicas en el seno del agua, entre otras. En general se puede afirmar que el sistema lagunar es alcalino. Los valores del centro y sur del sistema son similares a los presentes en sistemas marinos. Los valores de pH un poco más bajos encontrados en la parte norte del sistema lagunar pueden ser asociados a aportes de aguas residuales, ya sean procedentes de la ciudad de Cancún en la parte noroeste o bien de la zona hotelera en el lado noreste.

IV.2.2.1.3.2. Hidrología subterránea

La península carece de corrientes superficiales, principalmente en la porción norte; hacia el sur sólo se manifiesta un drenaje incipiente que desaparece en resumideros o en cuerpos de agua superficiales. Así, gran parte de la precipitación pluvial se evapotranspira y el resto se infiltra a través de fracturas, oquedades y conductos kársticos en las calizas, siendo que el áreas del SA no escapa a esta condición. En el subsuelo el agua sigue diferentes trayectorias de flujo, controladas por el desarrollo o evolución del Karst profundo, de tal manera que para la zona de interés, la ocurrencia del agua subterránea está supeditada a la presencia de la región kárstica de la porción noreste, asociada con las provincias geomórficas II y IV de la Península y como consecuencia, presentando un acuífero regional para la zona norte de la Península dentro del cual se encuentra el SA del proyecto.

Se plantea así, la existencia de dos acuíferos regionales de carácter kárstico distinto, que se denominaron, en función de la edad de las rocas; Miocénico y Eocénico; en el caso del SA, la ubicación está en el primero de ellos.

Cabe resaltar que de acuerdo a INEGI, la infiltración es alta y define que menos del 5% del agua que precipita tiene escurrimiento, valor pues, bastante bajo, debido a las características geológicas y del tipo de suelo que se presenta en la zona, con lo cual, el aporte de agua al subsuelo es bastante alto, como sucede en la Península de Yucatán. Las áreas que presentan la mayor tasa de escurrimientos se ubica en las áreas que rodean al SLN, particularmente en áreas asociadas a humedales.



Plano No. 48 Escurrimientos superficiales en el SA

La península de Yucatán forma una de las plataformas de piedra caliza más grandes del mundo, abarca más de 250,000 km² y un espesor de más de 2.5 Km en algunas zonas. La península es el resultado de un proceso de depositación de carbonato de calcio de origen orgánico por millones de años a lo largo de los cuales se presentaron varias eras glaciares que provocaron que los niveles oceánicos aumentaran y disminuyeran, en promedio 120 m, sumergiendo y descubriendo la plataforma continental.

La entidad es uno de los estados de la zona tropical del Sureste del país, en donde las precipitaciones son abundantes, mayores de 1,000 mm anuales, y se caracteriza por la inexistencia de corrientes superficiales relevantes, salvo el río Hondo. Al no poderse desarrollar las corrientes superficiales la porción de agua de precipitación que resta a la evaporación es absorbida por las plantas y suelos y el resto satura el terreno, colma el bajo relieve y se infiltra en el subsuelo, dando origen a las aguas subterráneas en cavernosidades de desarrollo muy complicado, de manera que todos los sitios que reciben la lluvia constituyen zonas de recarga del acuífero, es decir toda la superficie estatal.

Debido a la capacidad de infiltración y escasa pendiente del terreno estatal, se estima que el 80% de la precipitación pluvial se infiltra a través de las fisuras y oquedades de la losa calcárea, pero sólo una parte de ese gran volumen ingresa al acuífero: se estima que el 72.2% del agua infiltrada, unos 34,650 mm³/año, es retenida por las rocas que se encuentran arriba de la superficie freática y gradualmente extraída por la transpiración de las plantas; el otro 41.6 %, unos 13,350 mm³/año, constituye la recarga efectiva del acuífero.

La recarga de agua hacia el Sistema Lagunar Nichupté está reportada por diversos autores como de carácter subterráneo por lo que es indudable que en el subsuelo del sitio del proyecto existe flujo hidrógico hacia la Laguna Nichupté.

El acuífero de la Riviera Maya está formado por calizas de características variadas y depósitos de litoral con un espesor máximo de 400 metros. La porosidad y permeabilidad primarias del acuífero dependen de su litología. Sus valores son altos en los estratos constituidos por conchas y esqueletos de organismos, así como en lugares donde ha habido bastante disolución de la roca. A escala estatal, se trata de un acuífero libre, heterogéneo y anisotrópico. La figura que se presenta muestra el comportamiento kárstico en acuíferos.

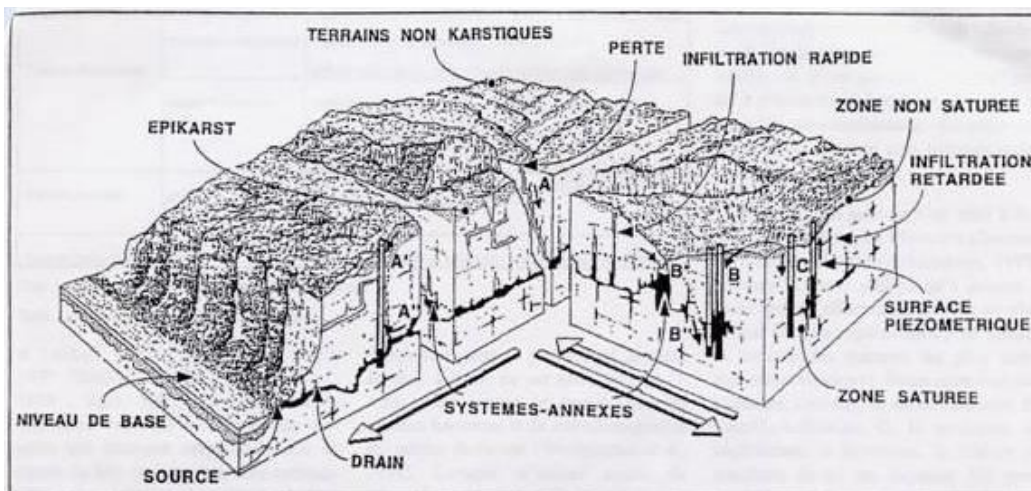


Figura No. 13 Desarrollo de acuíferos en sistemas kársticos

De acuerdo a la CNA, la profundidad al nivel freático para el acuífero que subyace al Estado de Quintana Roo varía desde 20 metros hasta 2 (en zonas cercanas a la costa). Para el área de estudio, la profundidad varía de 4 a 6 m de profundidad. La elevada precipitación pluvial, aunada a la gran capacidad de infiltración del terreno y la reducida pendiente topográfica, favorece la renovación del agua subterránea de la península por lo que prácticamente toda el área funciona como zona de recarga.

La figura muestra las direcciones de flujo preferenciales del agua subterránea.

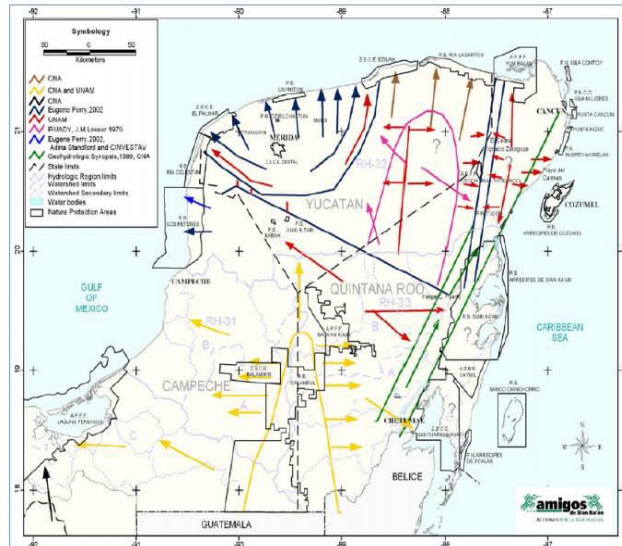


Figura No. 14 Dirección regional de flujo de agua subterránea (Bauer et al, 2011)

Marín (1990) estableció para el noroeste de Yucatán una red de monitoreo piezométrica durante casi dos años. Durante este tiempo, las variaciones normales entre la época de estiaje y lluvias fueron del orden de 0.50 m. Beddows (2003) describe el acuífero costero de Quintana Roo como un acuífero de porosidad triple y comenta que es necesario considerar el flujo del agua subterránea a través de la matriz, fracturas y sistema de cavernas interconectadas.

A escala regional, no se han provocado cambios apreciables en las direcciones principales de flujo ni en la elevación de los niveles del agua, lo cual se debe, por una parte, a que el volumen de agua extraído del subsuelo es depreciable en comparación con la recarga y, por otra parte, a que los efectos del bombeo se propagan rápidamente (Granel E., Gález L., 2002).

IV.2.2.1.3.1. Acuífero Miocénico.

El SA se identifica dentro de el Acuífero miocénico que se describe como la unidad hidrogeológica que integra los depósitos carbonatados del Mioceno al Pleistoceno; es de tipo hidrológico permeable y constituye un acuífero kárstico regional, cuya distribución superficial es, como se ha mencionado, la asociación de las provincias II y IV. Esta unidad acuífera está



limitada al SSO por la Sierrita de Ticul, al oeste, parcialmente, por el aflamamiento Bacalar-Rio Hondo y, hacia el N, NO, NE y SE, por las áreas costeras (véase ilustración). Al NO integra un acuífero limitado localmente a profundidad por depósitos impermeables del área de Mérida, Yucatán. Al oeste de la provincia geomórfica IV-B se comunica parcialmente con el acuífero eocénico, del que es zona de descarga (Rio Hondo, Bacalar).

Esta unidad acuífera se caracteriza por: alta permeabilidad y transmisividad, poca carga hidráulica, nivel freático estable y dirección de flujo radial desde el área de recarga hacia las costas.

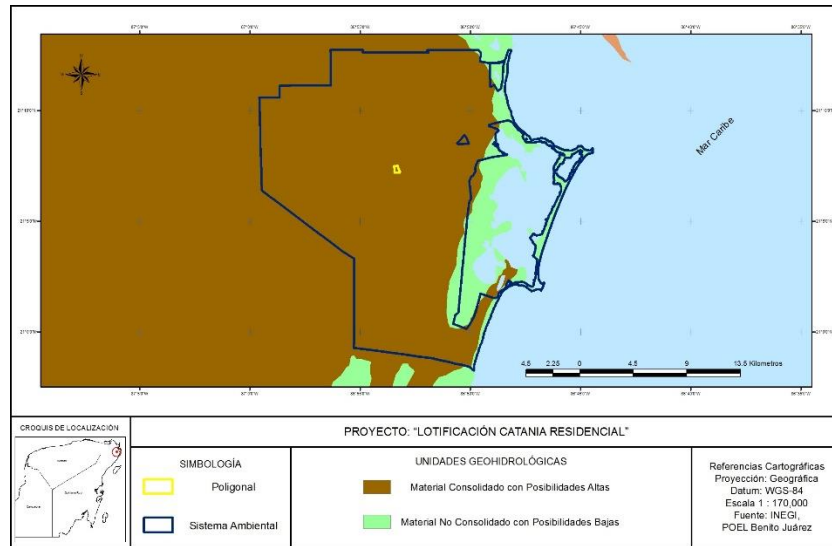
Esta, al parecer, está supeditada a la distribución del patrón de la precipitación pluvial, y, de acuerdo con el análisis de los datos climáticos (CPNH, 1977), una porción de la misma se encuentra al noroeste de la península —áreas de Cobá y Leona Vicario, Quintana Roo- en donde se forma un máximo de precipitación, lo que establece hacia esa región el área de recarga.

Debido a la gran capacidad de infiltración y a la mínima pendiente topográfica del terreno, alrededor del 80% de la precipitación pluvial se infiltra, el 20% restante se distribuye entre la interceptación de la densa cobertura vegetal, el escurrimiento superficial y la captación directa de los cuerpos de agua (áreas de inundación, lagunas y cenotes).

El agua que recibe la zona del SA es descargada principalmente por evaporación de agua superficial subterránea en los citados cuerpos de agua, y por la transpiración de la vegetación que extrae del subsuelo la mayor parte del volumen infiltrado.

IV.2.2.1.3.2. Acuífero

Debido a la cercanía a la costa, el SA del proyecto no genera un aporte sustancial al acuífero, ya que la zona costera es comúnmente de descarga de agua hacia el mar de acuerdo al modelo de movimiento de aguas subterráneas de la CNA, sin embargo, el INEGI considera que el área donde se ubica el SA es de material consolidado con posibilidades altas para la infiltración y aporte al manto freático.



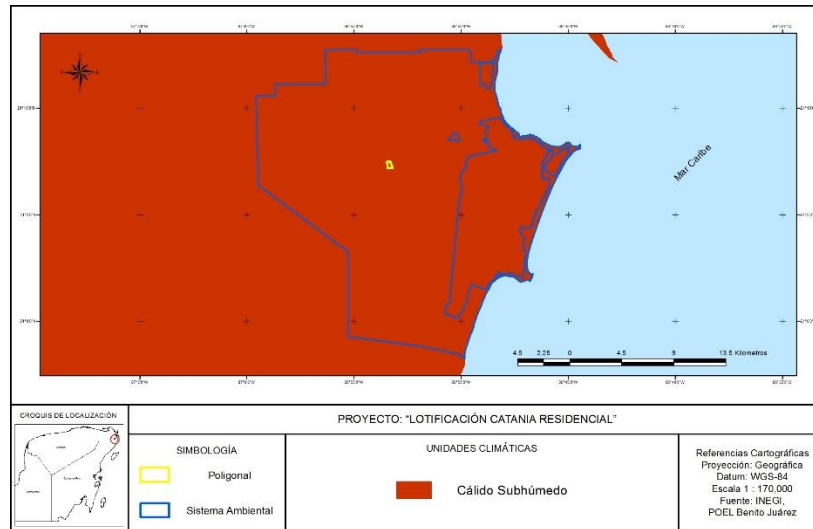
Plano No. 49 Unidades geohidrológicas del SA.

La precipitación pluvial y su amplia distribución a lo largo del año, son circunstancias que favorecen la infiltración del agua del subsuelo y su posterior circulación hacia el nivel freático, aunque no todo este volumen alcanza la superficie freática: una parte retorna a la atmósfera por evaporación directa y transpiración de la cubierta vegetal. En las zonas con niveles freáticos someros, las principales zonas de recarga al acuífero se ubican en Nuevo X-can y H. De Nacozari-Leona Vicario-Central, Vallarta-Puerto Morelos y Santa Teresita.

IV.2.2.1.4. Clima

El clima, de acuerdo a la clasificación de Köepen, modificada por E. García (1968) corresponde a un clima cálido subhúmedo, con lluvias todo el año y mayor abundancia en verano; la nomenclatura reportada por el INEGI es Aw₀ que es m'as seco de este subtipo climático. .

La costa del estado de Quintana Roo se encuentra afectada principalmente por la presencia de los vientos dominantes del Este provenientes del mar Caribe, el cual mantiene temperaturas superficiales por arriba de los 25°C durante todo el año.



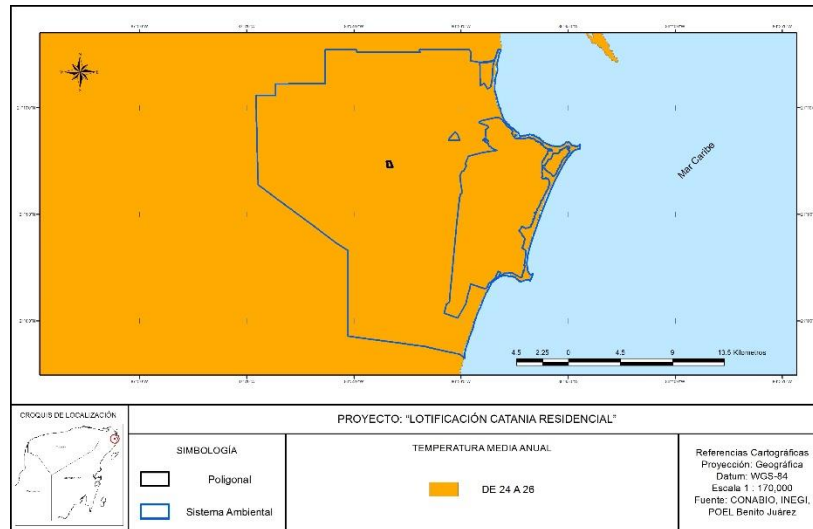
Plano No. 50 Unidades climatológicas en el SA

Los vientos en la región tienen una alta humedad específica y la temperatura media se mantiene por encima de los 20°C durante todo el año.

La región está dominada por la influencia del mar Caribe y los frentes que vienen del norte. Su clima es tropical con temperaturas medias mensuales que varían de 23°C a 27°C a lo largo del año. Las temperaturas medias máximas alcanzan los 33°C y las medias mínimas alcanzan los 17°C. Los vientos dominantes son del Este, con velocidades promedio de 3 m/s. Los eventos extremos que afectan a la región son, en primer lugar los huracanes y tormentas tropicales, en segundo lugar, los frentes fríos que se presentan todos los años durante el invierno.

IV.2.2.1.4.1. Temperatura

La temperatura media anual es en general de 24 a 26 °C para toda la zona del SA como se puede observar en el plano de INEGI, sin embargo, la estación meteorológica de Cancún de la CNA reporta 27.2 °C promedio para un periodo de 1951 al 2010.



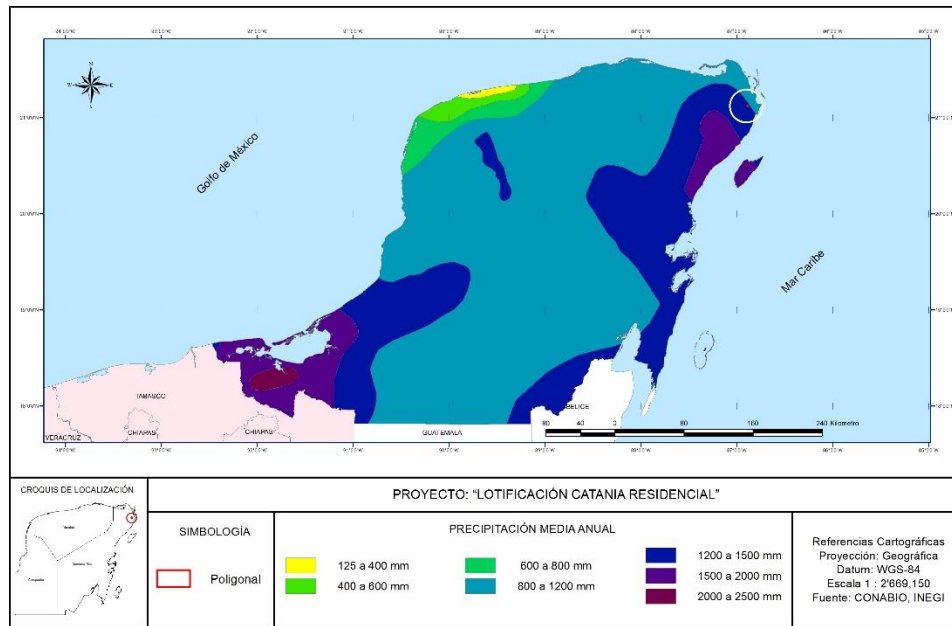
Plano No. 51 Temperatura media anual en el SA de acuerdo a INEGI

Las temperaturas máximas promedio anuales registradas, son de 31.7 °C con oscilación anual menor a 5 °C. En tanto que la temperatura mínima promedio anual es de 22.6 °C.

IV.2.2.1.4.2. Precipitación

En el SA se registran dos condiciones de precipitación media anual de acuerdo a la carta de INEGI, la primera y de mayor cobertura que es la de 1,200 a 1,500 mm y otra porción del SA que está en condiciones más secas alcanzando el rango de 800 a 1,200 mm anuales. La estación meteorológica de Cancún de la CNA reporta una precipitación de 1,300.2 mm para el periodo de 1951-2010, que será el dato que habrá de tomarse en cuenta en lo subsecuente.

Se presentan 112.7 días con precipitación apreciable al año. La precipitación varía muy poco local y estacionalmente, de acuerdo a los fenómenos meteorológicos y su incidencia.



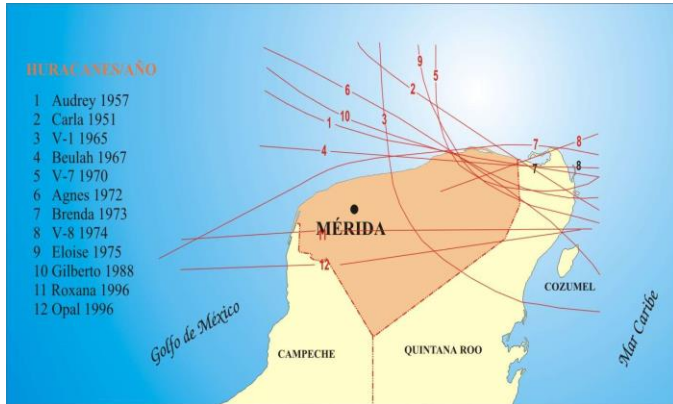
Plano No. 52 Precipitación media anual de la Península de Yucatán

IV.2.2.1.4.3. Fenómenos meteorológicos

En el SA al igual que en el resto del estado, la exposición a fenómenos meteorológicos como son las tormentas tropicales, huracanes y "nortes", particularmente la zona norte del litoral que se encuentra comprendida entre Cabo Catoche y la costa a la altura de la población de Carrillo Puerto tiene consecuencias en las condiciones ambientales del SA.

Estos fenómenos juegan un papel importante en la economía debido a la actividad turística que se desarrolla en el estado. Si la presencia de estos fenómenos meteorológicos no es considerada en el proceso de planeación pueden tener un fuerte impacto; su presencia no se puede evitar, sin embargo una actitud de previsión activa que combine la protección ante el peligro de éstos fenómenos y la conservación de los recursos naturales, simplifica los procesos de manejo y permite establecer un balance en la toma de decisiones sobre el tipo y la ubicación de las construcciones.

A pesar de los desastres que pueden ocasionar, no son fenómenos completamente destructores. El abastecimiento de agua en muchas áreas regiones de México y en especial en la Península de Yucatán -carente de ríos superficiales- depende en gran medida de la visita de estos sistemas atmosféricos.



Las tormentas tropicales y los huracanes se presentan en las costas de Quintana Roo en los meses de julio a octubre, los daños que ocasionan se deben a tres fuerzas destructoras: las marejadas, las inundaciones y los vientos.

Las marejadas pueden producir olas de 10 m o más de altura que llegan a demoler macizas obras portuarias, alterar radicalmente la configuración de la playa, como ocurrió en Cancún después del huracán Gilberto y

hundir o lanzar a la costa buques de gran calado como los barcos camaroneros que quedaron varados en 1988 en Puerto Juárez debido también a los efectos del mismo huracán.

La acción de las marejadas puede llegar a 30 o 40 m de profundidad por lo que destrazan o sepultan bajo gruesas capas de arena las formaciones coralinas.

Las inundaciones son ocasionadas por las fuertes lluvias y a las marejadas que impiden el desfogue de las aguas interiores que han sido acumuladas durante la temporada de lluvias sobre suelo arcilloso y poco permeable que tarda muchos días en infiltrarse o evaporarse.

Los vientos huracanados son particularmente peligrosos; derriban árboles, líneas eléctricas y telefónicas, antenas y construcciones de muy variado tipo, arrasan la vegetación silvestre y cultivada. Los daños no se deben solo al efecto directo del viento, sino también al impacto de los objetos que son transportados.

Los huracanes reducen o ensanchan las playas, forman bajos arenosos y en ocasiones abren o cierran bocas de comunicación entre el mar y los humedales. El huracán Gilberto en 1988 casi hizo desaparecer las playas de Isla Cancún, modificó la topografía de los fondos arenosos en el área y cortó en varios puntos las playas de barrera presentes en las costas de Yucatán formando canales a través de ellas. En Cancún de acuerdo con los reportes de FONATUR, resultaron perjudicados 3,977 cuartos de hotel y 1,362 en Cozumel además de otras construcciones no hoteleras. El reciente impacto del Huracán Wilma ha tenido severas consecuencias en la zona norte de Quintana Roo.

Los "nortes" no guardan parentesco alguno con los huracanes. Son fenómenos meteorológicos totalmente distintos en su origen y su formación. Mientras los huracanes son de carácter marítimo, tropical y veraniego, los "nortes" son de naturaleza continental, extratropical e invernal, se presentan de octubre a enero. A pesar de las diferencias en su origen causan efectos similares a los de los huracanes.

Debido a que los huracanes y los "nortes" son eventos consecutivos que modifican el litoral, en algunos lugares se complica la restauración de las playas. Los procesos naturales de transporte y depositación de la arena se ven contrarrestados por los efectos de los nortes que comienzan poco después de la temporada de huracanes y que cada año hacen retroceder temporalmente la línea de costa.

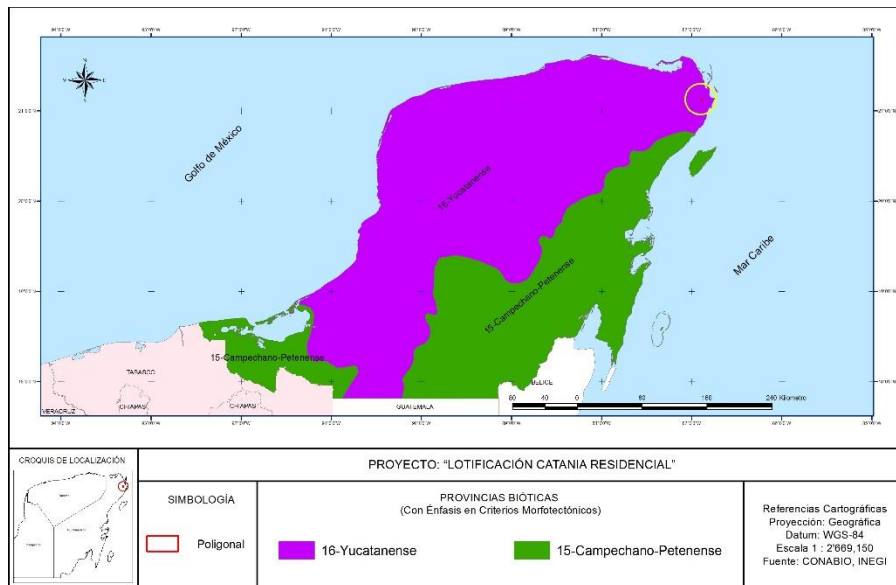
IV.2.2.2. Medio biológico.

IV.2.2.2.1 Provincias Bióticas

En los Estados Unidos de América, Dice (1943) reconoció como provincias bióticas a las unidades geográficas caracterizadas por el clima, la fisiografía, los suelos y las comunidades bióticas mayores que se desarrollan en función de éstas.

Las provincias bióticas son, en esencia, unidades del paisaje, en cuya definición se enfatizan las comunidades bióticas características. Su uso principal ha sido como unidades biogeográficas o faunísticas apropiados para la interpretación de distribuciones de especies y la diferenciación evolutiva de especies y subespecies.¹

La península de Yucatán se encuentra principalmente en 2 Provincias Bióticas, para lo cual el SA se encuentra dentro de la provincia Yucatanense



Plano No. 53 Tipos de Provincias Bióticas de la Península de Yucatán

La cuenca hidrológica Quintana Roo, se ubica en la región Biogeográfica de Dominio Neotropical, en las siguientes Provincias.

¹ Pagina del INE; <http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/libros/443/cap4.html>

- Provincia Yucatanense.
- Provincia Campechano - Petenense; Subprovincia Roeña.

IV.2.2.2.2. Vegetación

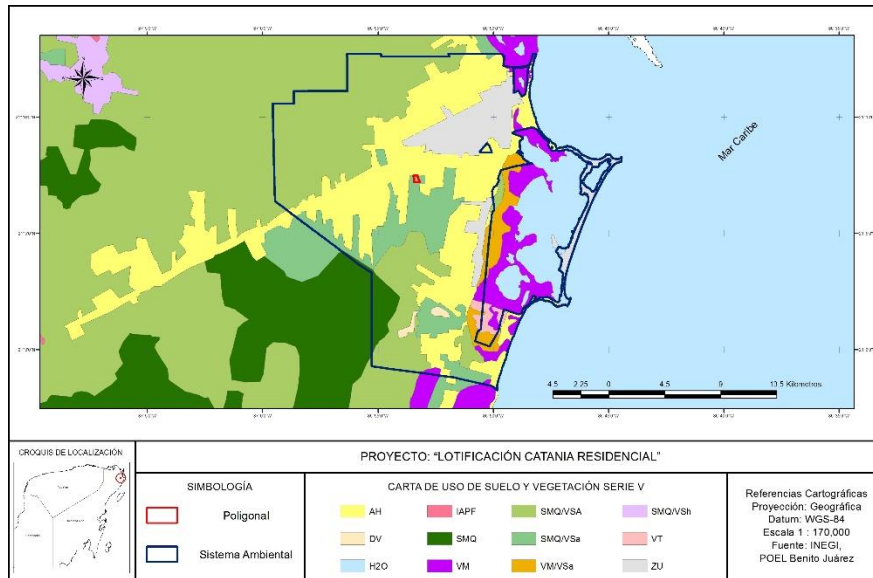
El SA de interés muestra una condición de fragmentación de alta intensidad derivada de la presión que ejerce en la zona el crecimiento de la ciudad de Cancún, generando con ello la pérdida de la cobertura forestal de la zona para permitir el paso de nuevas vialidades y fraccionamientos urbanos completos.

Para el caso del SA, que abarca 34,937 hectáreas, es evidente que una porción importante de su superficie ya está ocupada por áreas urbanas o por zonas consideradas por el INEGI como de Asentamientos Humanos o Zonas urbanas que ocupan el 48.7% de la superficie del SA lo que demuestra que el proyecto se encuentra ya inmerso en una condición de desarrollo urbano que es la ciudad de Cancún y el poblado de Alfredo V. Bonfil.

Asi mismo, es evidente que no existen mucha diversidad en cuanto a la flora presente en el área del SA ya que lo reportado corresponde a una selva mediana subperennifolia secundaria arbustiva, lo cual es de esperarse dada la condición de impactos naturales de alta intensidad, asi como de actividades antropogénicas que con el paso del tiempo han deteriorado el área con la extracción de madera, tierra de monte, piedra y cacería, demeritando así la biodiversidad del SA, abriendo paso a una condición de fragmentación de ecosistemas y dando paso a zonas urbanizadas. En el cuadro y en el plano que se presentan a continuación se puede observar la fragmentación del ecosistema de selva y la presencia en grandes porciones del SA respecto a los asentamientos humanos y zonas urbanas que prevalecen dentro de éste.

Cuadro No. 22 Tipos de vegetación y uso del suelo en el SA.

CLAVE	TIPO DE VEGETACIÓN	SUPERFICIE (Ha)	%
ADV	DESPROVISTO DE VEGETACION	186	0.53
AH	ASENTAMIENTOS HUMANOS	12,944	37.05
ZU	ZONA URBANA	3,883	11.11
SMQ	SELVA MEDIANA SUBPERENNIFOLIA	831	2.38
SMQ/VSA	SELVA MEDIANA SUBPERENNIFOLIA SECUNDARIA ARBÓREA	11,466	32.82
SMQ/VSa	SELVA MEDIANA SUBPERENNIFOLIA SECUNDARIA ARBUSTIVA	4,160	11.91
VM	MANGLAR	618	1.77
VM/VSa	MANGLAR SECUNDARIA ARBUSTIVA	580	1.66
VT	TULAR	166	0.48
H2O	CUERPO DE AGUA	103	0.29
		34,937	100.00



Plano No. 54 Tipos de vegetación y uso del suelo en el SA del proyecto de acuerdo a INEGI.

Estudios realizados de la riqueza de especies de la península sugieren la existencia de cerca de 23,000 especies de plantas con flores. De acuerdo con Rzedowski (1991) se estima que en todo el territorio mexicano existen en forma silvestre alrededor de 22 mil especies de plantas fanerógamas. La mayor parte de esa riqueza vegetal se concentra en las selvas húmedas del sur y sureste del país.

Para el estado de Quintana Roo se presentan en general los siguientes sistemas terrestres:

- Selva Mediana subperennifolia.
- Selva Mediana subcaducifolia
- Selva baja caducifolia y/o perennifolia
- Vegetación secundaria
- Litorales con costas de manglares dominantes en zonas pantanosas o marismas.
- Costas con vegetación acuática y subacuática sin manglar dominante en zonas pantanosas o marismas.
- Seibadales, vegetación de dunas costeras, petenes tulares, carrizales y sabanas

La riqueza florística del estado es relativamente baja tomando en cuenta su tamaño (50,350 Km²). Se presentan 130 familias, 25 de ellas representan un 70.06% de las 1257 especies reportadas. Esto puede ser resultante de la poca diversidad en el ambiente físico del estado, tanto climático, geológico-edáfico, como del poco relieve orográfico. Además de considerarse la reciente emersión de la Península que debe actuar como un factor determinante de la poca diversidad.

En el cuadro siguiente, se enlistan las familias con mayor número de especies, apreciándose, que las tres primeras familias y el orden que guardan es el mismo, que las consideradas secundarias de las selvas altas perennifolias, por ejemplo las del norte de Oaxaca. Esto es muy significativo ya que las tres familias son, en general, de colonización rápida y su predominancia debe estar dada tanto por factores históricos, como climáticos, y de sequedad de la Península.

Cuadro No. 23 Diversidad florística estimada en Quintana Roo

Familias	Núm. de sp. Infra-específicas	% del Total
Leguminosae	146+4	11.62
Gramineae	101	8.04
Compositae	89+3	7.08
Euphorbiaceae	71	5.65
Rubiaceae	43	3.42
Cyperaceae	38	3.02
Verbenaceae	37+6	2.94
Convolvulaceae	34	2.70
Solanaceae	28	2.23
Sapindaceae	27	2.14
Apocynaceae	26+1	2.07
Orchidaceae	24	1.91
Boraginaceae	24	1.91
Bignoniaceae	23	1.83
Palmae	18	1.43
Malpighiaceae	16	1.27
Acanthaceae	16	1.27
Myrtaceae	16	1.27
Bromeliaceae	16	1.27
Moraceae	16	1.27
Malvaceae	16	1.27
Schrophulariaceae	15	1.19
Cactaceae	14	1.11
Asclepiadaceae	14	1.11
Rutaceae	13	1.03
Total:	881+14	70.06%
Total de las 130 familias:	1257+18	100%

Llama la atención además de las anteriores aquellas con escasos representantes o faltantes, que en altitudes semejantes son frecuentes en lugares como Tabasco o Belice, por ejemplo:

- Cyatheaceae Musaceae
- Gesneriaceae Salicaceae
- Melastomataceae Vochysiaceae
- Monimiaceae Zingiberaceae

Son familias de tendencia hidromórfica, las cuales tienden a estar en climas más húmedos. En el caso de las Salicaceae, su ausencia debe estar condicionada a la carencia de corrientes superficiales, excepto en el Río Hondo, de vegetación riparia.

IV.2.2.2.3. Plantas Nativas

Las especies nativas son aquellas que crecen de manera natural en una región, sin la intervención ni ayuda del hombre. Son las especies que se desarrollan de forma silvestre. Las especies de plantas nativas no se distribuyen de manera homogénea a lo largo de todo el territorio, sino que se desarrollan de forma diferencial entre los distintos ambientes o ecosistemas. Tampoco son igualmente abundantes, ya que algunas especies son muy comunes, numerosas y las vemos por todas partes, en tanto que otras son muy raras y sólo se les encuentra en un determinado sitio o ambiente y en ocasiones con muy pocos individuos.

De acuerdo con la norma oficial mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, para el estado de Quintana Roo se reportan 22 especies que presentan alguna categoría de protección. De estas especies algunos géneros son poco conocidos; por ejemplo el pino tropical *Pinus caribea*, aun dentro de la península de Yucatán, el único sitio donde se localiza es en un sitio llamado El Jaguactal, al sureste del ejido Caobas en el municipio de Othón P. Blanco; otra especie importante es la cactácea *Aporocactus flagelliformis*, referida en los listados florísticos, y que sin embargo es difícil su ubicación dentro del estado. En la siguiente lista se mencionan aquellas especies que están dentro de la NOM 059 SEMARNAT 2010 y si son endémicas.

Cuadro No. 24 Listado de las especies de la flora de Quintana Roo que presentan alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	CATEGORIA
ANACARDIACEAE	1. Astronium graveolens Jacq	. A
AGAVACEAE	2. Beucarnea pliabilis	A
BIGNONIACEAE	3. Tabebuia chrysantha Jacq	A
BROMELIACEAE	4. Tillandsia elongata var. subimbricata (Baker)	A
	5. Tillandsia festucoides Brongniart ex Mez T	Pr
CACTACEAE	6. Aporocactus flagelliformis (L.) Lemaire	P*
	7. Mammillaria gaumeri Orcutt	P*
COMBRETACEAE	8. Conocarpus erectus L. C.	A
	9. Laguncularia racemosa (L.)	A
PALMAE O VERBENACEAE	10. Bactris balanoidea (Oersted)	Pr
	11. Coccothrinax readii Quero	A*
	12. Cryosophila argentea H. Bartlett Q.	A
	13. Gaussia maya (Opsiantra maya)	A

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	CATEGORIA
	14. Pseudophoenix sargentii H. W. ex Sargent Q.	A
	15. Roystonea dunlapiana Allen Q.	Pr
	16. Thrinax radiata Lodd. ex H. A.&H. H. Schult. D. A	A
	17. Avicennia germinans (L.)	A. A
PINACEAE	18. Pinus caribaea hondurensis	P
RHIZOPHORACEAE	19. Rhizophora mangle L. C.	A*
ZAMIACEAE	20. Dioon spinulosum	P*
	21. Zamia loddigesii	A
ZYGOPHYLLACEAE	22. Guaiacum sanctum L. C	Ar

En peligro de extinción (P), Amenazadas (A) Sujetas a protección especial (Pr), Especies endémicas (*)

IV.2.2.2.4. Selva mediana subperennifolia en el SA.

Para tener una referencia de las condiciones de biodiversidad y contar con elementos de comparación en capítulos posteriores de este estudio, se hace preciso determinar una zona con condiciones similares de vegetación del predio, con vegetación dentro del SA que permita tener parámetros de estructura e índices ecológicos y estimar si el proyecto afecta la biodiversidad de la zona, y en su caso, cuales serán las medidas para reducir el impacto del proyecto.

Debido a la amplitud del SA que incluye una superficie de 34,937 hectáreas, la actividad de realizar un muestreo con representación estadística de todas las coberturas, aún de aquellas relacionadas con el tipo de vegetación que resultará afectado en el predio por el proyecto, no tendría una representación estadística, sin embargo, se propone la realización de sitios que permitan aproximar una comparación de las especies presentes fuera del predio y poder comparar con el mismo tipo de vegetación dentro del predio, ya que el objetivo de este proceso en particular es con la finalidad de establecer criterios respecto del riesgo a la biodiversidad por la ejecución del proyecto.

De esta manera, la propuesta de muestreo se ha establecido bajo los siguientes supuestos:

- Ubicar condiciones de vegetación similares a las propuestas en la zona de afectación del cambio de uso del suelo, que permitan comparar la diversidad.
- Hacer la distribución lo más cercano posible al sitio del proyecto.
- Obtener parámetros florísticos cuantitativos con los sitios muestreados.

Bajo estos criterios, la propuesta de los sitios se ha establecido de manera dirigida, buscando que las áreas cuenten con la cobertura establecida para los tipos de vegetación similares al predio y que el INEGI reconozca

Respecto a la condición del método de muestreo se hace una breve descripción metodológica, considerando lo establecido en los supuestos comentados en párrafos anteriores.

Identificación de los tipos de vegetación

Como ya se ha indicado, la identificación de las coberturas de los tipos e vegetación de la subcuenca RH32Aa y del SA se llevó a cabo con la carta digital de uso de suelo y vegetación del INEGI Serie V, y cuyo plano y cobertura han sido detallados previamente; para tales efectos, los muestreos de sitios en el SA estarán referidos para el tipo de vegetación de selva mediana subperennifolia secundaria arbustiva.

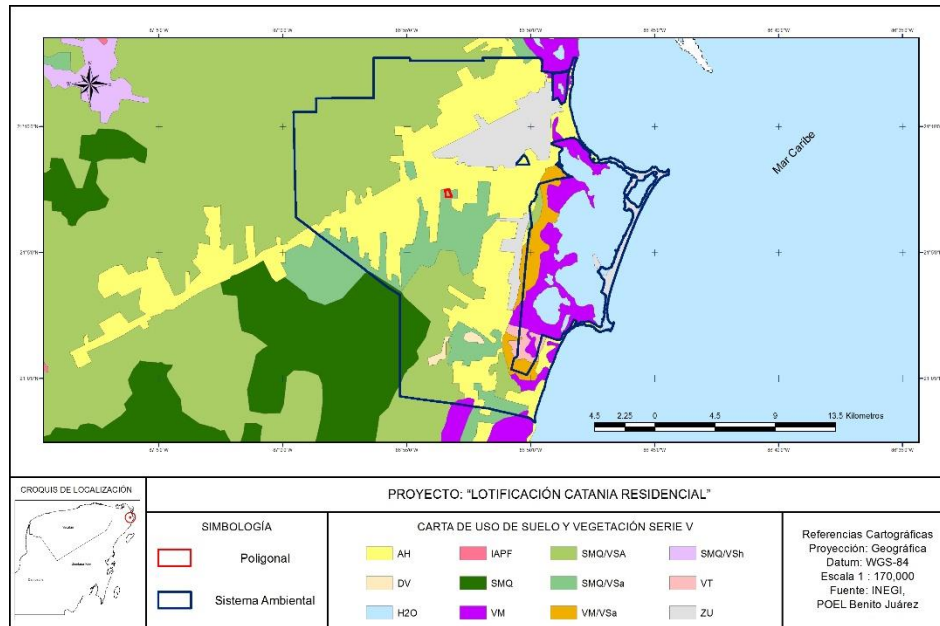
Tipo de sitios

Se decidió realizar sitios de muestreo circulares de 500 m² debido a que son comúnmente aplicados en inventarios forestales en las selvas², además de que facilitan la visibilidad y su construcción. En este sitio se contabilizó toda la información del arbolado mayor a 10 cm de diámetro.

En cada uno de los sitios circulares se incorporaron en el centro del sitio, dos subparcelas de muestreo, una de ellas para medición de individuos arbóreo, con diámetros entre 2.5 y menores de 10 cm; el tamaño de la subparcela fue de 5 m X 5 m, es decir, 25 m². La subparcela de menor tamaño, de 2 m X 2 m y con una superficie de 4 m², sirvió para el levantamiento de individuos herbáceos.

En un acercamiento del sitio del proyecto dentro del SA, se puede apreciar la presencia de los siguientes tipos de vegetación. A efecto de visualizar el sitio del proyecto en el contexto de esta cobertura y sus alrededores, se hace un acercamiento.

² INIFAP.2010. Técnicas de inventarios forestales aplicados en selvas tropicales.



Plano No. 55 acercamiento sitio proyecto y tipos de vegetación en el SA.

La descripción de los tipos de vegetación en base a lo indicado por la Guía para la interpretación de cartografía Uso del Suelo y Vegetación Serie III del INEGI³ es como se indica a continuación.

Selva mediana subperennifolia

Se desarrolla en climas cálido- húmedos y subhúmedos, Aw para las porciones más secas, Am para las más húmedas y Cw en menor proporción. Con temperaturas típicas entre 20 y 28 grados centígrados. La precipitación total anual es del orden de 1 000 a 1 600 mm. Se ubica entre los 0 a 1300 metros sobre el nivel medio del mar. Ocupa lugares de moderada pendiente, con drenaje superficial más rápido o bien en regiones planas pero ligeramente más secas y con drenaje rápido, como en la Península de Yucatán. El material geológico que sustenta a esta comunidad vegetal son predominantemente rocas cársticas.

Se distribuye en regiones de los estados de Yucatán, Quintana Roo (incluyendo la isla de Cozumel), Campeche, Jalisco, Veracruz, Chiapas, Colima, Guerrero y Oaxaca.

³ INEGI. 2009. Guía para la interpretación de cartografía Uso del Suelo y Vegetación Serie III. México, D.F.

Los árboles de esta comunidad presentan alturas que van de los 25 a los 35 m, su diámetro a la altura del pecho es menor que los de la selva alta perennifolia aun cuando se trata de las mismas especies. Es posible que esto se deba al tipo de suelo y a la profundidad. En este tipo de selva, se distinguen tres estratos arbóreos, de 4 a 12 m, de 12 a 22 m y de 22 a 35 m. Formando parte de los estratos (especialmente del bajo y del medio) se encuentran las palmas, al igual que los de la selva alta perennifolia, presentan contrafuertes y por lo general poseen muchas epífitas y lianas. Especies importantes de este tipo de vegetación son las siguientes: **Lysiloma latisiliquum**, **Brosimum alicastrum** (ox, ramón, capomo), **Bursera simaruba** (chaka', palo mulato, jioté, copal), **Manilkara zapota** (ya', zapote, chicozapote), **Lysiloma spp.** (tsalam, guaje, tepeguaje), **Vitex gaumeri** (ya'axnik), **Bucida buceras** (pukte'), **Alseis yucatanensis** (ja'asché), **Carpodiptera floribunda**. En las riberas de los ríos se nota a **Pachira aquatica** (k'uyche'). Las epífitas más comunes son algunos helechos y musgos, abundantes orquídeas y bromeliáceas y aráceas.

IV.2.2.3. Metodología del inventario forestal en el SA

IV.2.2.3.1. Diseño de muestreo

Para la obtención de los datos dendrométricos, se aplicó un muestreo sistemático en sitios ubicados de manera equidistante, mediante el uso de una retícula digital, obteniéndose la coordenada de referencia para cada sitio como se indica en el plano.

IV.2.2.3.2. Forma y tamaño de los sitios

Las unidades de muestreo son sitios circulares de 500 m²; en ellos se midieron todos los árboles o individuos de especies que por su abundancia tuvieran más de 10 cm. de diámetro normal (DN). En este se contabilizaron las epífitas.

Se establecieron dos subparcelas anidadas a los sitios de 500 m², una para arbustivos y otra para herbáceas. Para el estrato arbustivo se levantaron sitios de forma cuadrada de 5 x 5 m tomando como origen el centro del sitio (donde se ubica la coordenada de referencia del sitio). En estos sitios se levantó la información de arbustivos con diámetros entre los 2.5 y menos de 10 cm. En este se incluyen rastreas o especies postradas.

Para las herbáceas se procedió de igual manera, y se hicieron sitios cuadrados de 2 x 2 m en el que se levantó la información de las especies encontradas.

IV.2.2.3.3. Intensidad de muestreo

Debido a la amplia cobertura del tipo de vegetación, se optó por buscar áreas cercanas y accesibles para poder hacer el muestreo. El método de muestreo fue para este caso sistemático para que ofreciera condiciones similares del método, aunque evidentemente, la intensidad aplicada será menor, ya que no alcanza a obtenerse significancia estadística, pero que permite

observar parámetros y presencia de especies que permiten identificar las similitudes de las áreas de la cuneca y del sitio del proyecto.

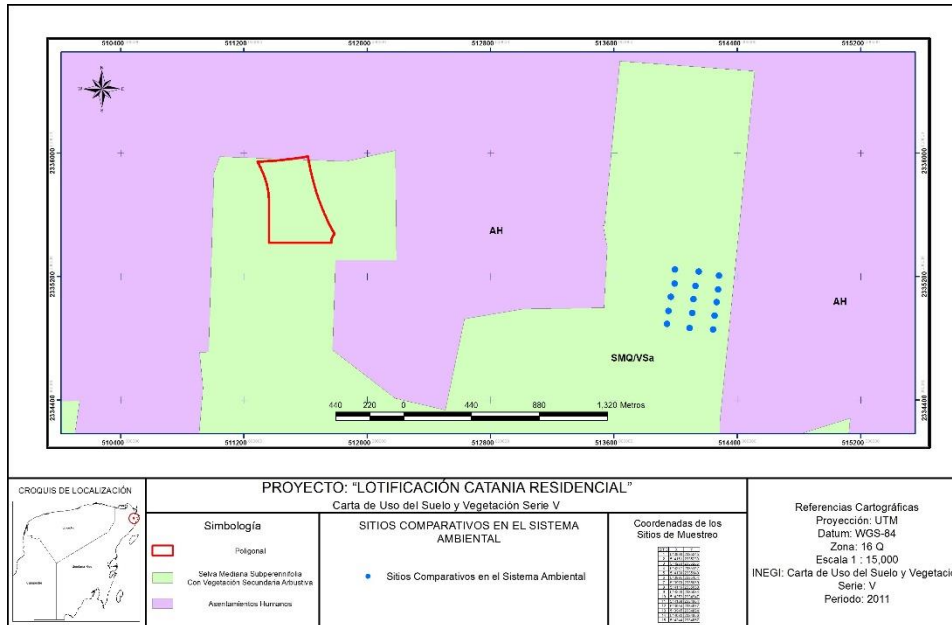
Se estableció en el SA un tamaño de muestra similar o cercano al tamaño de la muestra que se realizó en el predio de CUSTF de tal manera que el tamaño de la muestra se pueden identificar de la siguiente manera en el cuadro con la realización de 15 sitios.

Cuadro No. 25 Tamaño de muestra en sitios de SA con referencia a superficie CUSTF y tipo de vegetación.

Tipo de vegetación	Superficie total CUST en predioF	Sitios de muestreo en SISTEMA AMBIENTAL	Sup. de muestra en el SA con respecto al CUSTF (Ha).	Intensidad de muestreo
Selva mediana subperennifolia	18.656	15	0.75	4.02
TOTAL:	18.656	15	0.75	4.02

Con respecto al sitio del proyecto, en donde se realizaron 16 sitios y una intensidad de muestreo de 4.26%, por lo que en términos comparativos entre sitios de SA y del predio, se estima que la cobertura es muy aproximada en ambos casos, por lo que los resultados pueden ser comparados.

Se llevó a cabo el establecimiento de 15 sitios en vegetación de selva mediana bperennifolia secundaria arbustiva, ubicándolos cercanos al sitio de CUSTF.



Plano No. 56 Sitios de subcuena en vegetación de selva mediana subperennifolia

La ubicación georreferenciada en coordenadas UTM se presenta a continuación en el siguiente cuadro:

Cuadro No. 26 Coordenadas de sitios de subcuenca en selva mediana subperennifolia

No. sitio	X	Y
1	513996.0	2335245.0
2	514151.0	2335233.0
3	514283.0	2335205.0
4	514277.0	2335117.0
5	514130.0	2335140.0
6	513995.0	2335154.0
7	513970.0	2335069.0
8	514116.0	2335053.0
9	514266.0	2335034.0
10	514253.0	2334947.0
11	514108.0	2334964.0
12	513954.0	2334977.0
13	513945.0	2334894.0
14	514092.0	2334866.0
15	514244.0	2334857.0

IV.2.2.3.4. Parámetros considerados

Número de sitio.- Se asignaron números consecutivos a cada sitio. Este número se anotó en una cinta fluorescente colocada en una rama verde del árbol o una baliza. El número consecutivo fue independiente del tipo de vegetación toda vez que esta designación fue realizada desde la planeación del inventario.

Marcado de árbol muestreado.- Se marcaron todos y cada uno de los árboles conforme a la ubicación de la base del fuste, iniciando el registro a partir de un azimut 0° y siguiendo la dirección en el sentido de las manecillas del reloj, hasta concluir el conteo y registro de individuos a los 380° azimut.

Especie. - Se anotó el nombre común y/o científico para cada uno de los árboles localizados.

Código de la especie. - Con base en una lista previamente establecida, se asignaron números para cada una de las especies, conforme a una lista elaborada a partir de los nombres comunes más conocidos.

Diámetro.- Se midió el diámetro a 1.30 m a la altura del árbol, lo que se conoce comúnmente como diámetro normal (DN) o diámetro a la altura del pecho (DAP), utilizando para ello una cinta diamétrica. Para especies con estatus que no dieron la talla para medir DN se midió el diámetro basal.

Altura.- Se midió la altura total y la altura del fuste comercial, utilizando una regla telescópica.

Sanidad.- El estado fitosanitario del arbolado se determinó a simple vista, considerando tres categorías dependiendo de la severidad del daño. De esta manera, se calificó con "1" a los individuos sanos; con "2" a los árboles con algún daño físico aparente (descopados, sámagos, huecos, etc.). Se calificó con "3" a los individuos con presencia de daños físicos severos.

Forma.- La forma del fuste se expresa numéricamente en tres categorías: con "1" para aquellos individuos con fuste recto, cilíndrico, libre de torceduras, curvaturas o nudos; con "2" a aquellos individuos cuyo fuste es ligeramente irregular, ovoide o tablado; y con "3" a aquellos individuos que presenten fustes con torceduras, curvaturas y/o nudos muy pronunciados.

Observaciones.- Se incluyen además, algunos otros registros relacionados con el sitio en general, ubicación geográfica, condiciones generales del terreno, etc.

IV.2.2.3.5. Procesamiento de la información

El procesamiento de los datos se realizó con el programa SELVA generado por el el INIFAP y que permite estimaciones de área basal, volumen y otros estimadores para especies tropicales de la región. Con la hoja de cálculo EXCEL se hicieron los análisis y gráficos. Los resultados se presentan en forma tabulada en los anexos.

IV.2.2.3.6. Estimaciones realizadas

El cálculo del número de árboles, el área basal, y el volumen, se expresan por hectárea y por la totalidad de la superficie inventariada. Para el primer caso, se obtiene el promedio de la suma de los valores encontrados en los sitios y se relaciona con la superficie de todas las parcelas de muestreo. Los valores para el área total se calculan a partir del valor por hectárea, multiplicado por la superficie del área inventariada.

IV.2.2.3.7. Caracterizando la vegetación.

El análisis de los principales parámetros florísticos y dendrométricos se llevaron a cabo tomando en cuenta los resultados de los sitios de muestreo realizados en el predio. A partir de dicha información se han estimado diversos parámetros y estimadores que describen la condición de la vegetación en su composición y estructura considerando los estratos principales para ambos tipos de selva encontradas en el sitio y que corresponde al arbóreo, arbustivo y herbáceo.

Las determinaciones de las características ecológicas de estas asociaciones vegetales se cuantificaron considerando su diversidad e importancia ecológica mediante los siguientes parámetros tanto para la riqueza específica como para la estructura de cada una de dichectáreas asociaciones vegetales.

IV.2.2.3.8. Indicadores de Diversidad.

- **Índice de Riqueza de especies (S)**

La riqueza específica (S) es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas.

(S) es el número total de especies obtenido por un censo o muestreo de la comunidad.

- **Curva de acumulación**

En esta condición se identifica las especies nuevas que pueden incorporarse a medida que se incorporan más sitios de muestreo; de tal manera que al graficar las especies acumuladas la curva se vuelve asintótica. Hay varios modelos predictivos, sin embargo, para el caso de este estudio sólo se mostraran los gráficos acumulativos en cada estrato con el objeto de determinar si el esfuerzo de muestreo en los diferentes estratos fue suficiente y las especies del sitio están siendo representadas en la mayor proporción posible.

IV.2.2.3.9. Indicadores de Estructura

- **Índice de Simpson (IS):**

Este parámetro es un indicador que manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes. Como su valor es inverso a la equidad, la diversidad puede calcularse como $1-\lambda$.

$$\text{Índice de Simpson} = 1 - \sum p_i^2$$

Donde p_i = a la proporción de individuos encontrados en la i ésima especie estimado por n/N , n = número de individuos de las i ésima especie, N = número total de individuos.

- **Índice de equidad**

Índice de equidad de Shannon-Wiener

La equidad se ha calculado de acuerdo al índice de Shannon_Wiener que expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección. Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre 0 cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S , cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos.

$$H' = -\sum p_i \ln p_i$$

Adicionalmente se estimaron parámetros específicos como se indican a continuación:

IV.2.2.3.10. Parámetros específicos

$$\text{Dominancia relativa} = \frac{\text{Dominancia de la Especie X}}{\text{Dominancia de todas las especies}} \times 100$$

$$\text{Frecuencia relativa} = \frac{\text{Frecuencia de la Especie X}}{\text{Frecuencia de todas las especies}} \times 100$$

$$\text{Densidad relativa} = \frac{\text{Densidad de la Especie X}}{\text{Densidad de todas las especies}} \times 100$$

- **Valor de Importancia (VI) o Valor de Importancia Relativa (VIR)**

La suma de las tres medidas relativas mencionadas arriba y calculadas para cada especie constituye un índice denominado el Valor de Importancia (VI) $V_i = DR_i + FR_i + CR_i$. El valor de VI puede fluctuar de 0 a 3.00 (o 300%). Al dividir el VI por 3, se obtiene una cifra que fluctúa de 0 a 1.00 (o 100%). Este valor se conoce como el porcentaje de importancia. El valor de importancia, o el porcentaje de importancia, provee un estimado global de la importancia de una especie en una comunidad determinada.

$$VIR = \text{Dominancia relativa} + \text{Frecuencia relativa} + \text{Densidad relativa}$$

IV.2.2.4. Los principales resultados en sitios del Sistema ambiental (SA).

IV.2.2.4.1. Especies y familias botánicas (Índice de riqueza de especies)

En el inventario forestal fueron registradas 54 especies localizadas en tres estratos para los cuales se aplicaron diferentes intensidades de muestreo como ya se ha descrito previamente.

Se registran en este inventario la presencia de 30 familias botánicas en total y a nivel de estratos las especies se cuentan en 24, 37 y 11 especies para los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo, respectivamente. Se identificó que 18 especies del estrato arbustivo también se encuentran en el estrato arbóreo; algunas de las principales especies son *Thevetia gaumeri*, *Bursera simaruba*, *Coccoloba spicata*, *Piscidia piscipula*, *Lysiloma latisiliquum*, *Drypetes lateriflora*, *Manilkara sapota*, *Dendropanax arboreus*, entre otras.

Las Leguminosae y Sapotaceae aportan el 22.2% del total de especies registradas en el inventario. Le sigue en orden de importancia la familia Bignoniaceae y Euphorbiaceae que contribuyen con cuatro especies cada una y el 14.8%. De esta manera, cuatro familias participan aportando más de la tercera parte (37%) de las especies registradas en el predio.

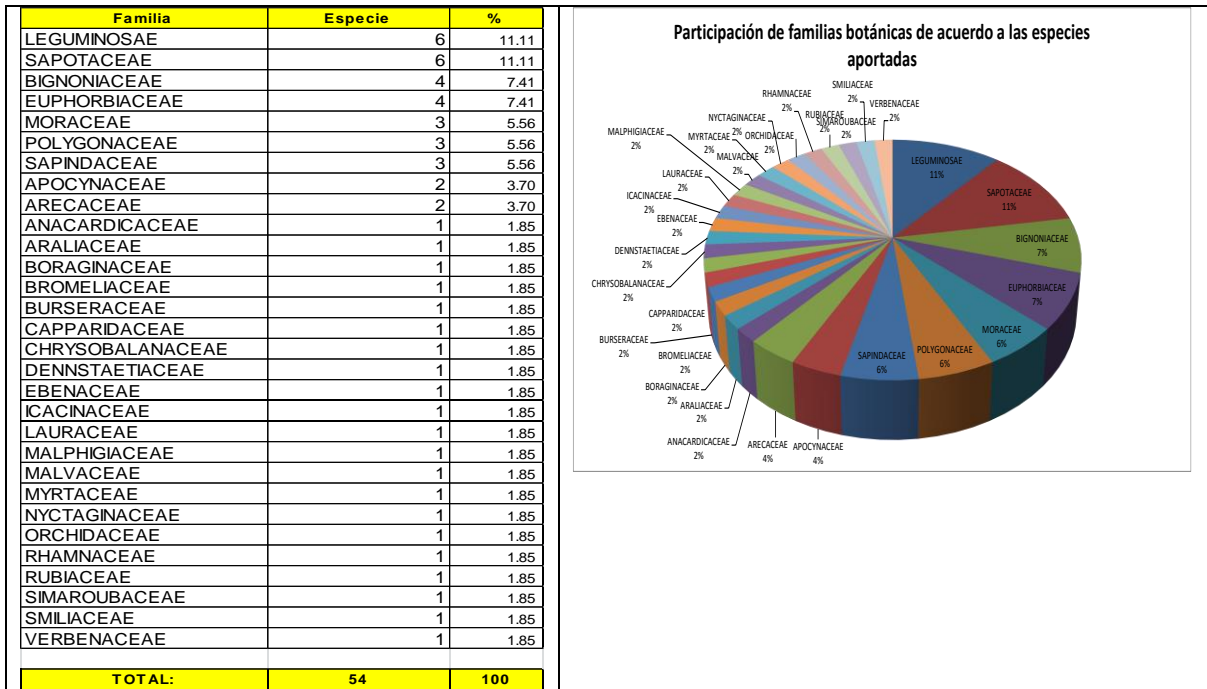


Figura No. 15 Participación de las familias botánicas presentes en el predio en función de la cantidad de especies representadas en el SA

En el predio se localizaron 54 especies y 30 familias botánicas. De acuerdo al estrato en que se registraron, se encontraron 24 especies en el estrato arbóreo, 37 en el arbustivo y 11 en el estrato herbáceo. Algunas especies están ubicadas en más de un estrato principalmente en arbóreo y arbustivo.

Cuadro No. 27 Especies y familias botánicas registradas en el inventario forestal.

No	N. COMUN	N. CIENTIFICO	FAMILIA	ARBOREO	ARBUSTIVO	HERBACEAS
1	Akitz	Thevetia gaumeri	APOCYNACEAE	1	1	0
2	Bayal	Ottoschulzia pallida	ICACINACEAE	1	1	0
3	Boob	Coccoloba spicata	POLYGONACEAE	1	1	0
4	Box canan	Cydista sp.	BIGNONIACEAE	0	0	1
5	Chaca	Bursera simaruba	BURSERACEAE	1	1	0
6	Chacniche	Colubrina greggii var. yucatanensis	RHAMNACEAE	0	1	0
7	Chechen negro	Metopium brownei	ANACARDIACEAE	1	1	0
8	Chicozapote	Manilkara sapota	SAPOTACEAE	1	1	0
9	Chi'keej	Chrysophyllum mexicanum	SAPOTACEAE	0	1	0
10	Chit	Thrinax radiata	ARECACEAE	0	1	0
11	Chi'it ku'uk	Catasetum integerrimum	ORCHIDACEAE	0	0	1
12	Chok che	Pithecellobium stevensonii	LEGUMINOSAE	0	1	0
13	Chocolatera	Ficus cotinifolia	MORACEAE	0	1	0
14	Ciricote	Cordia didecandra	BORAGINACEAE	1	1	0
15	Coc che	Crataeva tapia	CAPPARIDACEAE	0	1	0
16	Coke	Smilax spinosa	SMILIACEAE	0	0	1
17	Copochi'b	Ficus cotinifolia	MORACEAE	1	0	0
18	Dzidzilche	Gymnopodium floribundum	POLYGONACEAE	0	1	0
19	Dzidzilyah	Sideroxylon salicifolium	SAPOTACEAE	0	1	0
20	Ek quish	Cydista sp.	BIGNONIACEAE	0	0	1
21	Ekuleb	Drypetes lateriflora	EUPHORBIACEAE	1	1	0
22	Flor de mayo	Plumeria rubra	APOCYNACEAE	1	0	0
23	Helecho	Pteridium caudatum	DENNSTAETIACEAE	0	0	1
24	Xkub	Aechmea bracteata	BROMELIACEAE	0	0	1
25	Jabin	Piscidia piscipula	LEGUMINOSAE	1	1	0
26	Kanazin	Lonchocarpus rugosus	LEGUMINOSAE	1	1	0
27	Kanchunup	Thouinia paucidentata	SAPINDACEAE	0	1	0
28	Kaniste	Pouteria campechiana	SAPOTACEAE	1	0	0
29	Kantunchunbob	Coccoloba diversifolia	POLYGONACEAE	1	0	0
30	Katalox	Swartzia cubensis	LEGUMINOSAE	1	1	0
31	Laurelillo	Nectanda salicifolia	LAURACEAE	0	1	0
32	Mahajua	Hampea trilobata	MALVACEAE	0	1	0
33	Nakax	Coccothrinax readii	ARECACEAE	0	1	0
34	Negrilo	Simarouba glauca	SIMAROUBACEAE	1	0	0
35	Pakalche	Sideroxylon obtusifolium	SAPOTACEAE	1	0	0
36	Pechqitan	Randia aculeata	RUBIACEAE	0	0	1

No	N. COMUN	N. CIENTIFICO	FAMILIA	ARBOREO	ARBUSTIVO	HERBACEAS
37	Perescutz	Croton reflexifolia	EUPHORBIACEAE	0	1	0
38	Pomolche	Jatropha gaumeri	EUPHORBIACEAE	0	1	0
39	Sac ac	Arrabidaea floribunda	BIGNONIACEAE	0	0	1
40	Sac away	Ficus maxima	MORACEAE	1	1	0
41	Sac chaca	Dendropanax arboreus	ARALIACEAE	0	1	0
42	Sac niche	Calyptantres pallens	MYRTACEAE	1	1	0
43	Sacpa	Byrsonima bucidaefolia	MALPHIGIACEAE	1	1	0
44	Sillil	Dyospiros cuneata	SAPOTACEAE	0	1	0
45	Tadzi	Neea psychotrioides	NYCTAGINACEAE	1	1	0
46	Tres lomos	Serjania goniocarpa	SAPINDACEAE	0	0	1
47	Tzo bach	Stizophyllum riparium	BIGNONIACEAE	0	0	1
48	Ts'u'ts'uk	Diphysa carthaginensis	LEGUMINOSAE	1	1	0
49	Uchulche	Diospyrus verar-crucis	EBENACEAE	0	1	0
50	Uspib	Couepia polyandra	CHRYSOBALANACEAE	0	1	0
51	Spaj sakán	Serjania adiantoides	SAPINDACEAE	0	0	1
52	Yaiti	Gymnanthes lucida	EUPHORBIACEAE	1	1	0
53	Yax xuul	Leochocarpus yucatanensis	LEGUMINOSAE	0	1	0
54	Ya'axnik	Vitex gaumeri	VERBENACEAE	1	1	0

Estrato arbóreo

En el estrato arbóreo se localizaron 24 especies de 15 familias botánicas. Resaltan por su importancia las Leguminosas que contribuyen con 4 especies y un 16.67% del total de especies en este estrato. Otra familia de importancia es la Sapotaceae que aporta otras 3 especies, por lo que tan sólo estas dos familias están contribuyendo con 7 especies que significan el 29% del total en el estrato. El resto de las familias aportan dos o una especie cada una de ellas.

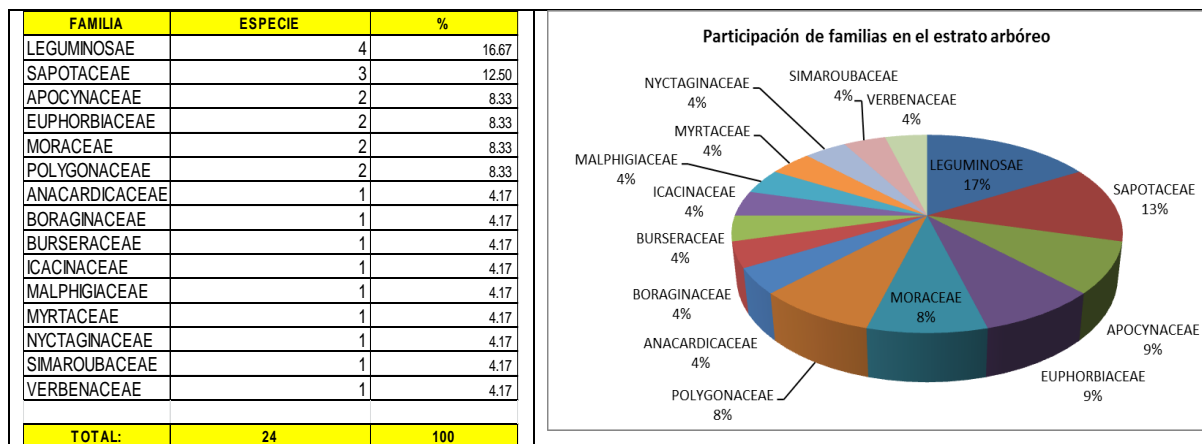


Figura No. 16 Participación por familia botánica en la riqueza específica para el estrato arbóreo

En el cuadro se identifican las especies registradas para este estrato y la familia a la que pertenecen.

Cuadro No. 28 Principales familias botánicas y especies presentes en estrato arbóreo

No.	N. COMUN	N. CIENTIFICO	FAMILIA
1	Akitz	Thevetia gaumeri	APOCYNACEAE
2	Bayal	Ottoschulzia pallida	ICACINACEAE
3	Boob	Coccoloba spicata	POLYGONACEAE
4	Chaca	Bursera simaruba	BURSERACEAE
5	Chechen negro	Metopium brownei	ANACARDICACEAE
6	Chicozapote	Manilkara sapota	SAPOTACEAE
7	Ciricote	Cordia didecandra	BORAGINACEAE
8	Copochi'b	Ficus cotinifolia	MORACEAE
9	Ekuleb	Drypetes lateriflora	EUPHORBIACEAE
10	Flor de mayo	Plumeria rubra	APOCYNACEAE
11	Jabin	Piscidia piscipula	LEGUMINOSAE
12	Kanazin	Lonchocarpus rugosus	LEGUMINOSAE
13	Kaniste	Pouteria campechiana	SAPOTACEAE
14	Kantunchunbob	Coccoloba diversifolia	POLYGONACEAE
15	Katalox	Swartzia cubensis	LEGUMINOSAE
16	Negrilo	Simarouba glauca	SIMAROUBACEAE
17	Pakalche	Sideroxylon obtusifolium	SAPOTACEAE
18	Sac away	Ficus maxima	MORACEAE
19	Sac niche	Calyptantres pallens	MYRTACEAE
20	Sacpa	Byrsonima bucidaefolia	MALPHIGIACEAE
21	Tadzi	Neea psychotrioides	NYCTAGINACEAE
22	Ts'u'ts'uk	Diphysa carthaginensis	LEGUMINOSAE
23	Yaiti	Gymnanthes lucida	EUPHORBIACEAE
24	Ya'axnik	Vitex gaumeri	VERBENACEAE

Estrato arbustivo

Para el estrato arbustivo se contabilizó la presencia de 37 especies y 23 familias botánicas. Las leguminosas tienen la mayor relevancia con 6 especies y un 16.22%; en tanto que le siguen en orden de importancia las Euphorbiaceas y las Sapotaceas que poartan 4 especies cada familia botánica por lo que ambas contribuyen con el 21.6%. De esta manera, se estima que tres familias botánicas participan con el 37.8% de las especies registradas en el estrato arbustivo.

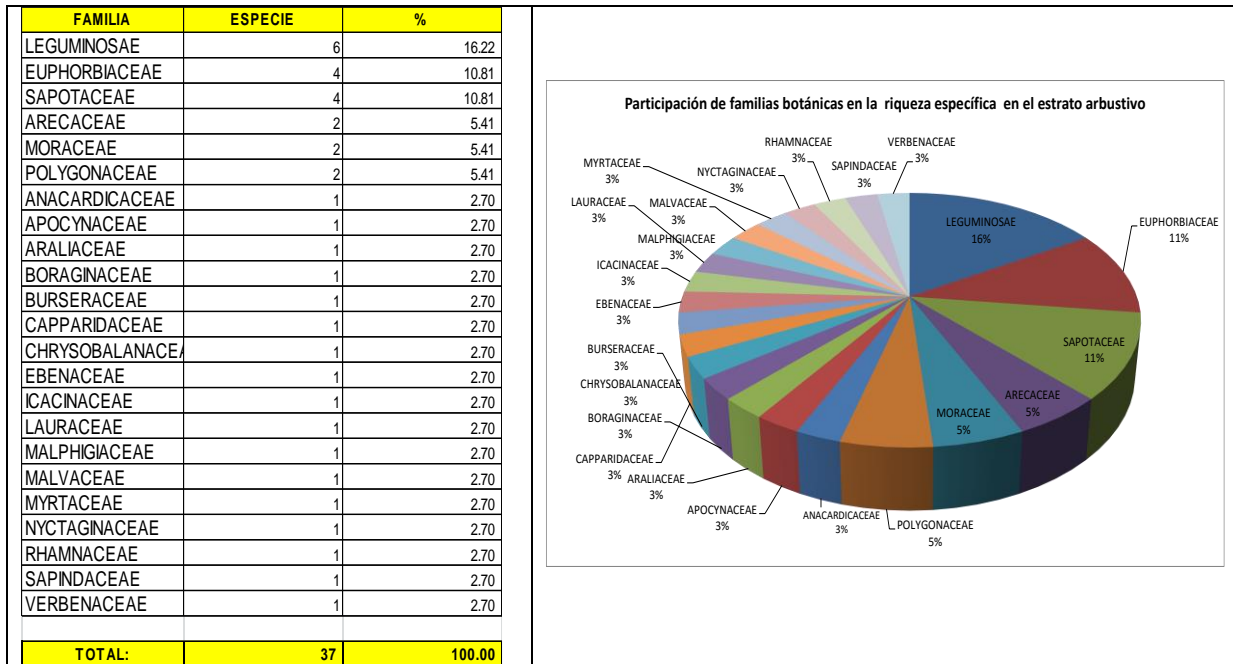


Figura No. 17 Participación por familia botánica en la riqueza específica en el estrato arbustivo.

En el cuadro se pueden identificar las especies registradas y las familias botánicas a las cuales pertenecen.

Cuadro No. 29 Principales familias botánicas y especies presentes en estrato arbustivo.

No.	N. COMUN	N. CIENTIFICO	FAMILIA
1	Akitz	Thevetia gaumeri	APOCYNACEAE
2	Bayal	Ottoschulzia pallida	ICACINACEAE
3	Boob	Coccoloba spicata	POLYGONACEAE
4	Chaca	Bursera simaruba	BURSERACEAE
5	Chacniche	Colubrina greggii var. yucatanensis	RHAMNACEAE
6	Chechen negro	Metopium brownei	ANACARDIACEAE
7	Chicozapote	Manilkara sapota	SAPOTACEAE
8	Chi'keej	Chrysophyllum mexicanum	SAPOTACEAE
9	Chit	Thrinax radiata	ARECACEAE
10	Chok che	Pithecellobium stevensonii	LEGUMINOSAE
11	Chocolatera	Ficus cotinifolia	MORACEAE
12	Ciricote	Cordia didecandra	BORAGINACEAE
13	Coc che	Crataeva tapia	CAPPARIDACEAE
14	Dzidzilche	Gymnopodium floribundum	POLYGONACEAE
15	Dzidzilyah	Sideroxylon salicifolium	SAPOTACEAE
16	Ekuleb	Drypetes lateriflora	EUPHORBIACEAE
17	Jabin	Piscidia piscipula	LEGUMINOSAE
18	Kanazin	Lonchocarpus rugosus	LEGUMINOSAE
19	Kanchunup	Thouinia paucidentata	SAPINDACEAE

No.	N. COMUN	N. CIENTIFICO	FAMILIA
20	Katalox	Swartzia cubensis	LEGUMINOSAE
21	Laurelillo	Nectanda salicifolia	LAURACEAE
22	Mahajua	Hampea trilobata	MALVACEAE
23	Nakax	Coccothrinax readii	ARECACEAE
24	Perescutz	Croton reflexifolia	EUPHORBIACEAE
25	Pamolche	Jatropha gaumeri	EUPHORBIACEAE
26	Sac away	Ficus maxima	MORACEAE
27	Sac chaca	Dendropanax arboreus	ARALIACEAE
28	Sac niche	Calyptantres pallens	MYRTACEAE
29	Sacpa	Byrsonima bucidaefolia	MALPHIGIACEAE
30	Silil	Dyospiros cuneata	SAPOTACEAE
31	Tadzi	Neea psychotrioides	NYCTAGINACEAE
32	Ts'u'ts'uk	Diphysa carthaginensis	LEGUMINOSAE
33	Uchulche	Diospyrus verar-crucis	EBENACEAE
34	Uspib	Couepia polyandra	CHRYSOBALANACEAE
35	Yaiti	Gymnanthes lucida	EUPHORBIACEAE
36	Yax xuul	Leochocarpus yucatanensis	LEGUMINOSAE
37	Ya'axnik	Vitex gaumeri	VERBENACEAE

Estrato herbáceo

En el estrato herbáceo se han identificado 11 especies pertenecientes a 7 familias botánicas. Las bignoniáceas aportan el 36.3% de las especies registradas en este estrato.

Destacan también dos especies que están incluidas en este estrato pero que están como epífitas, una es de la familia Bromeliaceae y la otra de la Orchidaceae.

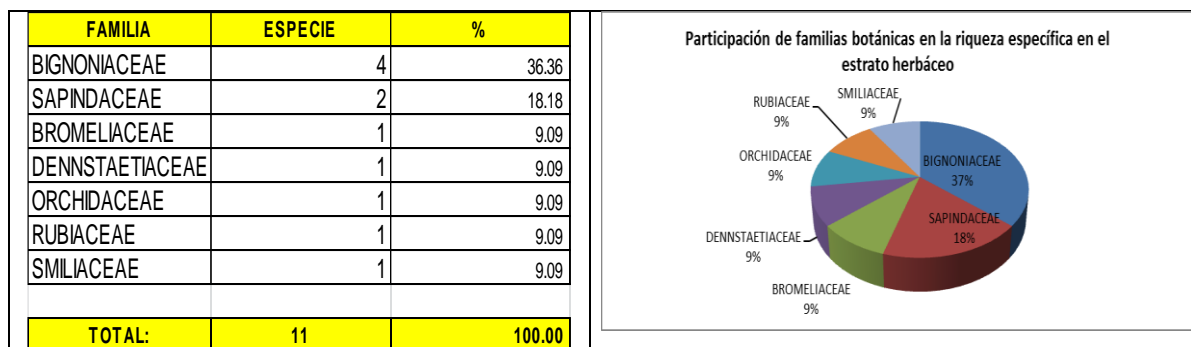


Figura No. 18 Participación de familias botánicas en la riqueza específica en el estrato herbáceo

En el cuadro se identifican las especies y familias registradas en los sitios del predio.

Cuadro No. 30 Principales familias botánicas y especies presentes en estrato herbáceo.

No.	N. COMUN	N. CIENTIFICO	FAMILIA
1	Box canan	Cydista sp.	BIGNONIACEAE
2	Chi'it ku'uk	Catasetum integerrimum	ORCHIDACEAE
3	Coke	Smilax spinosa	SMILIACEAE
4	Ek quish	Cydista sp.	BIGNONIACEAE
5	Helecho	Pteridium caudatum	DENNSTAETIACEAE
6	Xkub	Aechmea bracteata	BROMELIACEAE
7	Pechquitan	Randia aculeata	RUBIACEAE
8	Sac ac	Arrabidaea floribunda	BIGNONIACEAE
9	Tres lomos	Serjania goniocarpa	SAPINDACEAE
10	Tzo bach	Stizophyllum riparium	BIGNONIACEAE
11	Spaj sakán	Serjania adiantoides	SAPINDACEAE

IV.2.2.4.2. Índices de Riqueza específica, de Simpson y de Shannon-Wiener.

El análisis de cada estrato se realizó en sus diferentes parámetros por lo que se presenta un resumen de ellos.

En el cuadro se hace un resumen de los índices obtenidos en cada uno de los estratos destacando que en lo general los valores registrados para la riqueza específica tanto para el predio en lo general, como para los tres estratos son bastante bajos, consecuencia de la condición de impactos y presión antropogénica que el predio tiene y ha tenido por varios años, lo que ocasiona que se haya perdido buena parte de la estructura y diversidad específica original.

Cuadro No. 31 Indicadores de diversidad y estructura en tres estratos de vegetación.

Estrato	Riqueza Específica	Dominancia	Equidad	
	S	Indice de Simpson	Indice de Shannon-Wiener H'	Indice de Pielou (J)
Arbóreo	24	0.858	3.479	0.76
Arbustivo	37	0.948	4.639	0.89
Herbáceo	11	0.860	3.127	0.90

En cuanto a la riqueza específica y como se ha comentado en acápite previos, se han registrado 54 especies de las cuales el estrato arbustivo ha sido el más diverso al registrar 37 especies, en tanto que el arbóreo solo cuenta con 24 especies; esta situación denota pues el estado de afectaciones y por lo tanto de la regeneración que existe de lamasa arbórea, ya que se ha encontrado que existen 18 especies que están compartidas en ambos estratos.

Para el caso del estrato herbáceo se han registrado 11 especies entre ellas se consideraron dos de carácter epífita y 4 trepadoras. A pesar de ser el menos diverso de los tres estratos, en comparación con otras zonas de selvas más conservadas, la cantidad de especies es alta, principalmente de la familia de las bignoniáceas que generalmente ocupan los espacios abiertos como especies pioneras.

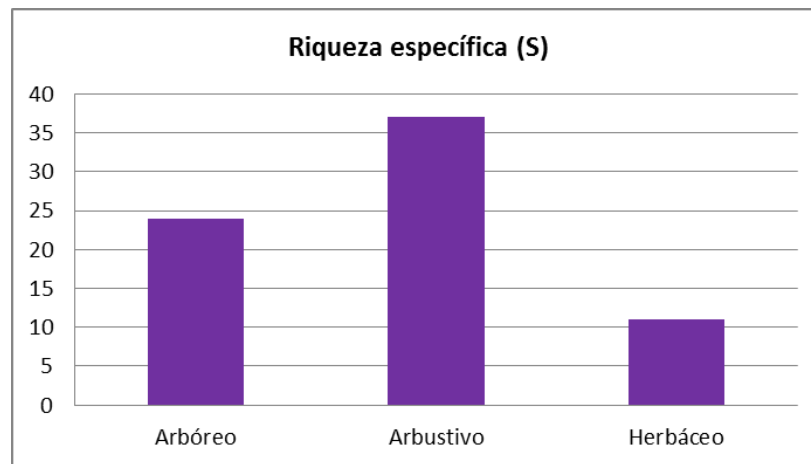


Figura No. 19 Gráfico de la riqueza específica por estrato

En el caso del Índice de Simpson los tres estratos presentan valores altos, por arriba de 0.85, lo cual indica que los individuos de las especies están distribuidas bastante bien y que la probabilidad de encontrar dos individuos de la misma especie con distribución dominante es alta en cualquier sitio de muestreo, principalmente en el arbustivo que está por encima del valor de 0.9.

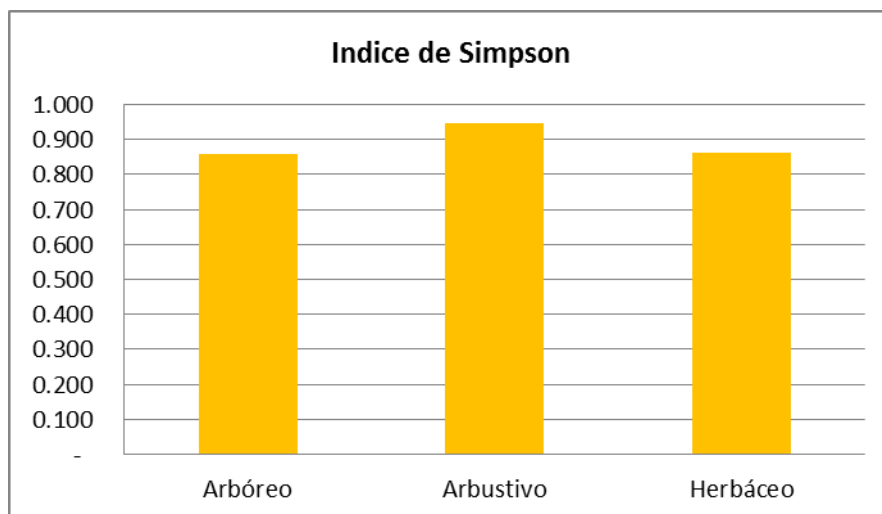


Figura No. 20 Gráfica del Índice de Simpson por estrato.

Para el índice de Equidad se puede indicar que el caso del estrato arbustivo muestra la mayor equitabilidad con un valor de 4.6 lo que le confiere un grado de diversidad alto y que existe poca dominancia de especies o grupos de especies. Por otra parte, los estratos arbustivo y herbáceo, registran una equitabilidad por debajo de los 3.5 puntos lo que permite inferir que hay una condición media de conservación para esos estratos (debido a su riqueza específica), pero que algunas especies o grupos de especies son dominantes en el predio.

El valor de referencia de 5 puntos es indicativo de que existe una buena conservación en el predio; en lo general para el caso de la zona, tal situación es de regular a baja conservación, particularmente porque la condición climax, que debería ser en una mejor condición de conservación en el estrato arbóreo no se tiene por las afectaciones que se han venido dando en el predio y que han causado su deterioro.

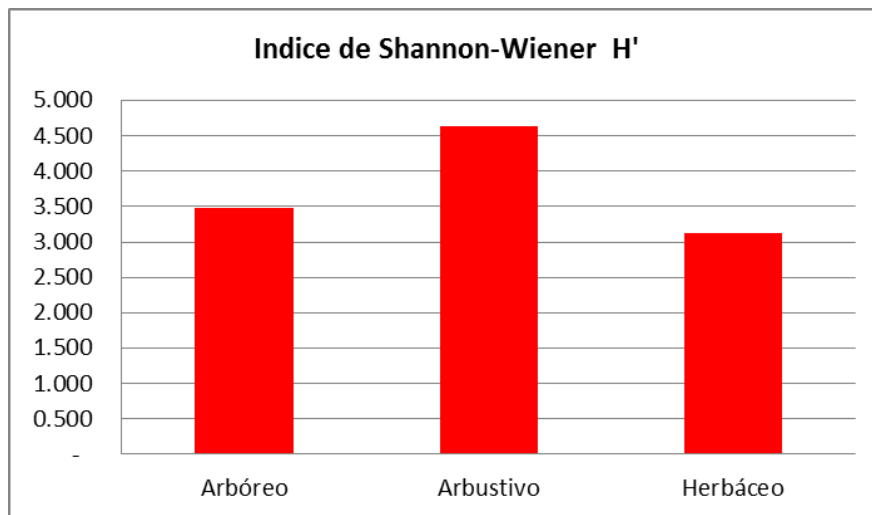


Figura No. 21 Gráfico del Índice de Shannon-Wiener para los estratos del predio.

IV.2.2.4.3. Índice de Valor de Importancia

Como este valor es un indicador de la importancia ecológica de cada especie, a continuación se presentan dichos valores de acuerdo al estrato en que se muestreó.

Estrato arbóreo

Tres especies destacan para el estrato aportando en su conjunto el 54.4% del IVI, a saber ***Vitex gaumeri***, ***Metopium brownei*** y ***Manilkara sapota***. El resto de las especies están muy por debajo de las ya mencionadas por lo que es evidente la prevalencia de estas tres en el predio.

Cuadro No. 32 Valor de Importancia de las especies en el estrato arbóreo del SA.

Nombre comun	Especie	IVI	% IVI
Ya'axnik	<i>Vitex gaumeri</i>	64.53	21.51
Chechen negro	<i>Metopium brownei</i>	54.92	18.31
Chicozapote	<i>Manilkara sapota</i>	43.89	14.63
Sac away	<i>Ficus maxima</i>	25.76	8.59
Chaca	<i>Bursera simaruba</i>	16.21	5.40
Jabin	<i>Piscidia piscipula</i>	14.67	4.89
Copochi'b	<i>Ficus cotinifolia</i>	12.49	4.16
Negrito	<i>Simarouba glauca</i>	7.24	2.41
Katalox	<i>Swartzia cubensis</i>	6.86	2.29
Ekuleb	<i>Drypetes lateriflora</i>	6.77	2.26
Tadzi	<i>Neea psychotrioides</i>	5.26	1.75
Sacpa	<i>Byrsonima bucidaefolia</i>	4.89	1.63
Ts'u'ts'uk	<i>Diphysa carthaginensis</i>	4.81	1.60
Bayal	<i>Ottoschulzia pallida</i>	4.80	1.60
Yaiti	<i>Gymnanthes lucida</i>	4.67	1.56
Sac niche	<i>Calyptantres pallens</i>	2.97	0.99
Flor de mayo	<i>Plumeria rubra</i>	2.55	0.85
Akitz	<i>Thevetia gaumeri</i>	2.50	0.83
Pakalche	<i>Sideroxylon obtusifolium</i>	2.50	0.83
Kantunchunbob	<i>Coccoloba diversifolia</i>	2.42	0.81
Boob	<i>Coccoloba spicata</i>	2.38	0.79
Kaniste	<i>Pouteria campechiana</i>	2.35	0.78
Kanazin	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	2.31	0.77
Ciricote	<i>Cordia didecandra</i>	2.26	0.75
Total general:		300.00	100.00

En este sentido, se presenta el cuadro en el que se observan los parámetros para construir la gráfica integrada del IVI que permiten identificar el motivo de que ***Vitex gaumeri***, ***Metopium brownei*** y ***Manilkara sapota***, resalte y tenga el mayor IVI del estrato. Los valores altos de densidad y dominancia, así como su alta frecuencia en el predio, las colocan como las especies de mayor importancia.

Cuadro No. 33 Parámetros ecológicos para el estrato arbóreo ordenados por IVI del SA.

Nombre comun	Especie	Densidad específica		Frecuencia		Dominancia		IVI	% IVI
		Da	Dr	F	Fr	Doa	Dor		
Ya'axnik	Vitex gaumeri	32.00	27.21	13	16.25	0.606	21.06	64.53	21.51
Chechen negro	Metopium brownei	24.00	20.41	12	15.00	0.562	19.51	54.92	18.31
Chicozapote	Manilkara sapota	12.00	10.20	10	12.50	0.610	21.18	43.89	14.63
Sac away	Ficus maxima	8.80	7.48	9	11.25	0.202	7.03	25.76	8.59
Chaca	Bursera simaruba	8.00	6.80	4	5.00	0.127	4.41	16.21	5.40
Jabin	Piscidia piscipula	4.80	4.08	5	6.25	0.125	4.34	14.67	4.89
Copochi'b	Ficus cotinifolia	3.20	2.72	2	2.50	0.209	7.27	12.49	4.16
Negríto	Simarouba glauca	3.20	2.72	2	2.50	0.058	2.02	7.24	2.41
Katalox	Swartzia cubensis	2.40	2.04	3	3.75	0.031	1.07	6.86	2.29
Ekuleb	Drypetes lateriflora	3.20	2.72	2	2.50	0.045	1.55	6.77	2.26
Tadzi	Neea psychotrioides	1.60	1.36	2	2.50	0.040	1.40	5.26	1.75
Sacpa	Byrsonima bucidifolia	1.60	1.36	2	2.50	0.030	1.03	4.89	1.63
Ts'u'ts'uk	Diphysa carthaginensis	2.40	2.04	1	1.25	0.044	1.52	4.81	1.60
Bayal	Ottoschulzia pallida	1.60	1.36	2	2.50	0.027	0.93	4.80	1.60
Yaiti	Gymnanthes lucida	1.60	1.36	2	2.50	0.023	0.81	4.67	1.56
Sac niche	Calyptantres pallens	0.80	0.68	1	1.25	0.030	1.04	2.97	0.99
Flor de mayo	Plumeria rubra	0.80	0.68	1	1.25	0.018	0.62	2.55	0.85
Akitz	Thevetia gaumeri	0.80	0.68	1	1.25	0.016	0.57	2.50	0.83
Pakalche	Sideroxylon obtusifolium	0.80	0.68	1	1.25	0.016	0.57	2.50	0.83
Kantunchun bob	Coccoloba diversifolia	0.80	0.68	1	1.25	0.014	0.49	2.42	0.81
Boob	Coccoloba spicata	0.80	0.68	1	1.25	0.013	0.45	2.38	0.79
Kaniste	Pouteria campechiana	0.80	0.68	1	1.25	0.012	0.42	2.35	0.78
Kanazin	Lonchocarpus rugosus	0.80	0.68	1	1.25	0.011	0.38	2.31	0.77
Ciricote	Cordia didecandra	0.80	0.68	1	1.25	0.010	0.33	2.26	0.75
Total general		117.60	100.00	80.00	100.00	2.88	100.00	300.00	100.00

Es evidente que las especies de mayor importancia ecológica prevalecen con parámetros altos en Densidad y Dominancia con respecto al resto de las especies del estrato.

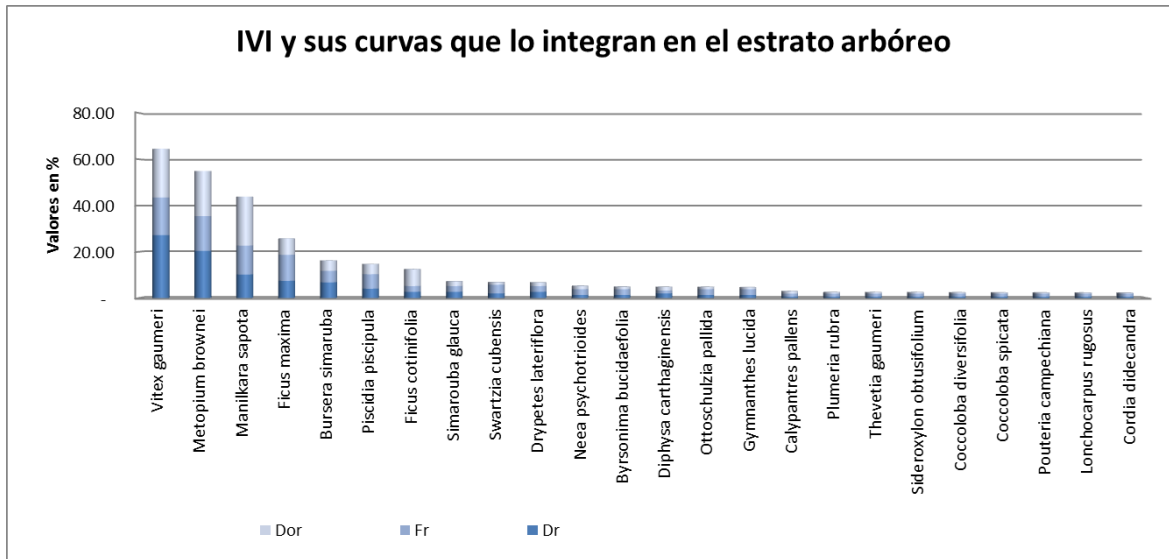


Figura No. 22 Gráfico de barras apiladas que integran al IVI en el estrato arbóreo de SA.

Estrato Arbustivo

Para este estrato las estimaciones arrojan que varias especies comparten valores similares, aunque en orden de importancia son **Swartzia cubensis** y **Vitex gaumeri** las de valores más altos con respecto al resto alcanzando 18.6% del IVI total.

En este sentido es destacable indicar que ambas especies, a pesar de estar presentes en el estrato arbustivo, su mejor desarrollo es evidentemente en el estrato arbóreo, particularmente la primera de ellas.

Cuadro No. 34 Valor de importancia para el estrato arbustivo del SA

Nombre comun	Especie	IVI	% IVI
Katalox	Swartzia cubensis	28.38	9.46
Ya'axnik	Vitex gaumeri	27.70	9.23
Chechen negro	Metopium brownei	21.88	7.29
Sac away	Ficus maxima	21.14	7.05
Ts'u'ts'uk	Diphysa carthaginensis	17.68	5.89
Perescutz	Croton reflexifolia	17.18	5.73
Kanazin	Lonchocarpus rugosus	16.02	5.34
Silil	Dyospiros cuneata	14.30	4.77
Chicozapote	Manilkara sapota	12.20	4.07
Jabin	Piscidia piscipula	10.85	3.62
Yaiti	Gymnanthes lucida	10.63	3.54
Dzidzilche	Gymnopodium floribundum	9.11	3.04
Boob	Coccoloba spicata	8.02	2.67

Nombre comun	Especie	IVI	% IVI
Pomolche	Jatropha gaumeri	7.55	2.52
Sac chaca	Dendropanax arboreus	5.87	1.96
Laurelillo	Nectanda salicifolia	5.74	1.91
Chaca	Bursera simaruba	4.66	1.55
Sac niche	Calyptantres pallens	4.58	1.53
Akitz	Thevetia gaumeri	4.56	1.52
Kanchunup	Thouinia paucidentata	4.37	1.46
Bayal	Ottoschulzia pallida	4.29	1.43
Sacpa	Byrsonima bucidaefolia	4.11	1.37
Ciricote	Cordia didecandra	4.00	1.33
Mahajua	Hampea trilobata	3.87	1.29
Ekuleb	Drypetes lateriflora	3.42	1.14
Coc che	Crataeva tapia	3.31	1.10
Chit	Thrinax radiata	3.27	1.09
Uspib	Couepia polyandra	2.83	0.94
Nakax	Coccothrinax readii	2.60	0.87
Chacniche	Colubrina greggii var. yucatanensis	2.18	0.73
Chi'keej	Chrysophyllum mexicanum	2.06	0.69
Chocolatera	Ficus cotinifolia	2.02	0.67
Tadzi	Neea psychotrioides	2.02	0.67
Dzidzilyah	Sideroxylon salicifolium	1.94	0.65
Uchulche	Diospyrus verar-crucis	1.94	0.65
Yax xuul	Leochocarpus yucatanensis	1.89	0.63
Chok che	Pithecellobium stevensonii	1.83	0.61
Total		300.00	100.00

Tal dominancia ecológica de *Swartzia cubensis* y *Vitex gaumeri*, está evidenciada por su aportación a los parámetros de construcción del IVI, especialmente los referidos a la Dominancia y a la Densidad.

Cuadro No. 35 Parámetros ecológicos para el estrato arbustivo del SA.

Nombre comun	Especie	Densidad específica		Frecuencia		Dominancia		IVI	% IVI
		Da	Dr	F	Fr	Doa	Dor		
Katalox	Swartzia cubensis	304.00	10.98	7	7.37	0.029	10.031	28.38	9.46
Ya'axnik	Vitex gaumeri	192.00	6.94	6	6.32	0.042	14.444	27.70	9.23
Chechen negro	Metopium brownei	176.00	6.36	7	7.37	0.024	8.154	21.88	7.29
Sac away	Ficus maxima	224.00	8.09	4	4.21	0.026	8.839	21.14	7.05
Ts'u'ts'uk	Diphysa carthaginensis	176.00	6.36	4	4.21	0.021	7.107	17.68	5.89
Perescutz	Croton reflexifolia	208.00	7.51	5	5.26	0.013	4.398	17.18	5.73
Kanazin	Lonchocarpus rugosus	160.00	5.78	6	6.32	0.011	3.924	16.02	5.34
Silil	Dyospiros cuneata	128.00	4.62	7	7.37	0.007	2.310	14.30	4.77
Chicozapote	Manilkara sapota	96.00	3.47	3	3.16	0.016	5.574	12.20	4.07
Jabin	Piscidia piscipula	96.00	3.47	3	3.16	0.012	4.223	10.85	3.62
Yaiti	Gymnanthes lucida	96.00	3.47	4	4.21	0.009	2.955	10.63	3.54
Dzidzilche	Gymnopodium floribundum	112.00	4.05	2	2.11	0.009	2.959	9.11	3.04
Boob	Coccoloba spicata	64.00	2.31	4	4.21	0.004	1.502	8.02	2.67
Pomolche	Jatropha gaumeri	64.00	2.31	3	3.16	0.006	2.078	7.55	2.52
Sac chaca	Dendropanax arboreus	64.00	2.31	2	2.11	0.004	1.454	5.87	1.96
Laurelillo	Nectanda salicifolia	48.00	1.73	3	3.16	0.002	0.848	5.74	1.91
Chaca	Bursera simaruba	32.00	1.16	2	2.11	0.004	1.399	4.66	1.55
Sac niche	Calyptantres pallens	48.00	1.73	2	2.11	0.002	0.738	4.58	1.53
Akitz	Thevetia gaumeri	32.00	1.16	2	2.11	0.004	1.296	4.56	1.52
Kanchunup	Thouinia paucidentata	48.00	1.73	1	1.05	0.005	1.582	4.37	1.46
Bayal	Ottoschulzia pallida	48.00	1.73	1	1.05	0.004	1.506	4.29	1.43
Sacpa	Byrsonima bucidaefolia	32.00	1.16	1	1.05	0.006	1.904	4.11	1.37
Ciricote	Cordia didecandra	32.00	1.16	1	1.05	0.005	1.787	4.00	1.33
Mahajua	Hampea trilobata	32.00	1.16	2	2.11	0.002	0.607	3.87	1.29
Ekuleb	Drypetes lateriflora	32.00	1.16	1	1.05	0.004	1.211	3.42	1.14
Coc che	Crataeva tapia	32.00	1.16	1	1.05	0.003	1.099	3.31	1.10
Chit	Thrinax radiata	16.00	0.58	1	1.05	0.005	1.641	3.27	1.09
Uspib	Couepia polyandra	32.00	1.16	1	1.05	0.002	0.626	2.83	0.94
Nakax	Coccothrinax readii	16.00	0.58	1	1.05	0.003	0.971	2.60	0.87
Chacniche	Colubrina greggii var. yucatanensis	16.00	0.58	1	1.05	0.002	0.546	2.18	0.73
Chi'keej	Chrysophyllum mexicanum	16.00	0.58	1	1.05	0.001	0.432	2.06	0.69
Chocolatera	Ficus cotinifolia	16.00	0.58	1	1.05	0.001	0.389	2.02	0.67
Tadzi	Neea psychotrioides	16.00	0.58	1	1.05	0.001	0.389	2.02	0.67
Dzidzilyah	Sideroxylon salicifolium	16.00	0.58	1	1.05	0.001	0.312	1.94	0.65
Uchulche	Diospyrus verar-crucis	16.00	0.58	1	1.05	0.001	0.312	1.94	0.65
Yax xuul	Leochocarpus yucatanensis	16.00	0.58	1	1.05	0.001	0.259	1.89	0.63
Chok che	Pithecellobium stevensonii	16.00	0.58	1	1.05	0.001	0.197	1.83	0.61

Nombre comun	Especie	Densidad especifica		Frecuencia		Dominancia		IVI	% IVI
		Da	Dr	F	Fr	Doa	Dor		
Total		2,768.00	100.00	95.00	100.00	0.29	100.00	300.00	100.00

En la figura se observa la construcción de barras apiladas que integran el IVI para todas las especies del estrato y la importancia de **Swartzia cubensis** y **Vitex gaumeri** con los parámetros de Densidad y Dominancia.

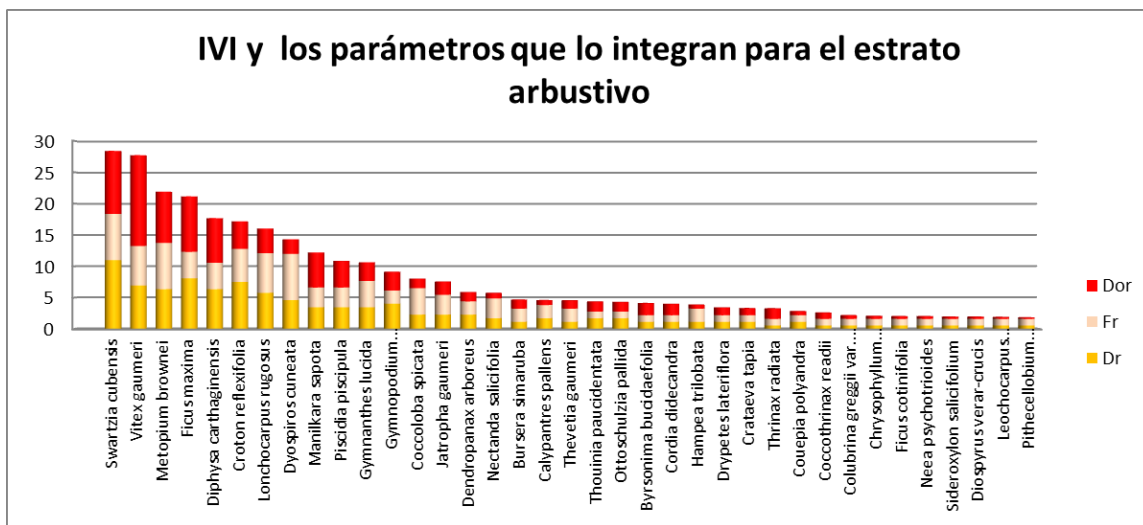


Figura No. 23 Gráfico del índice de valor de importancia para especies localizadas en el estrato arbustivo del SA.
Estrato herbáceo

Para este estrato se ha registrado una importancia ecológica sobresaliente para **Randia aculeata** que participa con el 27.7% del IVI, seguida muy por debajo por **Randia aculeata** y **Stizophyllum riparium** con 15.1% y 14.8% del IVI. Estas tres especies contribuyen con el 57.77% del IVI total, por lo que se consideran especies fuertemente dominantes, particularmente la primera de ellas.

Cuadro No. 36 Valor de importancia para el estrato herbáceo del SA.

Nombre comun	Especie	IVI	% IVI
Pechquitan	Randia aculeata	83.27	27.76

Nombre comun	Especie	IVI	% IVI
Spaj sakán	Serjania adiantoides	45.50	15.17
Tzo bach	Stizophyllum riparium	44.55	14.85
Tres lomos	Serjania goniocarpa	34.54	11.51
Helecho	Pteridium caudatum	22.27	7.42
Coke	Smilax spinosa	17.43	5.81
Ek quish	Cydista sp.	14.20	4.73
Chi'it ku'uk	Catasetum integerrimum	12.69	4.23
Xkub	Aechmea bracteata	9.41	3.14
Box canan	Cydista sp.	8.07	2.69
Sac ac	Arrabidaea floribunda	8.07	2.69
Total		300.00	100.00

Con los datos del inventario se obtuvieron los parámetros para construir el IVI correspondiente a este estrato en el que se pueden observar la relevancia en la Densidad y Dominancia para las principales especies comentadas, que se coloca en el primer lugar del IVI de herbáceas.

Cuadro No. 37 Parámetros ecológicos para el estrato herbáceo.

Nombre comun	Especie	Densidad específica		Frecuencia		Dominancia		IVI	% IVI
		Da	Dr	F	Fr	Doa	Dor		
Pechquitan	Randia aculeata	1,086.96	26.32	10	28.57	0.003	28.387	83.27	27.76
Spaj sakán	Serjania adiantoides	326.09	7.89	3	8.57	0.004	29.032	45.50	15.17
Tzo bach	Stizophyllum riparium	652.17	15.79	6	17.14	0.001	11.613	44.55	14.85
Tres lomos	Serjania goniocarpa	543.48	13.16	5	14.29	0.001	7.097	34.54	11.51
Helecho	Pteridium caudatum	326.09	7.89	3	8.57	0.001	5.806	22.27	7.42
Coke	Smilax spinosa	217.39	5.26	2	5.71	0.001	6.452	17.43	5.81
Ek quish	Cydista sp.	217.39	5.26	2	5.71	0.000	3.226	14.20	4.73
Chi'it ku'uk	Catasetum integerrimum	326.09	7.89	1	2.86	0.000	1.935	12.69	4.23
Xkub	Aechmea bracteata	217.39	5.26	1	2.86	0.000	1.290	9.41	3.14
Box canan	Cydista sp.	108.70	2.63	1	2.86	0.000	2.581	8.07	2.69
Sac ac	Arrabidaea floribunda	108.70	2.63	1	2.86	0.000	2.581	8.07	2.69
Total		4,130.43	100.00	35.00	100.00	0.01	100.00	300.00	100.00

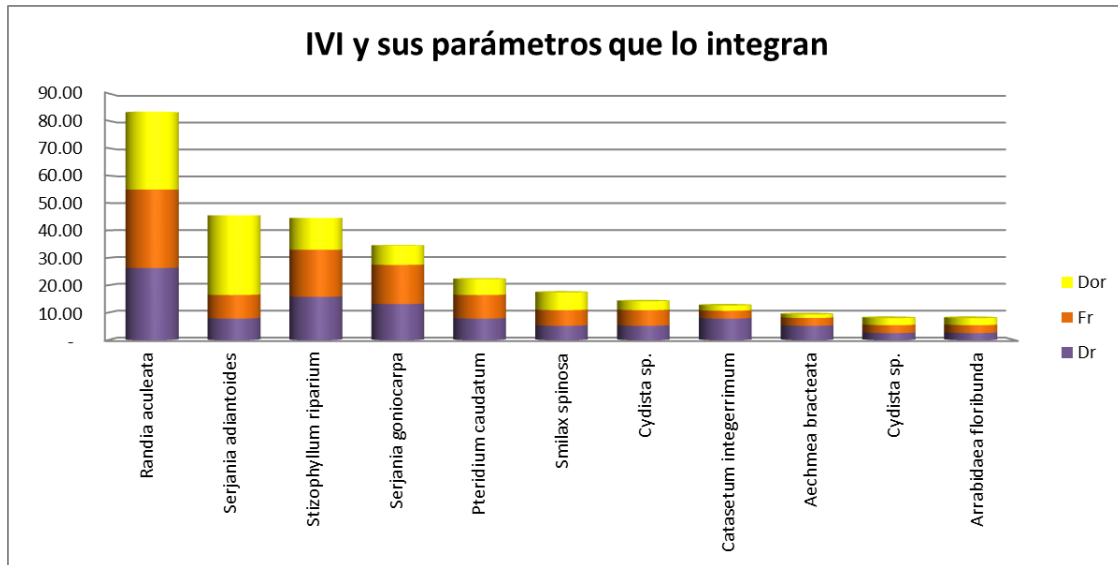


Figura No. 24 Gráfico de barras apiladas con la integración del IVI en el estrato herbáceo del SA

IV.2.2.4.4. Abundancia y densidad de arbolado

Se ha estimado que en total existen 6,685 individuos/Ha distribuidos en los tres estratos que integran la estructura vertical de la vegetación del predio, teniendo, como es esperado, una alta abundancia en los estratos bajos y menos individuos en el estrato arbóreo.

Estrato arbóreo.

Para el caso del estrato arbóreo se han contabilizado un número total de 117 individuos/Ha lo cual se puede interpretar como un número bajo comparado con una selva del mismo tipo y con buen estado de conservación en la que se reportan al menos 465 árboles/Ha. La especies **Metopium brownei** es sobresaliente en abundancia junto con **Vitex gaumeri**.

Estrato arbustivo

Para el caso de este estrato se ha estimado con el muestreo, que existen alrededor de 2,768 individuos/ha de los cuales **Swartia cubensis**, **Croton reflexifolia**, **Diphysa carthaginensis** y **Ficus máxima** se destacan como las principales especies dominantes en el estrato.

Estrato herbáceo

El estrato herbáceo cuenta con 3,800 individuos/Ha de los cuales 500 corresponden a individuos clasificados como especies epífitas, 1,300 herbáceas formales y otros 2,000 individuos más como especies trepadoras.

Las dos especies sobresalientes para el estrato herbáceo que incluye a estas tres formas biológicas son *Serjania adiontoides* y *Randia aculeata*, razón por la cual alcanzan los primeros sitios de importancia en el estrato dada su alta densidad.

Cuadro No. 38 Cantidad de individuos por unidad de superficie (1 hectárea) en el SA.

NOMBRE COMUN	ESPECIE	INDIVIDUOS/HA					TOTAL	%
		ARBOL ES	ARBUST OS	EPIFITAS	HERBÁC EAS	TREPADO RAS		
Akitz	Thevetia gaumeri	0.80	32.00	-	-	-	32.80	0.49
Bayal	Ottoschulzia pallida	1.60	48.00	-	-	-	49.60	0.74
Boob	Coccoloba spicata	0.80	64.00	-	-	-	64.80	0.97
Box canan	Cydista sp.	-	-	-	-	100.00	100.00	1.50
Chaca	Bursera simaruba	8.00	32.00	-	-	-	40.00	0.60
Chacnuche	Colubrina greggii var. yucatanensis	-	16.00	-	-	-	16.00	0.24
Chechen negro	Metopium brownei	24.00	176.00	-	-	-	200.00	2.99
Chicozapote	Manilkara sapota	12.00	96.00	-	-	-	108.00	1.62
Chi'keej	Chrysophyllum mexicanum	-	16.00	-	-	-	16.00	0.24
Chit	Thrinax radiata	-	16.00	-	-	-	16.00	0.24
Chi'it ku'uk	Catasetum integerrimum	-	-	300.00	-	-	300.00	4.49
Chok che	Pithecellobium stevensonii	-	16.00	-	-	-	16.00	0.24
Chocolatera	Ficus cotinifolia	-	16.00	-	-	-	16.00	0.24
Ciricote	Cordia didecandra	0.80	32.00	-	-	-	32.80	0.49
Coc che	Crataeva tapia	-	32.00	-	-	-	32.00	0.48
Coke	Smilax spinosa	-	-	-	-	200.00	200.00	2.99
Copochi'b	Ficus cotinifolia	3.20	-	-	-	-	3.20	0.05
Dzidzilche	Gymnopodium floribundum	-	112.00	-	-	-	112.00	1.68
Dzidzilyah	Sideroxylon salicifolium	-	16.00	-	-	-	16.00	0.24
Ek quish	Cydista sp.	-	-	-	-	200.00	200.00	2.99
Ekuleb	Drypetes lateriflora	3.20	32.00	-	-	-	35.20	0.53
Flor de mayo	Plumeria rubra	0.80	-	-	-	-	0.80	0.01
Helecho	Pteridium caudatum	-	-	-	300.00	-	300.00	4.49
Xkub	Aechmea bracteata	-	-	200.00	-	-	200.00	2.99
Jabin	Piscidia piscipula	4.80	96.00	-	-	-	100.80	1.51
Kanazin	Lonchocarpus rugosus	0.80	160.00	-	-	-	160.80	2.41
Kanchunup	Thouinia paucidentata	-	48.00	-	-	-	48.00	0.72
Kaniste	Pouteria campechiana	0.80	-	-	-	-	0.80	0.01
Kantunchun bob	Coccoloba diversifolia	0.80	-	-	-	-	0.80	0.01

EI

Katalox	Swartzia cubensis	2.40	304.00	-	-	-	306.40	4.58
Laurelillo	Nectanda salicifolia	-	48.00	-	-	-	48.00	0.72
Mahajua	Hampea trilobata	-	32.00	-	-	-	32.00	0.48
Nakax	Coccolobos readii	-	16.00	-	-	-	16.00	0.24
Negrilo	Simarouba glauca	3.20	-	-	-	-	3.20	0.05
Pakalche	Sideroxylon obtusifolium	0.80	-	-	-	-	0.80	0.01
Pechquitan	Randia aculeata	-	-	-	1,000.00	-	1,000.00	14.96
Perescutz	Croton reflexifolia	-	208.00	-	-	-	208.00	3.11
Pomolche	Jatropha gaumeri	-	64.00	-	-	-	64.00	0.96
Sac ac	Arrabidaea floribunda	-	-	-	-	100.00	100.00	1.50
Sac away	Ficus maxima	8.80	224.00	-	-	-	232.80	3.48
Sac chaca	Dendropanax arboreus	-	64.00	-	-	-	64.00	0.96
Sac niche	Calyptranthes pallens	0.80	48.00	-	-	-	48.80	0.73
Sacpa	Byrsonima bucidifolia	1.60	32.00	-	-	-	33.60	0.50
Silil	Dyospiros cuneata	-	128.00	-	-	-	128.00	1.91
Tadzi	Neea psychotrioides	1.60	16.00	-	-	-	17.60	0.26
Tres lomos	Serjania goniocarpa	-	-	-	-	500.00	500.00	7.48
Tzo bach	Stizophyllum riparium	-	-	-	-	600.00	600.00	8.97
Ts'u'ts'uk	Diphysa carthaginensis	2.40	176.00	-	-	-	178.40	2.67
Uchulche	Diospyros verar-crucis	-	16.00	-	-	-	16.00	0.24
Uspib	Couepia polyandra	-	32.00	-	-	-	32.00	0.48
Spaj sakán	Serjania adiantoides	-	-	-	-	300.00	300.00	4.49
Yaiti	Gymnanthes lucida	1.60	96.00	-	-	-	97.60	1.46
Yax xuul	Leochocarpus yucatanensis	-	16.00	-	-	-	16.00	0.24
Ya'axnik	Vitex gaumeri	32.00	192.00	-	-	-	224.00	3.35
		117.60	2,768.00	500.00	1,300.00	2,000.00	6,685.60	100.00

gráfico muestra la alta densidad que tienen **Swartzia cubensis**, **Croton reflexifolia**, **Ficus máxima** y **Diphysa carthaginensis**, lo que las convierte en especies dominantes en este estrato.

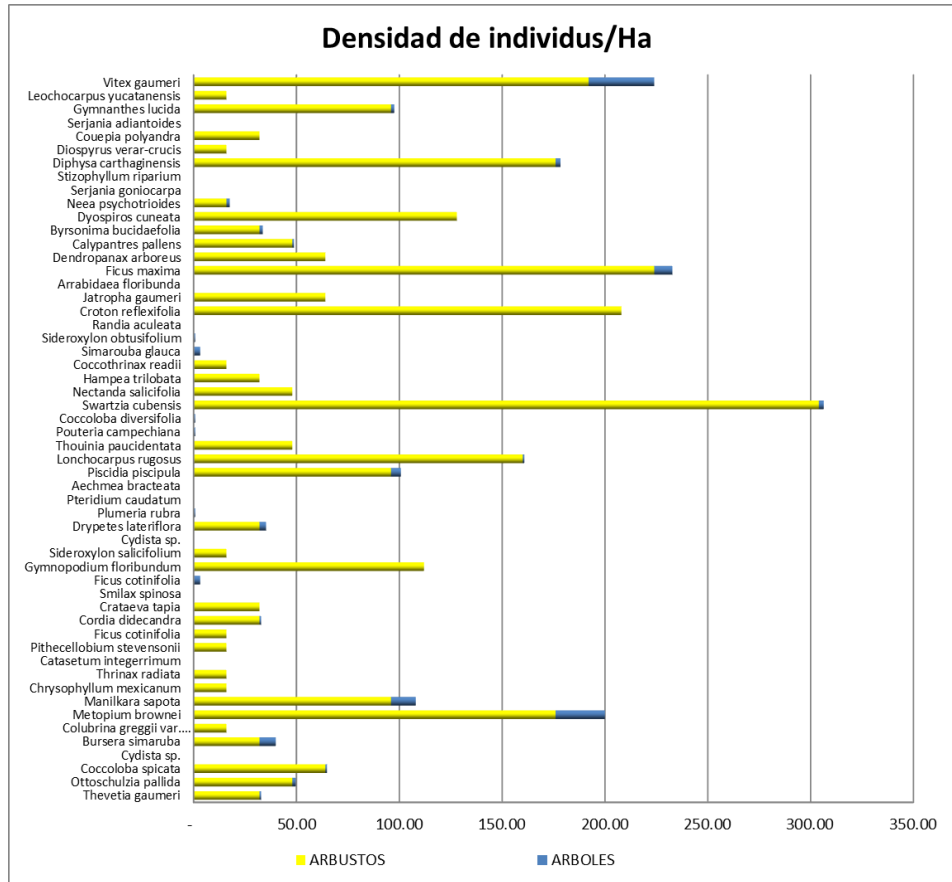


Figura No. 25 Densidad de individuos por especie para los estratos arbóreo y arbustivo en el SA.

IV.2.2.4.5. Diámetros

Se encontró que el promedio general diamétrico de los individuos muestreados alcanzó apenas los 8.4 cm y que se registró un diámetro máximo de 45.6 cm que correspondió a un individuo de **Ficus cotinifolia**. Ninguna de las especies registradas alcanzó a promediar más de 20 cm de diámetro a excepción de Ficus cotinifolia que alcanzó un diámetro promedio de 21.8 cm con cuatro individuo registrado en todo el muestreo, por lo que es poco significativo.

Especies como **Manilkara sapota** y **Plumeria rubra** apenas rebasan los 15 cm de diámetro promedio para la especie.

En la figura se pueden apreciar las condiciones diamétricas de los individuos muestreados de acuerdo a las especies registradas; están ordenadas de acuerdo al promedio de cada una de las especies, por lo que es fácil observar que los "picos superiores" corresponden a los máximos alcanzados por los individuos registrados para cada especie en particular y, por el contrario, los "picos inversos", indican el diámetro mínimo para esa especie, de tal manera que ubicando el pico superior e inferior de la especie se identifica el rango de variación de los individuos registrados en el muestro para cada una de ellas.

En la figura es posible observar que la mayoría de los individuos se ubcan en promedio por debajo de los 20 cm exstiendo algunas especies con rangos de variación amplios como es el caso de *Piscidia piscipula*, *Ficus máxima*, *Manilkara sapota*, entre otras. Las especies más abundantes como es *Metopium brownei* y *Vitex gaumeri* muestran rangos de variación con picos apenas mayores a los 20 cm de diámetro.

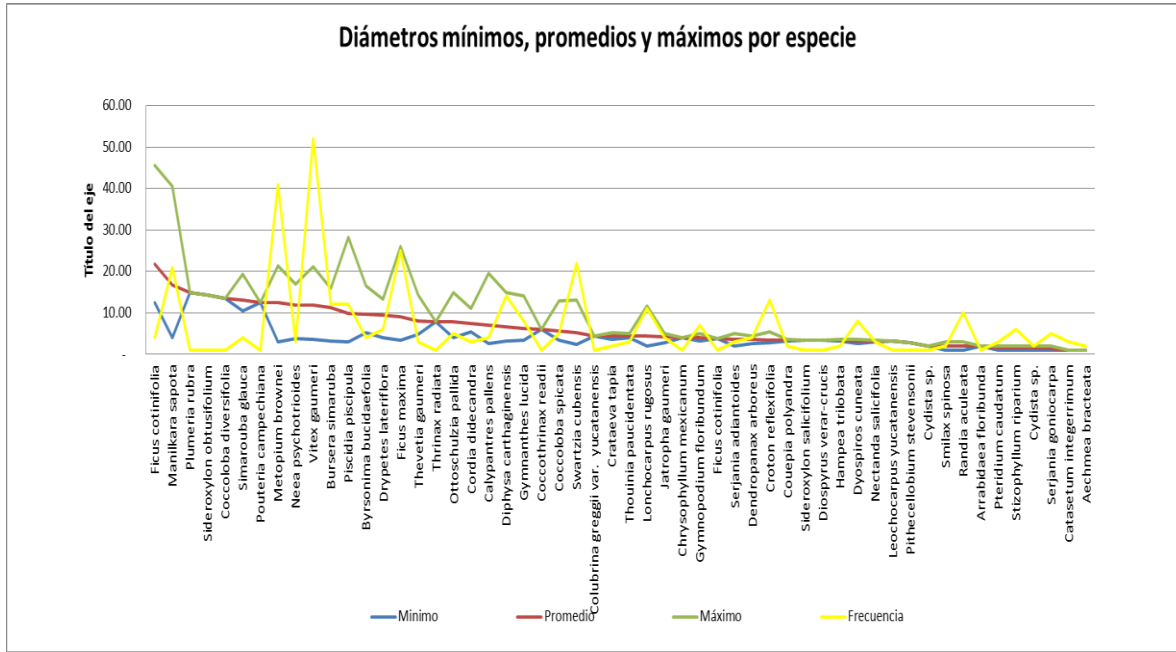


Figura No. 26 Diámetros mínimos, promedio y máximos en individuos muestreados en el predio en el SA.

Como se puede observar en la figura, la distribución diamétrica en lo general sigue un patrón normal considerando que la mayor cantidad de individuos se concentran en los diámetros menores, en tanto que los individuos corpulentos serán en cantidades menores.

De los datos de la estructura diamétrica se infiera que existen sólo 5.6 árboles/Ha con diámetros mayores a 25 cm y alrededor de 105 individuos/Ha con diámetros entre los 15 y 25 cm situación que evidencía la casi nula existencia de arbolado maduro y sobremaduro en el predio, observando que el 96% de los individuos registrados en el muestreo en los estratos arbustivo y arbóreo están por debajo de los 10 cm de diámetro.

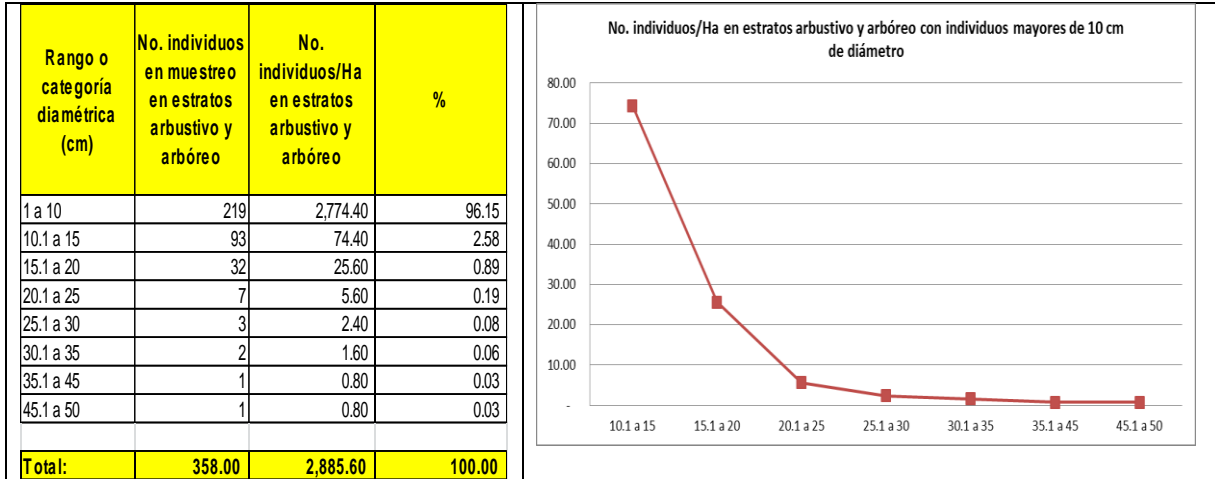


Figura No. 27 Distribución diamétrica de los individuos en el SA.

IV.2.2.4.6. Alturas

En este parámetro se observaron rangos que van desde los 0.20 m, que corresponden a especies herbáceas o de regeneración, hasta arbolado de 11.2 m. La altura promedio de los individuos muestreados es de apenas 5.2 m lo cual evidencia una fuerte densidad de arbolado arbustivo de talla pequeña y pocos árboles dominando el estrato superior.

El promedio general de cada una de las especies está por debajo de los 8.0 m con rangos de variación mayores para las especies *Metopium brownei*, *Vitex gaumeri*, *Manilkara sapota*, entre otras, que también son de las más abundantes en el predio.

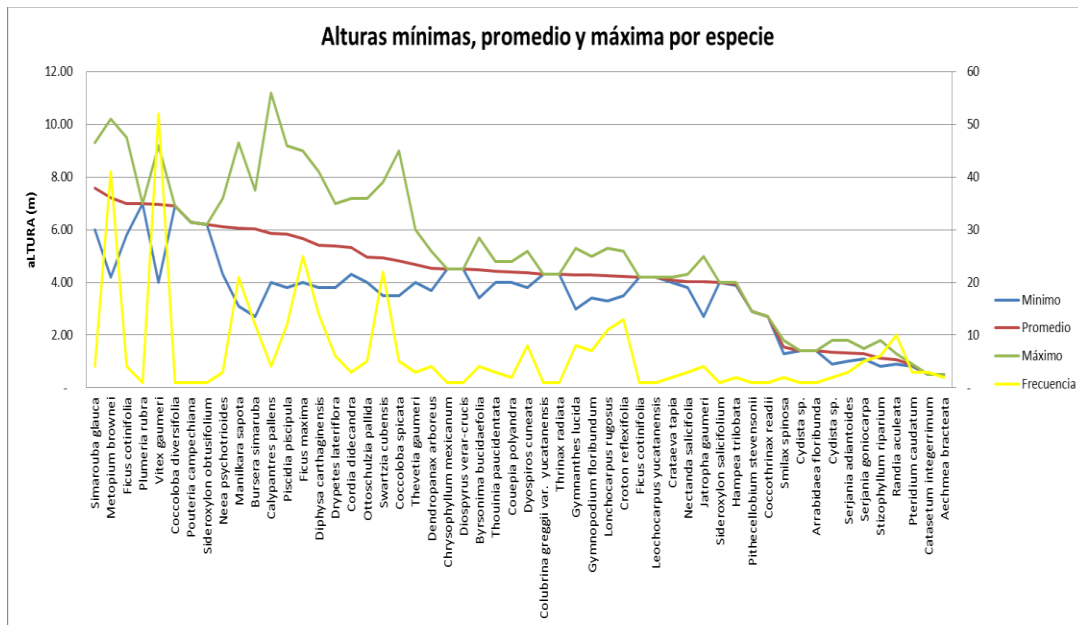


Figura No. 28 Alturas mínimas, promedio y máximas para individuos localizados en el predio en el SA.

De acuerdo a la distribución en altura que prevalece en los individuos del predio para los estratos arbóreo y arbustivo se identifica que poco más del 83% de los individuos está por debajo de los 9 m de altura y que la proporción en la densidad de individuos para las categorías de 3 a 6 m y de 6 a 9 m son similares, lo que da una idea de que existe una estructura vertical relativamente homogénea en el estrato medio y bajo, evidenciando una masa vegetal en regeneración.

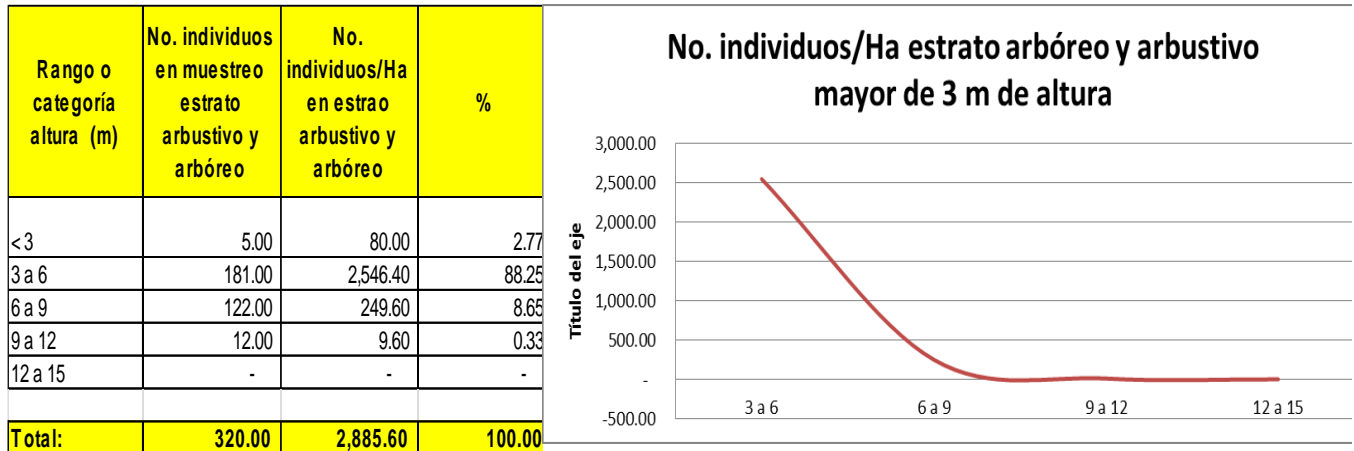


Figura No. 29 Distribución de los individuos muestreados de acuerdo a categorías de alturas en el SA.

IV.2.2.4.7. Area basal

Con el muestreo realizado se ha podido estimar que existen apenas 6.97 m²/Ha, cantidad que es muy baja considerando que una selva de éste tipo debe de alcanzar entre los 18 y 22 m²/Ha aproximadamente. Tal situación es más evidente al desagregar la aportación por estrato ya que se tiene que el arbolado sólo aporta 2.30 m²/Ha es decir el 33.0% del área basal estimada por unidad de superficie, en tanto el arbustivo participa con 4.66 m²/Ha (66.9%), lo que refleja que existe poco arbolado maduro o sobremaduro y una gran cantidad de individuos en el estrato arbustivo, lo cual coincide en el motivo por la cual el INEGI en la serie V determina que este tipo de vegetación se considera como una selva mediana subperennifolia secundaria arbustiva.

La dominancia de las especies *Vitex gaumeri*, *Metopium browneii* y *Manilkara sapota* se hace patente en este parámetro ya que juntas contribuyen con el 39.2% del áreas basal total del predio.

Cuadro No. 39 Area basal por hectárea y por estrato estimada para el SA.

NOMBRE	ESPECIE	AB/Ha (m2)			%
		ARBOREO	ARBUSTIVO	TOTAL	
Ya'axnik	Vitex gaumeri	0.485	0.673	1.158	16.63
Chechen negro	Metopium brownei	0.449	0.380	0.829	11.91
Chicozapote	Manilkara sapota	0.488	0.260	0.747	10.74
Sac away	Ficus maxima	0.162	0.412	0.574	8.24
Katalox	Swartzia cubensis	0.025	0.467	0.492	7.07
Ts'u'ts'uk	Diphysa carthaginensis	0.035	0.331	0.366	5.26
Jabin	Piscidia piscipula	0.100	0.197	0.297	4.26
Perescutz	Croton reflexifolia	-	0.205	0.205	2.94
Kanazin	Lonchocarpus rugosus	0.009	0.183	0.191	2.75
Copochi'b	Ficus cotinifolia	0.167	-	0.167	2.40
Chaca	Bursera simaruba	0.102	0.065	0.167	2.39
Yaiti	Gymnanthes lucida	0.019	0.138	0.156	2.25
Dzidzilche	Gymnopodium floribundum	-	0.138	0.138	1.98
Sacpa	Byrsonima bucidaefolia	0.024	0.089	0.112	1.62
Silil	Dyospiros cuneata	-	0.108	0.108	1.55
Pomolche	Jatropha gaumeri	-	0.097	0.097	1.39
Ekuleb	Drypetes lateriflora	0.036	0.056	0.092	1.32
Bayal	Ottoschulzia pallida	0.022	0.070	0.092	1.32
Ciricote	Cordia didecandra	0.008	0.083	0.091	1.31
Boob	Coccoloba spicata	0.010	0.070	0.080	1.15
Chit	Thrinax radiata	-	0.076	0.076	1.10
Kanchunup	Thouinia paucidentata	-	0.074	0.074	1.06
Akitz	Thevetia gaumeri	0.013	0.060	0.073	1.05
Sac chaca	Dendropanax arboreus	-	0.068	0.068	0.97
Sac niche	Calyptantres pallens	0.024	0.034	0.058	0.84
Coc che	Crataeva tapia	-	0.051	0.051	0.74
Tadzi	Neea psychotrioides	0.032	0.018	0.050	0.72
Negrito	Simarouba glauca	0.047	-	0.047	0.67
Nakax	Coccothrinax readii	-	0.045	0.045	0.65
Laurelillo	Nectanda salicifolia	-	0.040	0.040	0.57
Uspib	Couepia polyandra	-	0.029	0.029	0.42
Mahajua	Hampea trilobata	-	0.028	0.028	0.41
Chacniche	Colubrina greggii var. yucatanensis	-	0.025	0.025	0.37
Chi'keej	Chrysophyllum mexicanum	-	0.020	0.020	0.29
Chocolatera	Ficus cotinifolia	-	0.018	0.018	0.26
Dzidzilyah	Sideroxylon salicifolium	-	0.015	0.015	0.21
Uchulche	Diospyrus verar-crucis	-	0.015	0.015	0.21

NOMBRE	ESPECIE	AB/Ha (m2)			%
		ARBOREO	ARBUSTIVO	TOTAL	
Flor de mayo	Plumeria rubra	0.014	-	0.014	0.20
Pakalche	Sideroxylon obtusifolium	0.013	-	0.013	0.19
Yax xuul	Leochocarpus yucatanensis	-	0.012	0.012	0.17
Kantunchunbob	Coccoloba diversifolia	0.011	-	0.011	0.16
Kaniste	Pouteria campechiana	0.010	-	0.010	0.14
Chok che	Pithecellobium stevensonii	-	0.009	0.009	0.13
Box canan	Cydista sp.	-	-	-	-
Chi'it ku'uk	Catasetum integerrimum	-	-	-	-
Coke	Smilax spinosa	-	-	-	-
Ek quish	Cydista sp.	-	-	-	-
Helecho	Pteridium caudatum	-	-	-	-
Xkub	Aechmea bracteata	-	-	-	-
Pechquitan	Randia aculeata	-	-	-	-
Sac ac	Arrabidaea floribunda	-	-	-	-
Tres lomos	Serjania goniocarpa	-	-	-	-
Tzo bach	Stizophyllum riparium	-	-	-	-
Spaj sakán	Serjania adiantoides	-	-	-	-
		2.30	4.66	6.96	100.00

En la figura se muestra la clara dominancia de *Metopium browneii* seguida de las otras especies ya referidas, aunque con una aportación mucho menor. Debido a que es un gráfico de barras apiladas estratificada, razón por la cual se pueden observar las aportaciones que se tiene por cada especie y por cada uno de los estratatos.

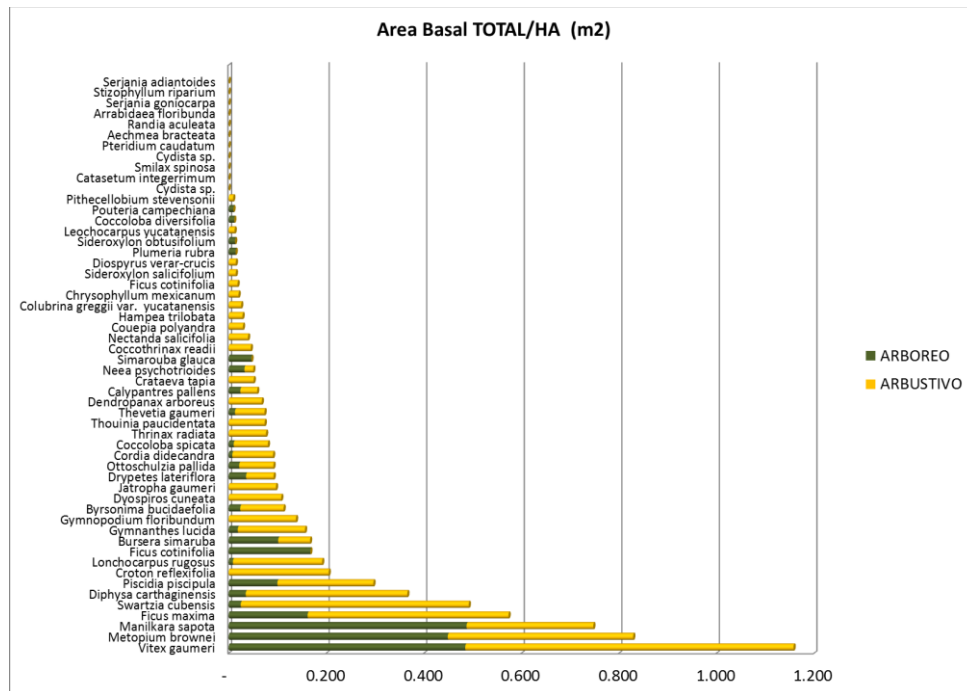


Figura No. 30 Area basal por especie en el SA.

IV.2.2.5. Especies forestales con estatus.

De las especies registradas en el muestreo se indican en el cuadro aquellas que se encuentran con algún estatus de protección en la norma oficial mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

Cuadro No. 40 Especies de flora en alguna categoría de riesgo

Nombre común	Nombre científico	Estatus	Observaciones
Palma chit	<i>Thrinax radiata</i>	Amenazada	Registrada en el muestreo
Palma nakax	<i>Coccothrinax readii</i>	Amenazada	Registrada en el muestreo
Cola de rata	<i>Aporocactus flagelliformis</i>	Protección Especial	Observada en el muestreo del SA. No fue registrada en sitios de muestreos

IV.2.2.6. Fauna

La fauna de Quintana Roo se presenta dentro de la regionalización biogeográfica del Dominio Neotropical; Región Mesoamericana de la Provincia Biótica Yucateca.

La región presenta una fauna terrestre de afinidades netamente tropicales, compuesta por aproximadamente 669 especies, de las cuales la mayoría son aves, seguidas de mamíferos, reptiles y anfibios, además de peces.

Esta diversidad de especies es bastante consistente con lo observado en selvas tropicales estacionales y caducifolias, como las de la Península de Yucatán y la costa del Pacífico.

Para Quintana Roo se han registrado 56 especies endémicas, 4 endémicas para México en el continente y una con distribución muy limitada. El mayor número fue registrado en la Clase Aves; seguida por la Clase Reptiles y finalmente la Clase Anfibios, sin embargo, no se han registrado de la Clase Mamíferos, a pesar de que un número considerable de especies son endémicas para esta Clase en la Península, si se incluye a Belice y a Guatemala.

Las selvas estacionales de la Península de Yucatán presentan grados relativamente bajos de endemismo de vertebrados terrestres, muy por abajo de los niveles que hay en las selvas de la vertiente del Pacífico, pero mayores de los que presentan otros ecosistemas, incluyendo a las selvas altas perennifolias. Las especies endémicas de la región son de tamaños corporales pequeños.

En general para la región se observan las siguientes clases de fauna (cabe hacer notar que es un estimado de las especies reportadas, puede variar el número de especies o familias y géneros dependiendo del autor que se consulte).

Cuadro No. 41 iversidad faunística reportada para el estado de Quintana Roo

CLASE	FAMILIAS	GÉNEROS	ESPECIES
ANFIBIOS	7	15	20
REPTILES	21	68	100
AVES	62	260	426
MAMÍFEROS	28	66	96
PECES	7	14	27
TOTAL	125	423	669

IV.2.2.6.1. Estado de conservación de la fauna

En general las especies animales de la península se distribuyen en ecosistemas bien conservados, o que presenten un alto grado de conservación, sin embargo se han observado especies como el venado cola blanca en reductos de selva bajo fuerte presión antropogénica y en terrenos que están siendo perturbados.

De acuerdo con los registros de especies reportadas para Quintana Roo, para la fauna de vertebrados terrestres, se presentan en los siguientes cuadros el número de especies y su categoría de protección de acuerdo con la norma oficial mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

ANFIBIOS Y REPTILES

Cuadro No. 42 Número de familias y géneros, con número de especies endémicas para el estado.

Grupo	Familias	Géneros	Endémicas
Anfibios	7	15	2
Reptiles	21	68	7

Cuadro No. 43 Número de especies que se encuentran bajo alguna Categoría de la NOM-059-SEMARNAT--2010.

Grupo	A	P	Pr
Anfibios	0	6	1
Reptiles	15	19	10

AVES

Cuadro No. 44 Número de Familias, géneros y especies, con el número de especies residentes, visitantes, migratorias y pasajeras.

Familias	Géneros	Especies	Residentes	Visitantes	Migratorias	Pasajeras
62	260	426	259	123	25	41

Número de especies que se encuentran bajo alguna categoría dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

A	P	Pr	End
43	71	10	4

MAMÍFEROS

Cuadro No. 45 Número de Familias, géneros y especies, con especies endémicas para México y Mesoamérica.

Clase	Familias	Géneros	Especies	end
mamíferos	28	66	96	21

Cuadro No. 46 Número de especies que se encuentran bajo alguna Categoría NOM-059-SEMARNAT-2010, e incluidas en el CITES

Clase	A	P	Pr	CITES
mamíferos	11	9	0	16

PECES

Cuadro No. 47 Número de Familias, géneros y especies para Quintana Roo.

Grupo	Familias	Géneros	Especies
Peces	7	14	27

Cuadro No. 48 Número de especies de peces endémicas para Quintana Roo y el número de especies con alguna categoría de estatus.

Grupo	Endémicas	Amenazadas	En Peligro
Peces	7	5	3

Muestreo de Fauna Silvestre en el SA.

IV.2.2.6.2.Método de muestreo

Se han descrito una gran cantidad de métodos para el muestreo de poblaciones de fauna silvestre y estos dependen en gran medida de la biología y el comportamiento del grupo faunístico a estudiar, del lugar donde se realizará el estudio, así como de sus condiciones ambientales y climáticas.

La mayor parte de métodos para estudiar la fauna silvestre se basan principalmente en dos tipos: directos e indirectos. Los métodos directos son aquellos que se refieren a un contacto activo con el animal (visual o auditivo), mostrando una evidencia de la presencia del individuo en un determinado lugar y en ese momento.

Los métodos indirectos se basan en las evidencias que dejan los animales en el medio natural de su presencia y sus actividades, tales como: excrementos, huellas, restos de pelos o mudas, nidos o madrigueras, de su actividad alimentaria, alteración de la vegetación, senderos, cruces, etc. (Aranda, 2000). Cada una de las señales anteriores, indican que una determinada especie ha estado en ese lugar, aunque físicamente no esté presente en el momento de la observación. Los datos indirectos nos permiten conocer la composición faunística de la zona, proporcionando datos sobre la preferencia de hábitats, dieta o comportamiento.

Para los grupos 4 grupos de fauna estudiados para este proyecto (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) se realizaron recorridos a través del predio y las áreas colindantes, utilizando métodos directos e indirectos dependiendo del grupo de fauna.

En los siguientes párrafos se detallan las técnicas de muestreo que se utilizaron para cada uno de los grupos de vertebrados estudiados en el predio del proyecto.

Herpetofauna

Observación directa: Esta técnica puede ser a través de recorridos diurnos o nocturnos, caminando o en vehículo, y de forma sistemática o no, y puede realizarse con ayuda de instrumentos y dispositivos que aumenten la capacidad de observación (por ejemplo binoculares).

En la caracterización que se realizó en el predio, los recorridos fueron únicamente diurnos (de 07:00 a 13:00 hrs y de 15:00 a 17:30 hrs) caminando en el predio y recorriendo los caminos y las zonas colindantes al predio. En estos sitios se buscaron individuos adultos y/o juveniles.

- *Búsqueda por recorridos.* Consistió en verificar la ocurrencia de especies en el área del polígono, desplazándose a través de la misma y registrando todos los anfibios y reptiles observados en el camino, brechas y sitios abiertos (Manzanilla *et al.*, 2000).
- *Búsqueda en microhábitats.* Este método sistemático consistió en buscar en los hábitats conocidos de ciertos reptiles y anfibios. La búsqueda de reptiles se realizó levantando y observando bajo la hojarasca, rocas y/o revisando entre los árboles.
- *Observación indirecta.* Durante estos recorridos también se buscaron madrigueras, mudas, huevecillos, o cualquier otro tipo de señal indirecta que nos indicara la presencia de alguna especie de Herpetofauna.

Aves

De manera indirecta, las aves pueden ser detectadas por cantos, nidos, huevos, cascarones, desde sitios localizados en el suelo hasta altos doseles en los árboles, y desde las zonas costeras hasta la zona continental.

El registro de aves del predio se llevó a cabo a través de recorridos en caminos, brechas o sitios abiertos, aplicando la técnica de observación directa e indirecta, realizando:

- *Transectos lineales.* Se realizaron transectos en los caminos de terracería o sitios abiertos. Cada transecto se recorrió en los periodos de mayor actividad de la fauna, aproximadamente de 07:00 a 13:00 y de 16:00 a 18:00 h.
- *Registro de cantos, nidos, restos y otras señales de alimentación.* Se buscaron señales que dejan las aves de su presencia o actividades. Para llevar a cabo este método se realizaron búsquedas de nidos en los árboles, arbustos y a nivel del suelo. También se registraron señales auditivas, como los cantos.

Mamíferos

La presencia de mamíferos se puede reconocer por medio de huellas, excretas, pelos, dientes, madrigueras, sonidos y señales características que dejan en los alimentos (Selem-Salas *et al.*, 2004).

Para la identificación de los mamíferos se realizaron observaciones directas e indirectas:

- *Transectos lineales.* Se realizaron recorridos en brechas y sitios abiertos para detectar su presencia. Los recorridos se realizaron por la mañana y en la tarde-noche, aproximadamente de 7:00 a 12:00 y de 16:00 a 19:00 hrs.

- **Registro de huellas, excretas, madrigueras y otras señales.** Se buscaron huellas, madrigueras, excretas, marcas en restos de alimentos como frutos, hojas u otras partes de las plantas. Muchos animales crean estructuras para la protección y alimentación de sus crías, que son fácilmente detectables, tales como nidos de hojas o pasto, montículos de tierra, entre otras. También se pueden buscar señales como las que dejan los animales herbívoros al alimentarse, el ramoneo de los arbustos y los restos de semillas o pastos en las heces. Otras marcas que pueden indicar la presencia de mamíferos como los cérvidos o algunos carnívoros, son las marcas de astas y garras, en los troncos de los árboles.

IV.2.2.6.3. Resultados.

IV.2.2.6.3.1. Riqueza específica

Se registraron un total de 23 especies de fauna silvestre dividida en tres grupos: reptiles, aves y mamíferos. No se registraron individuos de anfibio y no se localizaron cuerpos de agua o rejolladas que pudieran servir de refugio a este grupo faunístico.

De los reptiles se registraron 7 especies distribuidas en 1 orden y 6 familias; de las aves fueron 10 especies repartidas en 5 órdenes y 7 familias y de mamíferos se observaron 6 especies de 5 familias y 4 ordenes distintos.

En el siguiente cuadro se enlistan las especies de vertebrados registrados en el predio.

Cuadro No. 49 Listado de especies registradas en el SA.

No.	ORDEN	FAMILIA	Nombre común y científico
REPTILES			
1	SQUAMATA	Polychrotidae	Anolis café (<i>Anolis sagrei</i>)
2	SQUAMATA	Carytophanidae	Basilisco rayado (<i>Basiliscus vittatus</i>)
3	SQUAMATA	Gekkonidae	Cuija yucateca (<i>Coleonyx elegans</i>)
4	SQUAMATA	Colubridae	Culebra lagartijera común (<i>Dryadophis melanolomus</i>)
5	SQUAMATA	Iguanidae	Iguana espinosa rayada (<i>Ctenosaura similis</i>)
6	SQUAMATA	Colubridae	Culebra bejuquillo (<i>Oxybelis aeneus</i>)
7	SQUAMATA	Boidae	Boa (<i>Boa constrictor</i>)
AVES			
1	PASSERIFORMES	Ictiridae	Zanate mexicano (<i>Quiscalus mexicanus</i>)
2	ACCIPITRIFORMES	Cathartidae	Chara yucateca (<i>Cyanocorax yucatanicus</i>)
3	CRACIFORMES	Cracidae	Chachalaca común (<i>Ortalis vetula</i>)

4	PASSERIFORMES	Tyrannidae	Tirano dorso negro (<i>Tyrannus tyrannus</i>)
5	PASSERIFORMES	Tytiridae	Titira enmascarada (<i>Tytira semifasciata</i>)
6	PASSERIFORMES	Mimidae	Cenzontle tropical (<i>Mimus gilvus</i>)
7	PASSERIFORMES	Tyrannidae	Tirano tropical (<i>Tyrannus melancholicus</i>)
8	PASSERIFORMES	Icteridae	Bolsero yucateco (<i>Icterus auratus</i>)
9	CICONIIFORMIS	Cathartidae	Zopilote negro (<i>Coragyps atratus</i>)
10	TROGONIFORMIS	Trogonidae	Trogón cabeza negra (<i>Trogon melanocephalus</i>)
MAMIFEROS			
1	CARNIVORA	Procyonidae	Tejón (<i>Nasua narica</i>)
2	RODENTIA	Muridae	Rata negra (<i>Rattus rattus</i>)
3	RODENTIA	Cricetidae	Ratón yucateco (<i>Peromyscus yucatanicus</i>)
4	RODENTIA	Procyonidae	Sereque (<i>Dasyprocta punctata</i>)
5	DIDELPHIMORPHA	Didelphidae	Tlacuache comun (<i>Didelphys marsupialis</i>)
6	CARNIVORA	Canidae	Zorra gris (<i>Urocyon cinereoargenteus</i>)

Reptiles

En el predio se registraron 5 especies de reptiles distribuidos en 6 familias y 3 órdenes.

Los reptiles son animales ectotérmicos y su temperatura corporal no deriva de procesos metabólicos sino más bien del medio ambiente, por lo cual son más susceptibles a cambios en el entorno que afectan la temperatura, fuerza y dirección del viento y humedad (Mandujano et al., 2008). Esto dificulta su permanencia en sitios perturbados, sin embargo, algunas especies, principalmente del trópico, son tolerantes a estos sitios y han desarrollado respuestas adaptativas para evitar las altas temperaturas del día; cada grupo presenta un rango de tolerancia térmica, adaptación conductual y fisiológica. Esto permite a los reptiles habitar en pastizales, en el borde o en el interior de un bosque y en ambientes fragmentados, respondiendo de diversas y complejas maneras a los cambios en el microhábitat (Gómez, 2007). Por otra parte, especies con un estrecho rango de preferencias de temperatura ambiental tienden a ser más activas durante un pequeño intervalo de tiempo. Así, las muestras pueden ser variables durante una misma semana donde se registren grandes diferencias de temperatura (Manzanilla et al., 2000).

Un factor que pudo haber influido en la baja presencia de reptiles en el predio, es que la vegetación del mismo se encuentra muy afectada y fragmentada y ha sufrido cambios en su estructura como se ha evidenciado en el DTU-A del proyecto, lo cual a su vez repercute en la disponibilidad de hábitats, alimento, y sitios de reproducción para la fauna. Sin embargo, algunas especies de reptiles son capaces de vivir en zonas perturbadas, por lo que la mayoría de las especies de reptiles registrados ahí son especies tolerantes a vivir en áreas afectadas.

La fragmentación crea islas de vegetación que implica que los animales queden limitados a espacios más reducidos. Los ambientes urbanizados pueden tener efectos sobre la biología de muchas especies de fauna, modificando aspectos de la historia de vida, nutrición, reproducción, demografía, etc. (Faeth *et al.* 2003, Shochat *et al.* 2006). Estos efectos pueden reflejarse de manera inmediata (como en el caso de la construcción de grandes obras de infraestructura) o bien a largo plazo por modificaciones graduales (Grimm *et al.* 2008).

De acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, son 2 las especies se encuentran bajo la categoría de amenazada (A), que corresponden a la iguana gris ***Ctenosaura similis*** y a ***Boa constrictor*** que tienen la categoría de amenazada (A). El caso de la primera de ellas, es una especie que se ha adaptado a sobrevivir en sitios alterados y en las zonas urbanas, por lo que se le observa con mucha frecuencia en las zonas con sitios con vegetación abierta y perturbada. Es de hábitos terrestres y diurnos. Se le ha observado a grandes distancias de la costa, sin embargo, su abundancia aumenta cerca de la misma. Su alimentación varía de acuerdo a la edad, así los juveniles se alimentan de proteína animal mientras que los adultos ingieren mayor cantidad de materia vegetal.

En el caso de ***Boa constrictor***, es posible su presencia debido a que existe pequeños mamíferos y reptiles dentro del predio que pueden ser presas para su alimentación y aunque el predio se encuentra perturbado, su sobrevivencia en el entorno es posible.

Aves

Del grupo de las aves se observaron apenas 10 especies, distribuidas en 7 familias y 5 órdenes. El orden de los passeriformes es el que presentó más especies. Ninguna de las especies de aves observadas durante el estudio de campo se encuentra protegida o en alguna categoría de la **NOM-059-SEMARNAT-2010** y la mayoría de las especies registradas en el estudio son residentes.

En el caso de las aves, el efecto de la fragmentación depende de la interacción espacial del paisaje y los requerimientos particulares de hábitat de cada especie y la escala en la cual los individuos ocupan y perciben el paisaje. Se ha visto que la fragmentación del hábitat en las selvas tropicales puede alterar la fisiología de las aves, en especies como el trepatroncos pico cuña (***Glyphorhynchus spirurus***) y el saltarín o manaquín coroniblanco (***Pipra pipra***) se tiene registrado que afecta su movilidad y el desarrollo sano de sus plumaje (Stratford & Stouffer, 2001). En otros casos, la fragmentación reduce los sitios de anidación y de alimentación que es lo que ocurre con más frecuencia y que obliga a la especies a desplazarse en busca de sitios más seguros.

Sin embargo, los efectos no siempre son detrimentales, ya que se ha observado que algunas aves responden de manera positiva a la fragmentación (Kattan et al., 1994). Esto es particularmente esperado en el caso de especies nectarívoras, frugívoras y granívoras que se mueven en busca de recursos, sobre todo las que lo hacen altitudinalmente (Loiselle y Blake, 1992; Kattan et al., 1994; Ornelas y Arizmendi, 1995; Gordon y Ornelas, 2000).

Por otra parte se debe considerar que la variación de la riqueza y abundancia de las aves obedece a los cambios en la vegetación y a los movimientos temporales que presenta este grupo relacionada con la disponibilidad del alimento o con la temporalidad estacional. Se ha sugerido que ambientes que generalmente presentan altas tasas de producción de frutos, flores, follaje, pueden albergar mayor riqueza y abundancia de especies (Bojorges *et al.*, 2005). De ahí que es probable que la riqueza del predio aumente estacionalmente.

La mayoría de las especies de aves registradas en el predio son especies tolerantes a vivir en zonas perturbadas, vegetación secundaria y en algunos casos hasta en zonas urbanas, como por ejemplo el cenizote (*Mimus gilvus*) y el zanate (*Quiscalus mexicanus*). Este último es una especie oportunista y la más adaptada a vivir en zonas perturbadas o zonas urbanas.

Mamíferos

Durante el estudio de campo solo se observaron 4 especies de mamíferos, aunque ninguna en estatus de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Una de ellas como efecto directo de la presencia de actividades humanas y considerada como feral que es *Rattus rattus*.

Las poblaciones de mamíferos, al igual que los otros grupos de vertebrados, también son afectadas por la fragmentación y deterioro de la vegetación. Al comparar sitios con diferentes grados de alteración causados por la tala, ganadería y agricultura, se encontró que los sitios que presentaron una mayor riqueza de especies de mamíferos fueron aquellos que presentaron la vegetación mejor conservada, en contraste con los que presentaron una mayor alteración de la vegetación (Sánchez-Hernández C. *et al.*, 2001), en los cuales se observaron pocas especies.

En el caso de algunos mamíferos, como los roedores, se ha considerado que la alteración del hábitat no modifica su diversidad pero sí la abundancia (Sánchez-Hernández et al., 2001). Se ha documentado un incremento en la diversidad de especies de pequeños mamíferos en sitios tropicales alterados, aparentemente como resultado de la creación de nuevos microhábitats y cambios en los recursos alimenticios (Yanner, 1991 en Sánchez-Hernández et al., 2001). Especies de roedores como *Hereromys desmarestianus* y *Peromyscus mexicanus*, prefieren los sitios mejor conservados ya que son más susceptibles a las alteraciones del hábitat, mientras que *Oryzomys couesi*, *O. melanatis*, *R. fluvences* y *S. hispidus* no son afectadas por la alteración del hábitat. De hecho esta última especie prefiere los lugares con maleza seca, herbáceas y cultivos, además de que al parecer estas 4 especies se ven favorecidas por las alteraciones, ya que se pueden convertir en plagas de cultivos, reportándose considerables daños a cultivos causado por alguna de esta especies.

Los mamíferos de tamaño grande y mediano también sufren los efectos de la fragmentación del hábitat y de la caza inmoderada. En el caso de especies como el yaguarundí, *Herpailurus yaguaronundi*, tigrillo *Leopardus wiedii*, y jaguar *Pantera onca*, sólo se encuentran en zonas poco alteradas y alejadas de los asentamientos humanos, de ahí que en el caso de los resultados del estudio de fauna del predio no se encontrara este tipo de fauna dada la condición de afectación y la cercanía con la ciudad de Cancún.

Especies como el pecarí de collar (*T. tajacu*), aunque pueden vivir en áreas transformadas con vegetación secundaria, sus poblaciones se han visto reducidas por la caza y la destrucción de la selva. Sus poblaciones han desaparecido de extensas regiones del centro del país (Ceballos et al, 2005).

IV.2.2.6.3.2. Indicadores ecológicos de las especies

Reptiles

Los estimadores de biodiversidad indican que para el grupo de los reptiles la especie *Anolis sagrei* es la de mayor importancia ya que alcanza el 38% del IVI. Otra especie que le sigue en importancia es *Basiliscus vittatus*, aunque su participación es del 14% del IVI.

El índice de diversidad de Shannon-Wiener establece un valor de 1.7, que se considera muy bajo o pobre. La condición del predio en su fragementación y deterioro puede ser la causante de que exista poca diversidad, aunado a que no se registraron anfibios, con lo cual se reduce la diversidad en este grupo faunístico.

Cuadro No. 50 Estimación de indicadores de biodiversidad para el el grupo faunístico de reptiles.

Nombre científico	Abundancia absoluta	Densidad relativa (Pi)	Ln de Pi	Pi x Ln Pi	Fr	IVI
Anolis café (<i>Anolis sagrei</i>)	16	0.40	- 0.91629	-0.367	0.36	0.76
Basilisco rayado (<i>Basiliscus vittatus</i>)	7	0.18	- 1.74297	-0.305	0.12	0.30
Cuija yucateca (<i>Coleonyx elegans</i>)	5	0.13	- 2.07944	-0.260	0.1	0.23
Culebra lagartijera común (<i>Dryadophis melanolomus</i>)	4	0.10	- 2.30259	-0.230	0.12	0.22
Iguana espinosa rayada (<i>Ctenosaura similis</i>)	3	0.08	- 2.59027	-0.194	0.1	0.18
Culebra bejuquillo (<i>Oxybelis aeneus</i>)	3	0.08	- 2.59027	-0.194	0.1	0.18
Boa (<i>Boa constrictor</i>)	2	0.05	- 2.99573	-0.150	0.1	0.15
TOTAL	40	1.0		1.700	1.0	2.0
Riqueza		7		Índice de Diversidad de Shannon (H')		
Hmax = Ln S		1.9459				
Equitatividad (J)=	H/Hmax	0.87				

Aves

Este es el grupo más diverso encontrado en el predio, ya que se registraron 10 especies, entre las que se encuentran mejor representadas son **Quicalus mexicanus y Cyanocorax yucatanicus** que alcanzan un 18% del IVI cada una de ellas paa este grupo faunístico. Ambas especies muy adaptables a espacios urbanizados, inclusive **Ortalis vetula**, puede encontrarse con frecuencia en sitios perturbados que es otra de las especies destacadas.

El índice de Shanon-Wiener señala una diversidad de 2.157, que es el valor más alto para los tres grupos faunísticos identificados en el área, pero aún en este caso, corresponde a un valor que esalta la pobreza ecológica en el grupo de aves.

Cuadro No. 51 Estimación de indicadores de biodiversidad para el el grupo faunístico de Aves.

Nombre científico	Abundancia absoluta	Densidad relativa (Pi)	Ln de Pi	Pi x Ln Pi	Fr	IVI
Zanate mexicano (<i>Quiscalus mexicanus</i>)	12	0.17910	-1.719786	-0.3080	0.20	0.38
Chara yucateca (<i>Cyanocorax yucatanicus</i>)	15	0.22388	-1.496642	-0.3351	0.15	0.37
Chachalaca común (<i>Ortalis vetula</i>)	8	0.11940	-2.125251	-0.2538	0.15	0.27
Tirano dorso negro (<i>Tyrannus tyrannus</i>)	6	0.08955	-2.412933	-0.2161	0.10	0.19
Títira enmascarada (<i>Tytira semifasciata</i>)	7	0.10448	-2.258782	-0.2360	0.08	0.18
Cenzontle tropical (<i>Mimus gilvus</i>)	5	0.07463	-2.595255	-0.1937	0.08	0.15

Tirano tropical (<i>Tyrannus melancholicus</i>)	4	0.05970	-2.818398	-0.1683	0.08	0.14
Bolsero yucateco (<i>Icterus auratus</i>)	4	0.05970	-2.818398	-0.1683	0.06	0.12
Zopilote negro (<i>Coragyps atratus</i>)	3	0.04478	-3.106080	-0.1391	0.05	0.09
Trogón cabeza negra (<i>Trogon melanocephalus</i>)	3	0.04478	-3.106080	-0.1391	0.05	0.09
TOTAL	67	1.0		2.157	1.0	2.0
Riqueza		10		Índice de Diversidad de Shannon (H')		
Hmax = Ln S		2.303				
Equitatividad (J)=	H/Hmax	0.94				

Mamíferos

En los mamíferos, ha resultado evidente que no existen sino pequeños mamíferos, ya que los medianos y grandes han emigrado a sitios más seguros y de menos presión antropogénica. De esta manera, en las estimaciones de los indicadores del IVI se ha obtenido que **Nassua narica** alcanza el mayor valor del IVI con un 34% del IVI, seguida de **Rattus rattus** con el 24% del IVI del grupo y como es de observarse, ambas especies adaptadas al entorno humano, particularmente la segunda que se considera una especie feral.

Para el caso de los indicadores ecológicos de biodiversidad, el índice de Shannon-Wiener alcanza un valor de 1.402 el cual es considerado muy bajo o muy pobre; situación que se genera a raíz de la presión que el predio tiene por la fragmentación del ecosistema en la zona y por la cacería furtiva, lo cual motiva la existencia de especies pequeñas. El caso de **Rattus rattus** resulta de las condiciones encontradas en algunas zona del predio en la que se vierten desechos urbanos de manera clandestina, lo cual ha permitido la proliferación de este tipo de fauna nociva.

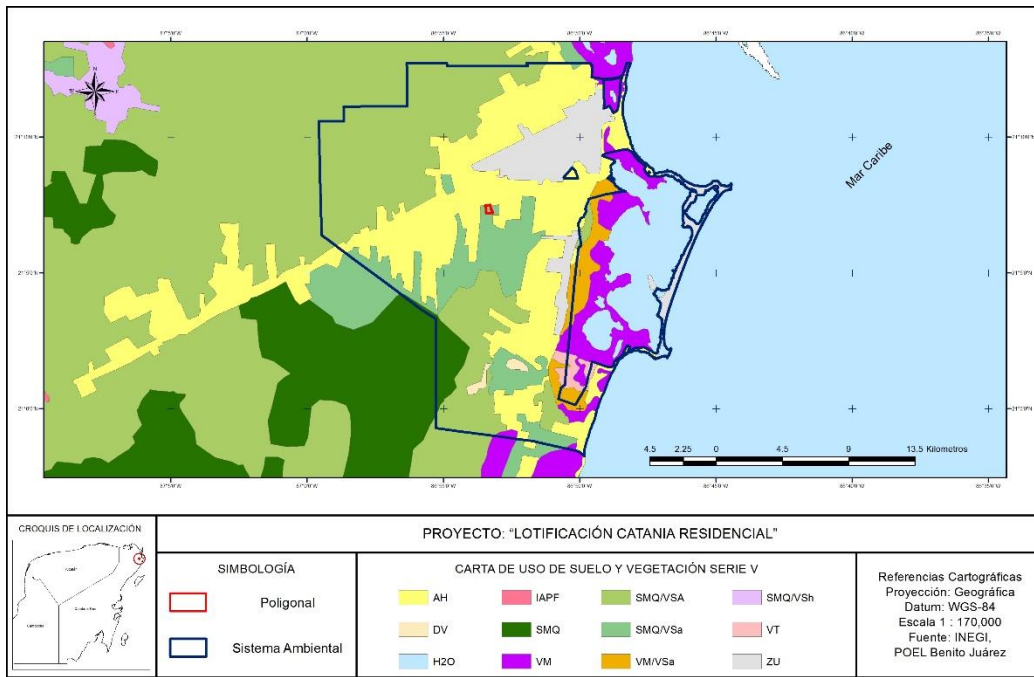
Cuadro No. 52 Estimación de indicadores de biodiversidad para el el grupo faunístico de mamíferos.

Nombre científico	Abundancia absoluta	Densidad relativa (Pi)	Ln de Pi	Pi x Ln Pi	Fr	IVI
Tejón (<i>Nasua narica</i>)	12	0.44	-0.810930	-0.360	0.35	0.79
Rata negra (<i>Rattus rattus</i>)	8	0.30	-1.216395	-0.360	0.2	0.50
Ratón yucateco (<i>Peromyscus yucatanicus</i>)	3	0.11	-2.197225	-0.244	0.15	0.26
Sereque (<i>Dasyprocta punctata</i>)	2	0.07	-2.602690	-0.193	0.1	0.17
Tlacuache compun (<i>Didelphys marsupialis</i>)	1	0.04	-3.295837	-0.122	0.1	0.14
Zorra gris (<i>Urocyon cinereoargenteus</i>)	1	0.04	-3.295837	-0.122	0.1	0.14
TOTAL	27	1.00		1.402	1.0	2.0
Riqueza		6		Índice de Diversidad de Shannon (H')		
Hmax = Ln S		1.7918				
Equitatividad (J)=	H/Hmax	0.78				

V. DESCRIPCIÓN DE LAS CONDICIONES DEL PREDIO QUE INCLUYA LOS FINES A QUE ESTE DESTINADO, CLIMA, TIPO DE SUELO, PENDIENTE MEDIA, RELIEVE, HIDROGRAFIA Y TIPOS DE VEGETACION Y FAUNA.

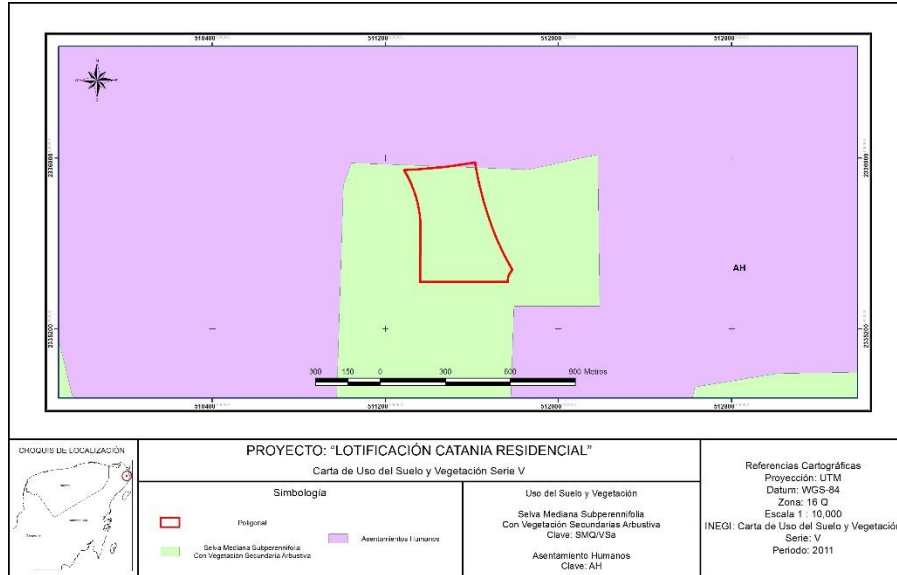
V.1 Condición actual del predio

El predio se ubica dentro de la traza de urbana de de la ciudad de Cancún lo que repercute en una fuerte presión hacia el interior del predio. Como ya se indicó en el capítulo anterior en el que se describe el SA, es evidente que existe una fuerte presión en el desarrollo urbano de la ciudad de Cancún y áreas periféricas que son las zonas de expansión de la ciudad. En la carta del uso del suelo y vegetación del INEGI serie V es posible observar el nivel de fragmentación del SA y la prácticamente colindancia del predio con áreas urbanas.



Plano No. 57 Condición actual del predio. Nótese la fragmentación de vegetación y la presión antropogénica de la traza urbana

En un acercamiento del predio en la zona, usando la misma carta de la Serie V de INEGI es más evidente esta condición de fragmentación, dejando ya aislada la zona donde se ubica el proyecto, con una vegetación de selva medianas subperennifolia secundaria arbutiva.



Plano No. 58 Fragmentación de vegetación y la presión antropogénica de la traza urbana en la zona del predio (INEGI serie V Uso del suelo y vegetación)

El predio donde se pretende realizar el proyecto tiene en lo general una vegetación de selva mediana subperennifolia secundaria arbustiva, que ha sido fuertemente afectada por fenómenos hidrometeorológicos de alto impacto como lo fueron el huracán Gilberto en 1988 y el huracán Wilma en el 2005 con categorías H5 y H4 al momento de pasar por la zona de estudio. Eventos ambos de características desastrosas para las áreas forestales de la zona norte del estado de Quintana Roo.

El INEGI en la carta de uso de suelo y tipos de vegetación indica que el predio contiene vegetación de selva mediana subperennifolia secundaria arbustiva en procesos de degradación.

Evidentemente y dada su ubicación dentro del POEL del municipio de Benito Juárez, así como en el Plan de Desarrollo Urbano de la Ciudad de Cancun (PDU) la promovente ha adquirido este predio por estar estratégicamente ubicado para actividades de desarrollo urbano y, como se verá más adelante, la propuesta de la promovente está encadrada dentro de las actividades permitidas por los ordenamientos urbanos y ambientales que le aplican, de tal manera que el proyecto propuesto para este predio consiste en una Lotificación y urbanización para desarrollar posteriormente un fraccionamiento urbano.

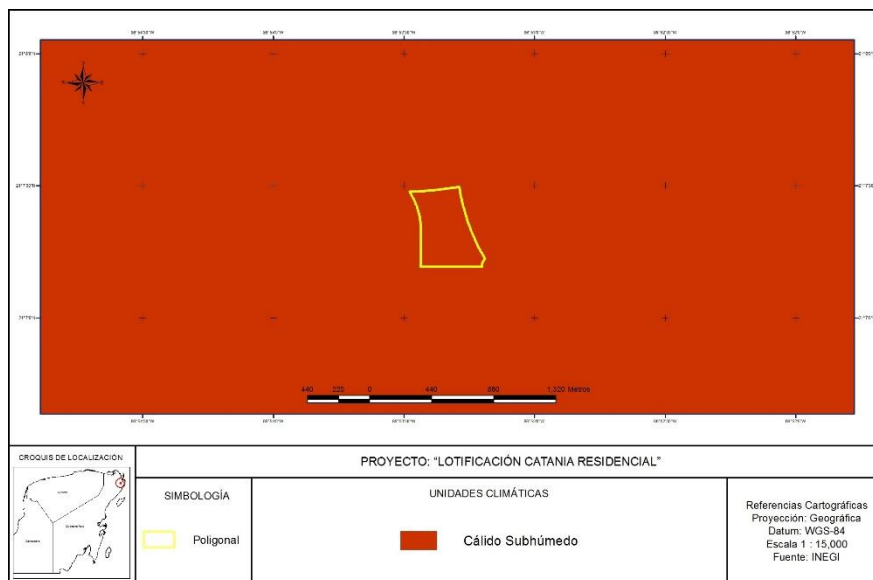
En este DTU-A se propone sólo la lotificación y urbanización para el cambio de uso del suelo en terrenos forestales de 18.656 hectáreas, toda vez que por atribución legal y acorde con lo establecido por la LGEEPA y la LGDFS, a la Federación le compete la autorización y evaluación en materia de impacto ambiental y en materia forestal por el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, en tanto que al Gobierno del estado de Quintana Roo le corresponde la autorización en materia ambiental de los desarrollos inmobiliarios, de tal manera que éste último trámite se realiza ante el Instituto de Impacto y Riesgo Ambiental del Gobierno del Estado de Quintana Roo (INIRA).

V.2 Caracterización del predio.

V.2.1. Medio físico

V.2.1.1. Clima

El clima, de acuerdo a la clasificación de Köepen, modificada por E. García (1968) corresponde a un clima cálido subhúmedo, con lluvias todo el año y mayor abundancia en verano; la nomenclatura reportada por el INEGI es Aw₀ que es el más seco de este subtipo climático; está clasificado como Aw₀ (x') Cálido subhúmedo con lluvias en verano y oscilaciones entre 5 y 7 grados de temperatura de acuerdo a la clasificación climática de Koppen (García 1973).



Plano No. 59 Unidades climáticas del área del predio

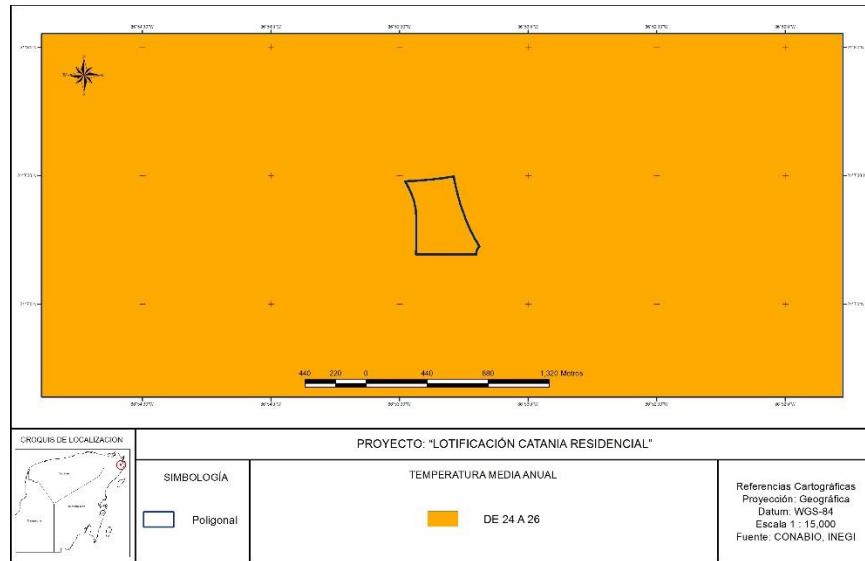
Los vientos en la región tienen una alta humedad específica y la temperatura media se mantiene por encima de los 20°C durante todo el año.

La región está dominada por la influencia del mar Caribe y los frentes que vienen del norte. Su clima es tropical con temperaturas medias mensuales que varían de 23°C a 27°C a lo largo del año. Las temperaturas medias máximas alcanzan los 33°C y las medias mínimas alcanzan los 17°C. Los vientos dominantes son del Este, con velocidades promedio de 3 m/s. Los eventos extremos que afectan a la región son, en primer lugar los huracanes y tormentas tropicales, en segundo lugar, los frentes fríos que se presentan todos los años durante el invierno.

V.2.1.2. Temperaturas

La estación meteorológica de Cancún de la CNA reporta 27.2 °C promedio para un periodo de 1951 al 2010.

Las temperaturas máximas promedio anuales registradas, son de 31.7 °C con oscilación anual menor a 5 °C. En tanto que la temperatura mínima promedio anual es de 22.6 °C



Plano No. 60 Temperatura media anual en la zona del predio.

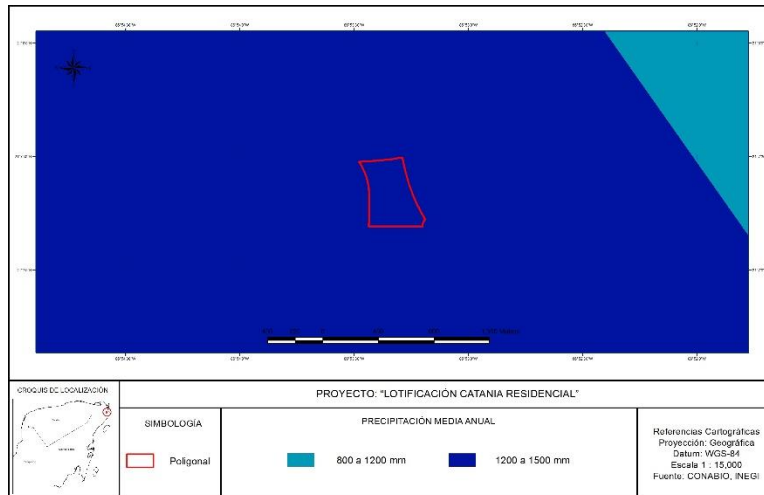
V.2.1.3. Precipitación

Se registran dos condiciones de precipitación media anual de acuerdo a la carta de INEGI, la primera y de mayor cobertura que es la de 1,200 a 1,500 mm y otra porción mucho menor que está en condiciones más secas alcanzando el rango de 800 a 1,200 mm anuales. La estación meteorológica de Cancún de la CNA reporta una precipitación de 1,300.2 mm para el periodo de 1951-2010, que será el dato que habrá de tomarse en cuenta en lo subsecuente.

Se presentan 112.7 días con precipitación apreciable al año. La precipitación varía muy poco local y estacionalmente, de acuerdo a los fenómenos meteorológicos y su incidencia.

El régimen de lluvias está afectado por los ciclones del Caribe que se presenta entre los meses de junio y noviembre, y con una mayor incidencia el mes de octubre, siendo el más importante por la velocidad alcanzada por sus vientos.

La zona costera de Quintana Roo tiene una extensión de 860 km y por su ubicación se encuentra expuesta a los efectos de los impactos directos de tormentas y huracanes. Uno de los controles climáticos primarios en la Península de Yucatán es la presencia de centros de alta presión atmosférica en el Atlántico medio. El desplazamiento de estos centros junto con la Zona Intertropical de Convergencia (ZIC) hacia el sur durante el invierno, produce grandes masas de aire descendente que impiden la formación de nubes por evaporación resultando en una estación seca con altos niveles de insolación. Este efecto es mayor en la costa Noroeste (UQROO, 2005).



Plano No. 61 Precipitación media anual en el área del predio

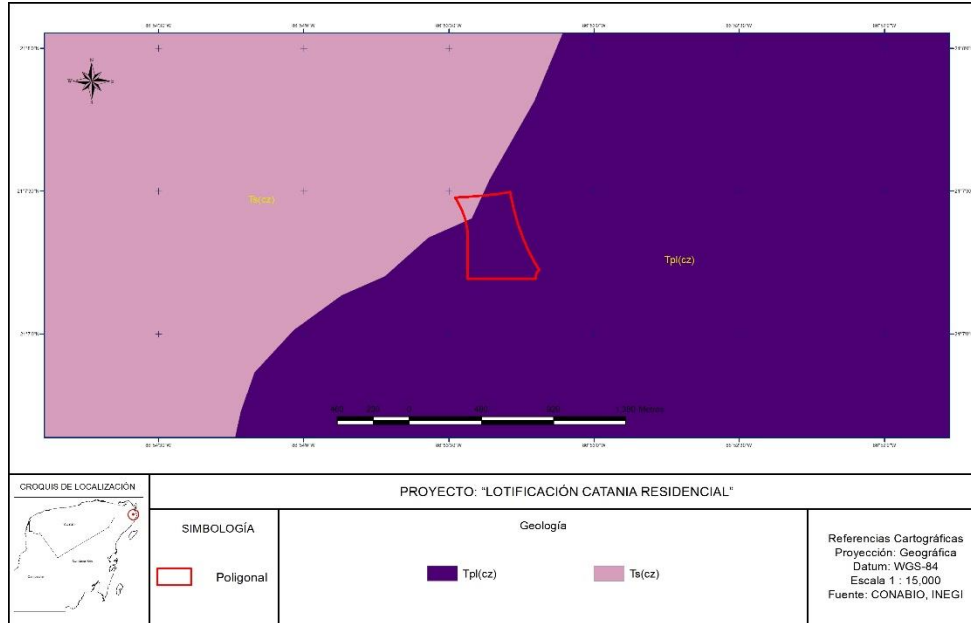
Al pasar la ZIC al norte durante los meses más calientes, la Península de Yucatán se encuentra en uno de los extremos de su oscilación, lo que ocasiona que frecuentemente haya colisiones de grandes masas de aire con diferentes temperaturas que dan origen a la formación de frentes. Debido a los efectos combinados de este fenómeno con el incremento de temperatura en el océano, existe en el verano la posibilidad de la formación de huracanes (UQROO, 2005)

Estos eventos meteorológicos pueden ocurrir en los meses de junio a octubre (incluso extenderse hasta diciembre) y dependiendo de su intensidad generan fuertes vientos que en ocasiones alcanzan velocidades de hasta 300 km/h. Los huracanes más importantes que han afectado al estado durante los últimos 25 años aproximadamente son: Gilberto (1988), Roxana (1995) y finalmente Emily y Wilma (2005). Este último, fue catalogado como uno de los eventos hidrometeorológicos más intensos registrados en Benito Juárez y principalmente en el área de la SA, donde se encuentra el predio y que provoco graves daños durante su desplazamiento.

Estos eventos meteorológicos afectan la dinámica costera de Quintana Roo, tanto a nivel geomorfológico como biológico. Por las características que presentan las costas del estado, las fuerzas de un huracán son suficientemente grandes como para modificar su morfología, aunque la magnitud y permanencia de estas modificaciones se determina en mucho por la densidad y la resiliencia de la cobertura vegetal asociada a la franja costera. Las comunidades de duna y manglar son generalmente las más afectadas (Merino y Otero, 1991). Adicionalmente, otro efecto importante que los huracanes traen consigo es el derribo de gran cantidad de árboles y arbustos, convirtiéndose en cientos de toneladas de material vegetal combustible que facilitan la generación y propagación de incendios forestales.

V.2.1.4. Geología

De acuerdo al INEGI, en la zona del predio se localizan dos unidades geológicas, a saber, la Tpl(cz) que cubre más del 90% del predio, y una porción que está definida por la unidad geológica Ts(cz). Como es de esperarse ambas unidades corresponden en primer instancia a rocas calizas de Terciario superior, diferenciadas.



Plano No. 62 Geología del área del proyecto

Unidad Tpl(sz): presentan una gran cantidad de fragmentos de conchas, corales y esponjas. Son rocas formadas por un cuerpo masivo coquinífero, poco compacto, llamado localmente como "sascab", que se encuentra cubierto por calizas laminares delgadas y medianas con un echado horizontal. Su ambiente de depósito es plataforma de aguas poco profundas y su relieve es de lomeríos de poca elevación paralelos a la costa.

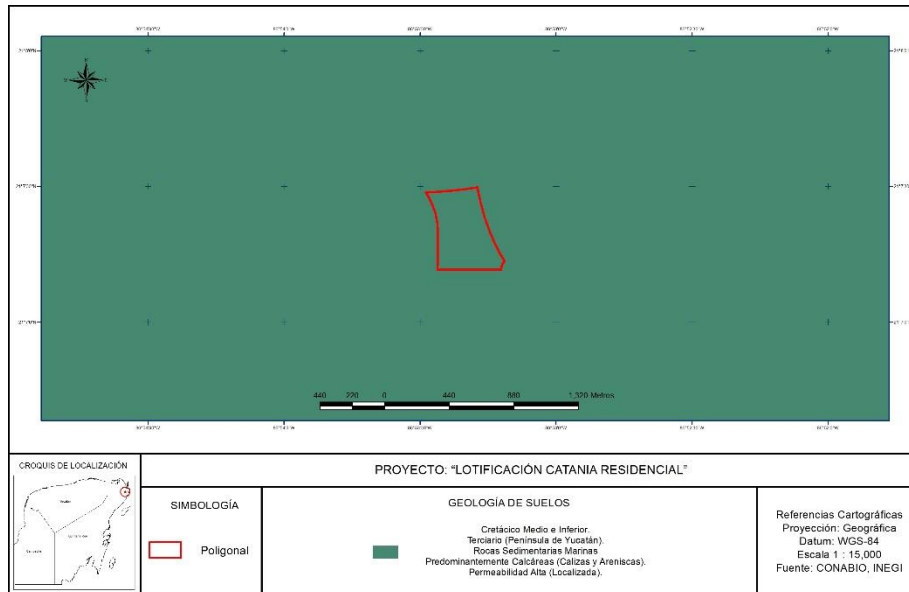
Unidad Ts(sz): Se presenta como un extenso estrato en el cual quedan incluidas las rocas calcáreas de la formación Carrillo Puerto, conformadas por rocas microcristalinas, de diferente textura, que denotan su depósito en un ambiente de plataforma. Son rocas de colores café claro, blanco y rojizo, que al alterarse producen arcillas rojas lateríticas como residuo de su disolución. El relieve de esta unidad está caracterizado por lomas de baja altura entre depresiones que por lo general corresponden a las zona de mayor disolución.

Características litológicas del área

El área donde se encuentra el Municipio Benito Juárez, pertenece a la región Nororiental del Estado de Quintana Roo, que se caracteriza por estar compuesta de sedimentos carbonatados del Terciario y Cuaternario. Las rocas más antiguas son calizas dolomitizadas, silificadas y recristalizadas de coloración clara y con delgadas intercalaciones de margas y yeso, que datan del Paleoceno y Eoceno. (Tomado de Corporación Ambiental de México, 1998).

La zona está formada de carbonatos de calcio cuaternarios que se presentan en forma de arenas finas trabajadas por la acción de las olas, y que han sido transportadas tierra adentro, dando origen a la formación de eolanitas. Interdigitados con ellas, se encuentran arcillas calcáreas (sascab) con permeabilidad alta.

El área de estudio se localiza en una zona con rocas sedimentarias del Terciario, que abarca toda la parte norte de la zona del Municipio Benito Juárez.



Plano No. 63 Tipos de Geología reportados en el área del predio

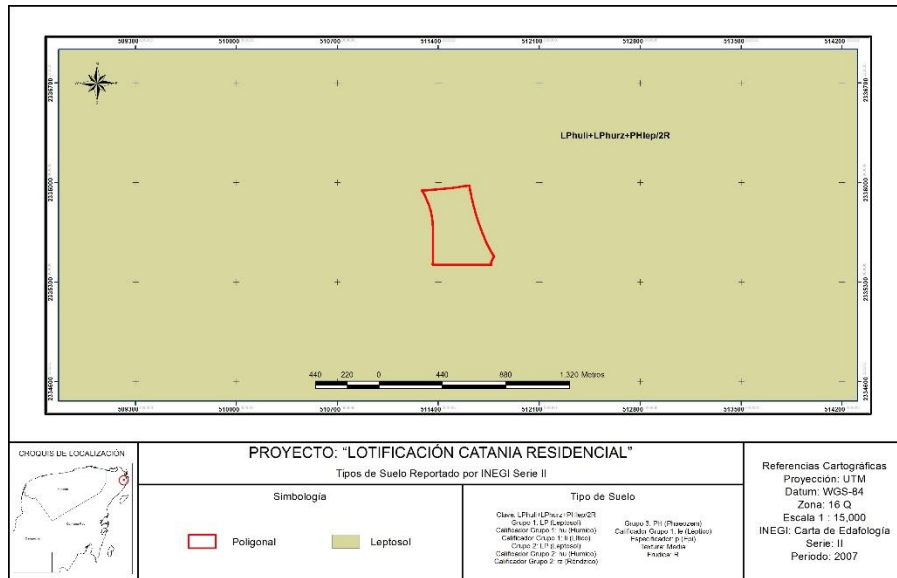
V.2.1.5. Suelos

La Península de Yucatán está conformada de calizas del Cretácico, pero actualmente están cubiertas de material sedimentario. La capa edafológica es reciente, por lo cual no hay desarrollo de suelos bien estructurados (Dachary y Burne, 1984).

Los suelos pueden tener profundidades que van desde solo unos centímetros a partir de la superficie, hasta tres metros o más. En la formación de un suelo a partir de roca intervienen los siguientes factores: el material madre, el clima, el tiempo, el relieve, la vegetación y los organismos, la interacción de estos factores dan origen a los diferentes tipos de suelos.

El territorio municipal en la mayor parte de su superficie continental presenta suelo de tipo Litosol como suelo primario, mientras que en la porción Oriental, donde existen ecosistemas costeros y de manglar, los suelos primarios presentes son Leptosoles, Solonchak, Gleysoles y Arenosoles en las playas.

De acuerdo al INEGI los suelos encontrados en el sitio específico del proyecto corresponden a un sólo tipo, los denominados Leptosoles. Se presentan suelos secundarios que también se describen en este apartado.



Plano No. 64 Tipos de suelo reportados en el área del predio

De acuerdo a la clasificación de la WRB y FAO, adoptada por el INEGI, la descripción de las unidades de suelo presentes en el predio son Leptosoles en suelos primarios y suelos secundarios; un suelo terciario está definido por el grupo de los Cambisoles. Las características se describen a continuación:

LEPTOSOLES

Los Leptosoles son suelos muy someros sobre roca continua y suelos extremadamente gravillosos y/o pedregosos. Los Leptosoles son suelos azonales y particularmente comunes en regiones montañosas. Los Leptosoles incluyen los: *Litsoles* del Mapa de Suelos del Mundo (FAO–UNESCO, 1971–1981); subgrupos *Lítico* del orden *Entisol* (Estados Unidos de Norteamérica); *Leptic Rudosols* y *Tenosols* (Australia); y *Petrozems* y *Litozems* (Federación Rusa). En muchos sistemas nacionales, los Leptosoles sobre roca calcárea pertenecen a las *Rendzinas*, y aquellos sobre otras rocas, a los *Rankers*. La roca continua en la superficie se considera no suelo en muchos sistemas de clasificación de suelos.

Descripción resumida de Leptosoles

Connotación: Suelos someros; del griego *leptos*, fino.

Material parental: Varios tipos de roca continua o de materiales no consolidados con menos de 20 por ciento (en volumen) de tierra fina.

Ambiente: Principalmente tierras en altitud media o alta con topografía fuertemente disectada.

Desarrollo del perfil: Los Leptosoles tienen roca continua en o muy cerca de la superficie o son extremadamente gravillosos. Los Leptosoles en material calcáreo meteorizado pueden tener un *horizonte mólico*.

Los Leptosoles se encuentran en todas las zonas climáticas (muchos de ellos en regiones secas cálidas o frías), en particular en áreas fuertemente erosionadas.

El nombre Leptosol proviene del griego leptos que significa "delgado". Son los suelos más abundantes, abarcan más del 50% de la superficie de Quintana Roo, se encuentran distribuidos a todo lo largo del estado predominando en la parte centro y norte, son poco profundos, limitados por una roca dura continua o por material muy calcáreo (CaCO_3 mayor al 40%) o por una capa continua cementada dentro de los primeros 30 cm; o con gran cantidad de pedregosidad y menos del 20% de tierra fina hasta una profundidad de 75 cm.; sus horizontes de diagnóstico son: A mólico, úmbrico, ócrico o petrocálcico.

Para la zona de interés se reportan dos subunidades de Leptosol, nombradas Leptosol rendzico (LPhurz) y Leptosol lítico (LPhuli) que se describen a continuación:

Leptosol húmico y réndrico (LPhurz): corresponden en la clasificación maya a los suelos Pus-Lu'um. Son suelos de color café con menos de 60 cm de espesor, tienen un horizonte A mólico que contiene o está situado inmediatamente encima del material calcáreo, presentan pedregosidad en menor cantidad que los suelos anteriores y su textura es principalmente franca. Estos suelos predominan en la parte centro del estado en los municipios de Felipe Carrillo Puerto, José María Morelos y en la Isla de Cozumel. Su predominancia va disminuyendo hacia el sur y como suelos asociados constituyen un grupo importante en el municipio de Othón P. Blanco.

La FAO e INEGI lo describe a este Leptosol con las siguientes características o calificadores:

Húmico (hu): que tiene el siguiente contenido de carbono orgánico en la fracción tierra fina como promedio ponderado: en *Ferralsoles* y *Nitisoles*, 1.4 por ciento o más hasta una profundidad de 100 cm desde la superficie del suelo mineral; en Leptosoles en los que aplica el calificador Hiperesquelético, 2 por ciento o más hasta una profundidad de 25 cm desde la superficie del suelo mineral; en otros suelos, 1 por ciento o más hasta una profundidad de 50 cm desde la superficie del suelo mineral.

Réndrico (rz): que tiene un *horizonte mólico* que contiene o está inmediatamente por encima de material *calcárico* o roca calcárea que contiene 40 por ciento o más de carbonato de calcio equivalente

PHAEOZEMS

Los suelos Phaeozems acomodan suelos de pastizales relativamente húmedos y regiones forestales en clima moderadamente continental. Son muy parecidos a Chernozems y Kastanozems pero están más intensamente lixiviados. Consecuentemente, tienen horizonte superficial oscuro, rico en humus que, en comparación con Chernozems y Kastanozems, son menos ricos en bases. Los Phaeozems pueden o no tener carbonatos secundarios pero tienen alta saturación con bases en el metro superior de suelo.

Descripción resumida de los Phaeozems

Connotación: suelos oscuros ricos en materia orgánica; del griego *phaios*, oscuro, y ruso *zemlja*, tierra.

Material parental: materiales no consolidados, predominantemente básicos, eólicos (loess), till glaciario y otros.

Ambiente: Cálido a fresco (e.g. tierras tropicales) regiones moderadamente continentales, superficialmente húmedas de modo que la mayoría de los años hay alguna percolación a través del suelo, pero también con periodos en los cuales el suelo se seca; tierras llanas a onduladas; la vegetación natural es pastizal como la estepa de pastos altos y/o bosque.

Desarrollo del Perfil: Un horizonte mólico (más fino y en muchos suelos menos oscuro que en los Chernozems), principalmente sobre horizonte subsuperficial cámbico o árgico.

En el caso de los calificadores que presenta este suelo terciario en el predio, se describe como a continuación se indica:

Epiléptico (lep): que tiene roca continua que comienza dentro de los 50 cm de la superficie del suelo.

De manera general los suelos se caracterizan por tener una fase frúdica (R) y una textura media.

Conclusión:

Como conclusión de los tipos de suelos encontrados en el predio, estos están influyendo sensiblemente en la presencia y distribución del tipo de vegetación que se localiza en el sitio que son suelos no saturables, como es el caso de los leptosoles, los cuales permiten el desarrollo de la selva mediana subperennifolia.

Respecto a las condiciones de presión que los suelos tienen es evidente que la pesneica antropogénica y los impactos naturales han reducido sus capacidades originales, pero la aportación de servicios ambientales siguen vigentes, sobre todo en retención de suelo e infiltración de agua, ya que el sitio es plano y no existen escurrimientos que motiven un riesgo de erosión mayor al que normalmente se tiene.

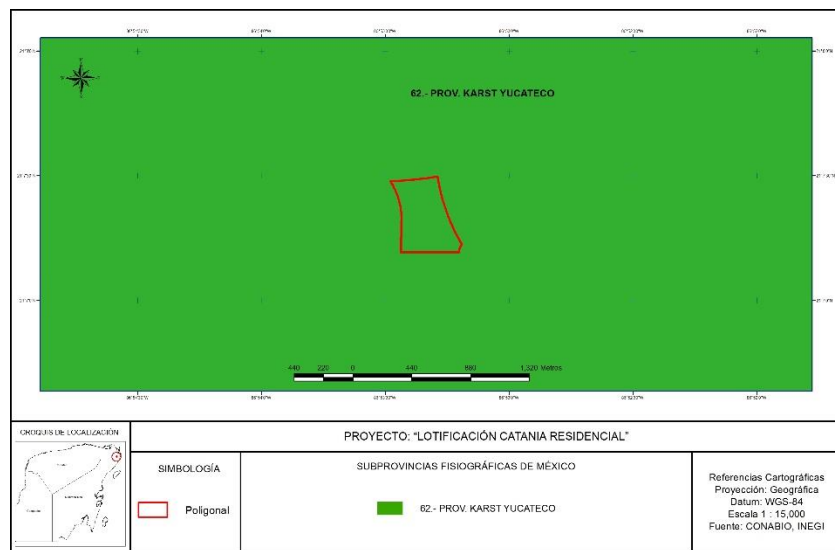
V.2.1.5. Fisiografía.

Descripción de las características del relieve.

La Península de Yucatán y Quintana Roo como parte integral de la misma, es una zona plana de poca pendiente, que va en dirección Sur-Norte con una altura máxima de 310 msnm.

Desde el punto de vista fisiográfico, la Península de Yucatán forma parte de la provincia fisiográfica conocida como Península de Yucatán, que en el estado de Quintana Roo está subdividida en tres subprovincias: 63 Carso y Lomeríos de Campeche, 62 Carso Yucateco y 64 Costa Baja de Quintana Roo (INEGI, Gobierno del Estado de Quintana Roo, 2002).

La Superficie del predio se localiza en la provincia denominada Península de Yucatán, particularmente en la subprovincia "Carso Yucateco" caracterizada por tener una topografía general de playa, con una fase de piso rocoso o cimentado.

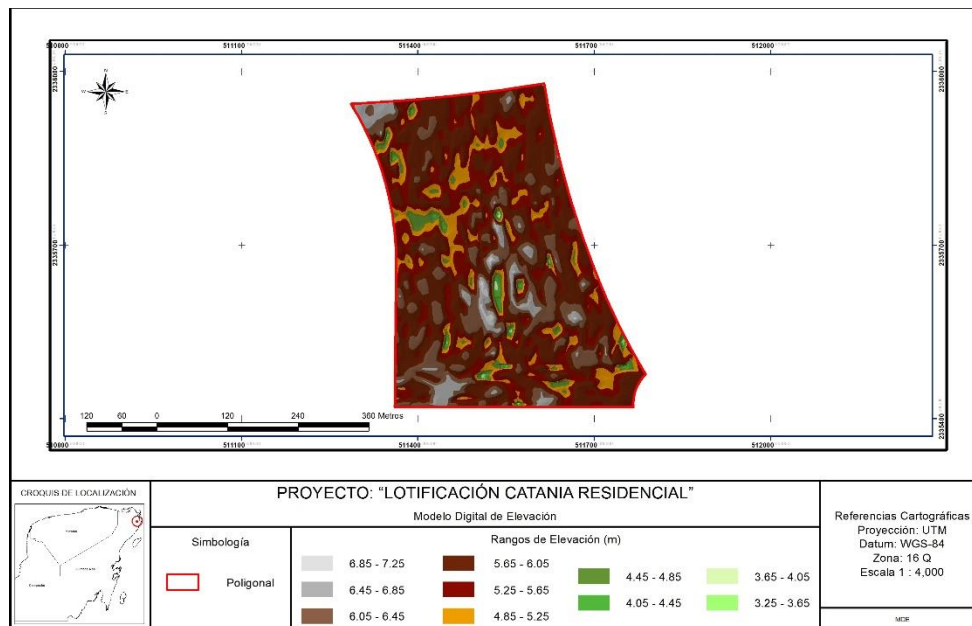


Plano No. 65 Provincia fisiográfica Karts Yucateco que prevalece en el predio.

V.2.1.6. Geomorfología

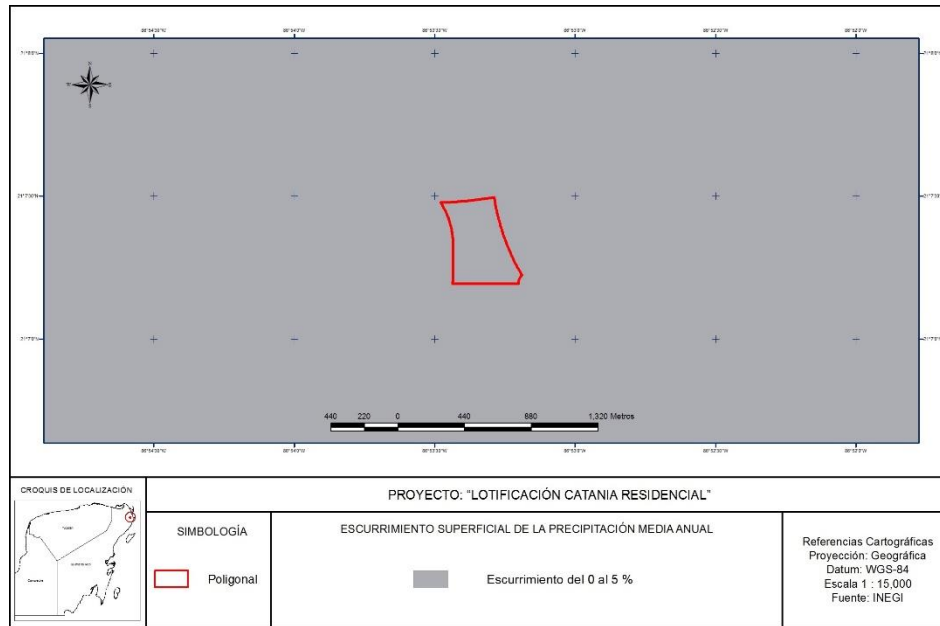
El territorio del Municipio de Benito Juárez ocupa la unidad geomorfológica conocida con el nombre de Costa Coralífera del Noreste. El relieve de esta unidad es una llanura plana con ligeras ondulaciones y numerosas cavidades de disolución, cuya máxima elevación no rebasa los 7.25 m. de altitud en el predio.

A similitud con toda la Península de Yucatán, la topografía en el predio es plana presentando pendientes mores al 3% y muestra una altitud de 3.25 a 7.25 m, con suelos de leptosoles bien drenados.



Plano No. 66 Modelo digital de elevación en el predio.

Derivado de lo anterior, los niveles de escurrimientos son muy reducidos; el INEGI reporta un escurrimiento por el orden del 0 al 5% dentro del predio y sus alrededores, ya que el terreno es sensiblemente plano.



Plano No. 67 Ecurriomneto superficial

Características geomorfológicas más importantes

La parte Centro, Este y Norte del litoral inició su desarrollo geomorfológico durante el Terciario Superior, con la formación de una planicie calcárea modelada posteriormente por una intensa disolución, manifestadas por la presencia de rasgos de disolución: dolinas de acumulación de arcillas de descalcificación y los cenotes. Durante el Cuaternario esta planicie es modificada por la formación de pantanos y lagunas, así como por la acumulación de abundantes depósitos de litoral, mitificación de depósitos eólicos y por la formación reciente de dunas arenosas.

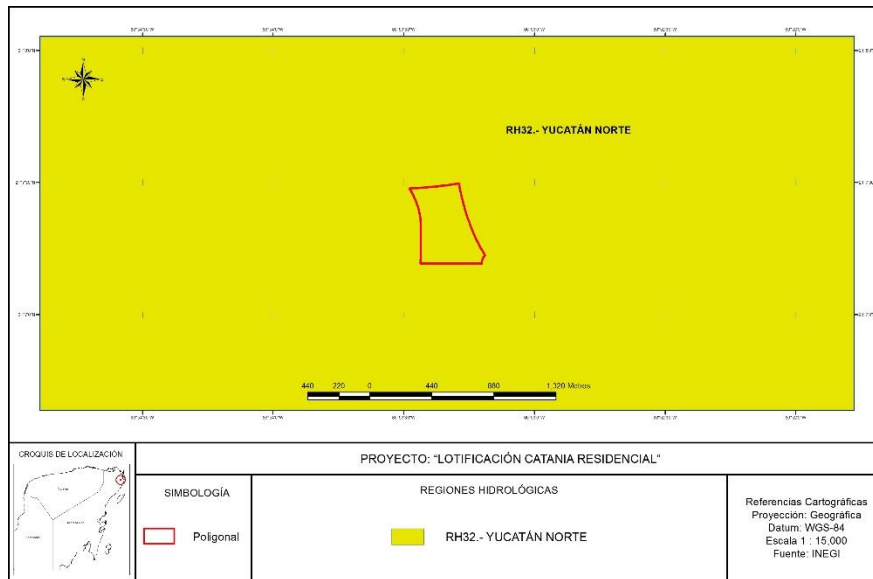
De acuerdo con las características geomorfológicas del área, se puede situar en una etapa geomorfológica de madurez para una región calcárea en clima cálido subhúmedo (INEGI, Gobierno del Estado de Quintana Roo, 2002).

V.2.1.7. Hidrología

La totalidad de la superficie del municipio de Benito Juárez se localiza en la Región Hidrológica RH32 conocida como Yucatán Norte. La zona está conformada por roca caliza de alta permeabilidad, así como por la porosidad y permeabilidad de los suelos presentes (Cervantes 2007)⁴, condición que no permite la existencia de corrientes de aguas superficiales, sin embargo existen varias lagunas, una de las de mayor interés es la Laguna Nichupte. Evidentemente, el predio está dentro de esta misma unidad geohidrológica y atiende las características descritas.

⁴ Cervantes M.A. 200. El Balance Hídrico en Cuerpos de Agua Cársticos de la Península de Yucatan. Teoría y Praxls. N°. 3 (en Línea) Universidad de Quintana Roo ([Http://www.teoriaprxls.uqroo.mx/index.html](http://www.teoriaprxls.uqroo.mx/index.html)).

En el caso específico del predio no se detectaron cuerpos de agua superficiales.

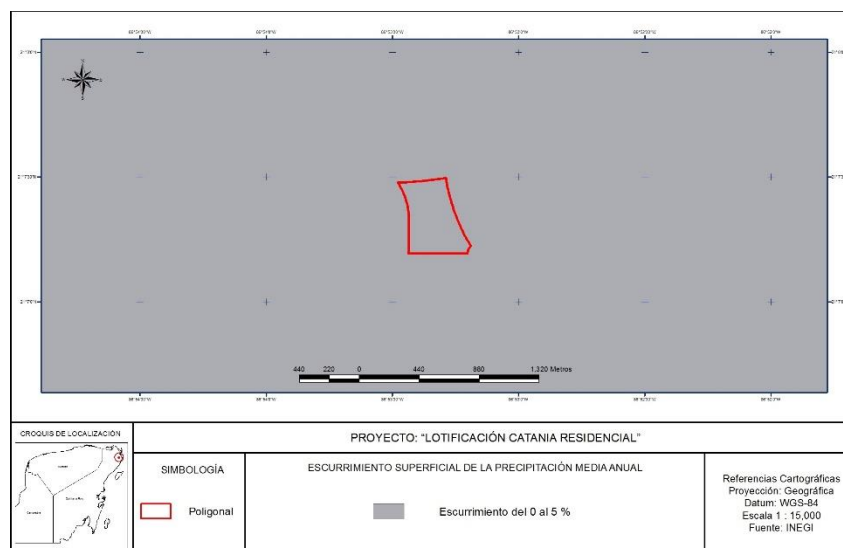


Plano No. 68 Regiones Hidrológicas en el área del predio

V.2.1.7.1. Hidrología superficial

Tal como se indicó previamente, en la zona del proyecto no existen corrientes superficiales o cuerpos de agua evidentes perennes o temporales, debido a la condición kárstica del predio y la alta permeabilidad que prevalece en la zona.

Específicamente para el predio y con base en la carta de Hidrología superficial del INEGI el 100% de su superficie tiene un coeficiente de escurrimiento entre 0 al 5%.



Plano No. 69 Hidrología superficial y escurrimiento superficial del predio (Fuente: INEGI).

V.2.1.7.2. Hidrología subterránea

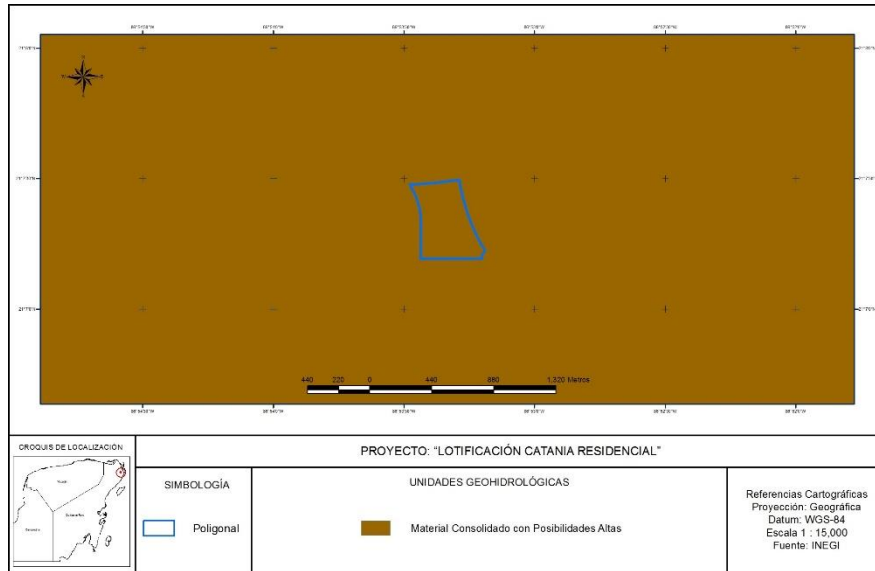
La península de Yucatán forma una de las plataformas de piedra caliza más grandes del mundo, abarca más de 250,000 km² y un espesor de más de 2.5 Km en algunas zonas. La península es el resultado de un proceso de depositación de carbonato de calcio de origen orgánico por millones de años a lo largo de los cuales se presentaron varias eras glaciares que provocaron que los niveles oceánicos aumentaran y disminuyeran, en promedio 120 m, sumergiendo y descubriendo la plataforma continental.

La entidad es uno de los estados de la zona tropical del Sureste del país, en donde las precipitaciones son abundantes, mayores de 1,000 mm anuales, y se caracteriza por la inexistencia de corrientes superficiales relevantes, salvo el río Hondo. Al no poderse desarrollar las corrientes superficiales la porción de agua de precipitación que resta a la evaporación es absorbida por las plantas y suelos y el resto satura el terreno, colma el bajo relieve y se infiltra en el subsuelo, dando origen a las aguas subterráneas en cavernosidades de desarrollo muy complicado, de manera que todos los sitios que reciben la lluvia constituyen zonas de recarga del acuífero, es decir toda la superficie estatal.

Debido a la capacidad de infiltración y escasa pendiente del terreno estatal, se estima que el 80% de la precipitación pluvial se infiltra a través de las fisuras y oquedades de la losa calcárea, pero sólo una parte de ese gran volumen ingresa al acuífero: se estima que el 72.2% del agua infiltrada, unos 34,650 mm³/año, es retenida por las rocas que se encuentran arriba de la superficie freática y gradualmente extraída por la transpiración de las plantas; el otro 27.8 %, unos 13,350 mm³/año, constituye la recarga efectiva del acuífero.

La área del predio se ubica en una zona perteneciente a una unidad geohidrológica de material consolidado con posibilidades altas de funcionar como acuífero. El suelo está constituido por rocas calcáreas de textura boundstone, wackstone y grainstone, dispuestas en estratos que varían de delgados a gruesos, casi horizontales e intercalados con capas de coquina; su fracturamiento es moderado; su potencia inferida es de 200 m con gran contenido de fósiles.

El acuífero formado en esta unidad es del tipo libre, se recarga por la infiltración del agua de lluvia y se explota por medio de norias, pozos y cenotes.



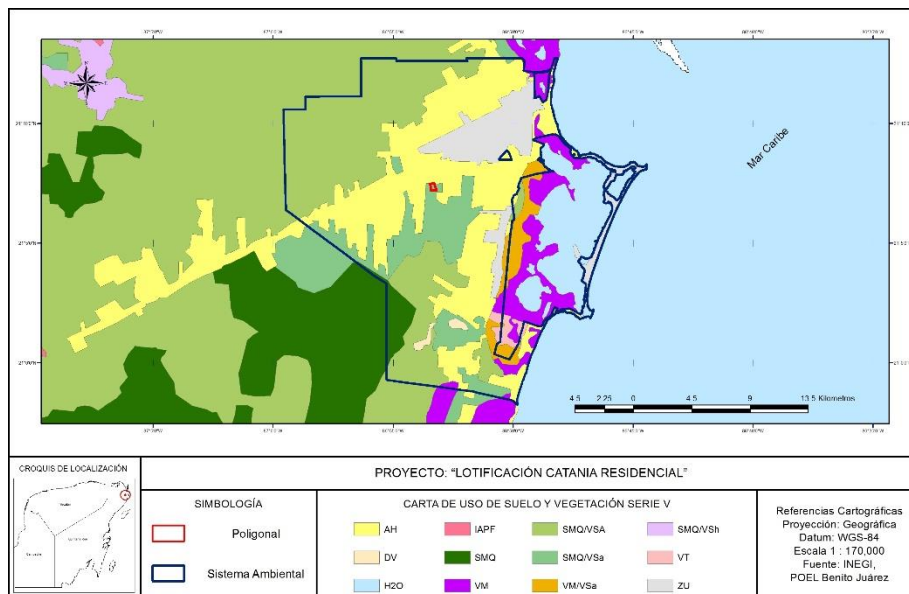
Plano No. 70 Unidades Geohidrologicas en el área del predio

V.3. Tipos de vegetación:

V. 3.1. Vegetación.

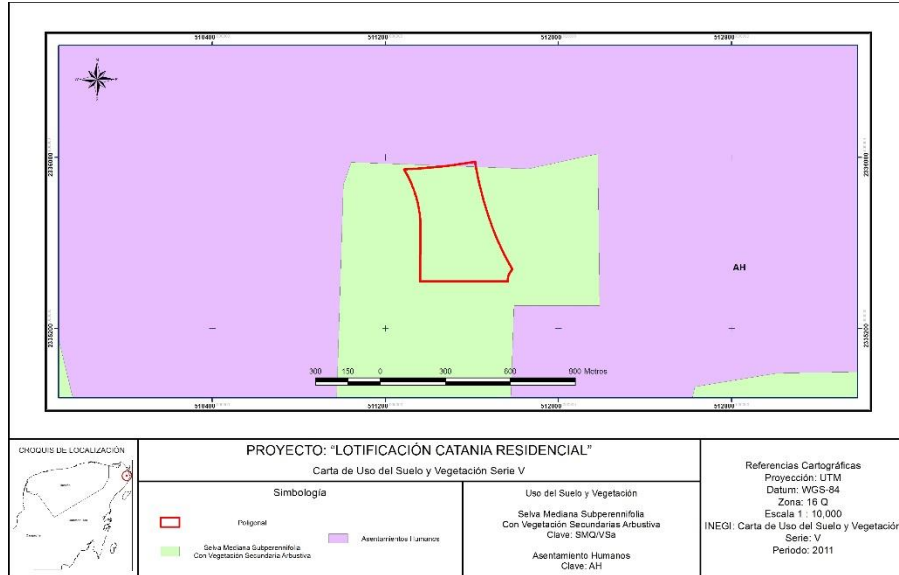
V. 3.1.1. Principales asociaciones vegetales

La condición de suelo y humedad son poco variables y debido a que el predio es pequeño, la variación en el ecosistema no es relevante, esto determina que en el predio exista sólo un tipo de vegetación que corresponde al de Selva Mediana Subperenifolia con vegetación secundaria arbustiva en proceso de degradación. Esta degradación ha sido consecuencia de de diversos niveles de impacto por actividades antropogénicas diversas y por fenómenos hidrometeorológicos coo se puede indentificar al predio en el contexto del SA.



Plano No. 71 Tipos de vegetación reportados por el INEGI.

Sin embargo a nivel predial en base a la serie V de la carta de uso de suelo y vegetación emitida por INEGI, se establece que el área se encuentra con Selva Mediana Subperennifolia con vegetación secundaria arbustiva en proceso de degradación en una superficie de 18.656 hectáreas, que significan el 99.4% del predio, en tanto que el resto corresponde a una superficie considerada con afectaciones y pérdida de la cobetura vegetal.



Plano No. 72 Tipos de vegetación reportados por el INEGI. Serie V

El proyecto se realizará en un predio que cuenta con 18.656 hectáreas de cobertura forestal, en tanto que 0.106 hectáreas se consideran con afectaciones previas, lo cual se puede observar en las imágenes de satélite que se presentan.

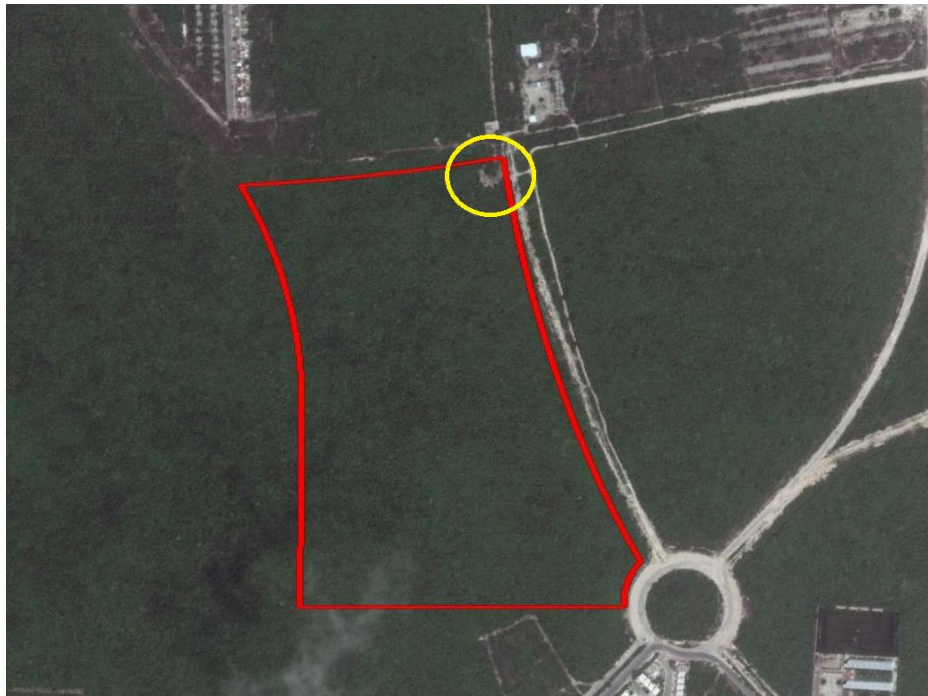


Figura No. 31 Afectación en el predio realizada por terceros.

El predio se encuentra en una zona de alta presión antropogénica y con un sistema ambiental fraccionado debido a que se encuentra ubicado en el área donde ya se han establecido y siguen edificándose diversos fraccionamientos inmobiliarios como parte del crecimiento urbano bastante dinámico del sur-poniente de la ciudad de Cancún.

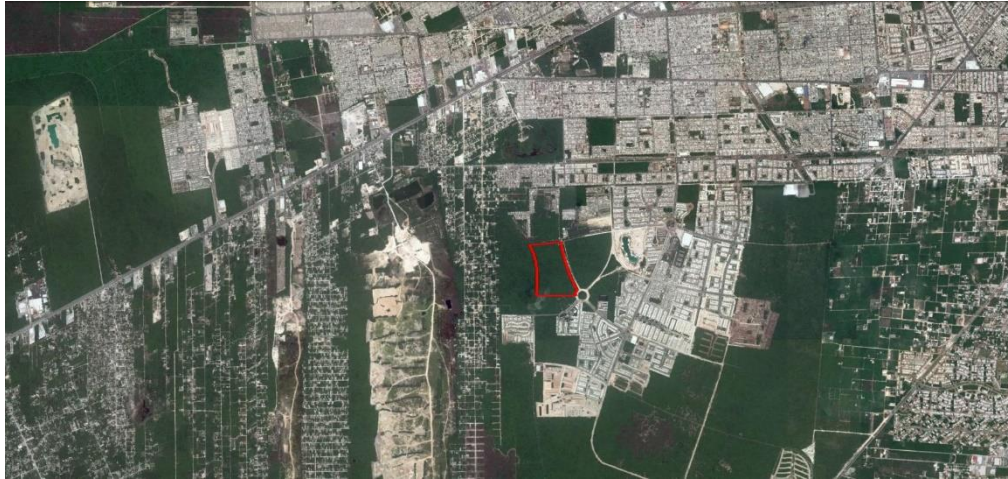


Figura No. 32 Imagen de satélite en la que se pueden apreciar la frgmentación y ailamiento del predio en un contexto urbano por el crecimiento de la mancha urbana de la ciudad de Cancun.

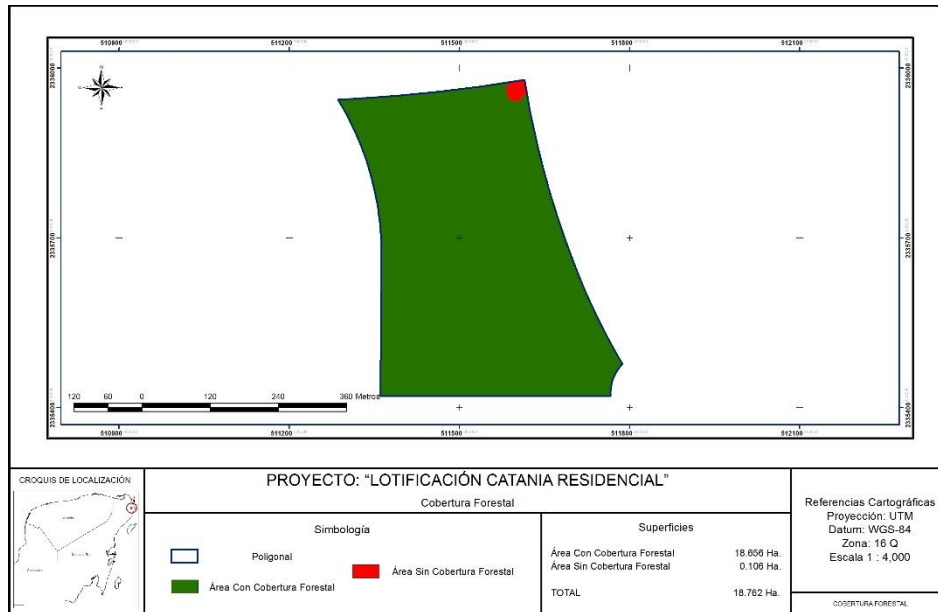
La afectación que se tienen en el sitio del proyecto proviene de una antigua intromisión de personas ajenas a la propiedad, que tenían un error en las medidas y colindancias de su predio, y por esta circunstancia utilizaron esa parte del terreno para establecer un depósito temporal de residuos líquidos, que posteriormente fue retirado cuando el predio fuera adquirido por la promovente del presente proyecto y se percatará de tal afectación.

La cobertura vegetal del predio en general se muestra bastante deteriorada por efectos de huracanes como el Gilberto en 1988 y el Wilma en el año 2006, que impactaron esta zona directamente con vientos de categoría 4 y 5. También es posible que esa zona haya sido parte de las áreas afectadas por los grandes incendios ocurridos en el año 1989; aunado a lo anterior, la cercanía con la zona urbana imprime una presión adicional con el ingreso furtivo de personas que entran a extraer tierra de monte, palizada para construcción y piedra.

De esta manera se entiende que la superficie forestal del predio se considerará para efectos del presente estudio como el área de cobertura forestal y el área sin vegetación forestal.

Cuadro No. 53 Superficies de acuerdo a la cobertura forestal del predio

TIPO	Superficies	%
Área Con Cobertura Forestal de selva mediana subperennifolia	18.656	99.435
Área Sin Cobertura Forestal	0.106	0.565
TOTAL	18.762	100.000



Plano No. 73 Superficies de acuerdo a la condición de cobertura forestal del predio.





Figura No. 33 Condicion de la vegetación dentro del predio.



Figura No. 34 Vista panorámica del siti de afectación por invasión de terceros.

Excavación relalizada indebidamente por terceros para colocar cisternas para depósito temporal de residuos líquidos generados en predio vecinal. Al momento de ser adquirido el predio estas cisternas fueron cerradas y destruida la tubería. Se retiraron con pipa especializada los residuos liquidos almacenados y actualmente el sitio esta como se aprecia en la imagen panorámica.



Figura No. 35 Cisternas para el depósito de residuos liquidos urbanos.

V. 3.2. Selva Mediana Subperennifolia.

De acuerdo a la Guía para la Interpretación de la Carta de Uso del suelo y Vegetación Serie III del INEGI, la descripción de este tipo de vegetación está establecida de la siguiente manera:

“Se desarrolla en climas cálido- húmedos y subhúmedos, Aw para las porciones más secas, Am para las más húmedas y Cw en menor proporción. Con temperaturas típicas entre 20 y 28 grados centígrados. La precipitación total anual es del orden de 1 000 a 1 600 mm. Se ubica entre los 0 a 1300 metros sobre el nivel medio del mar. Ocupa lugares de moderada pendiente, con drenaje superficial más rápido o bien en regiones planas pero ligeramente más secas y con drenaje rápido, como en la Península de Yucatán. El material geológico que sustenta a esta comunidad vegetal son predominantemente rocas cársicas.

Se distribuye en regiones de los estados de Yucatán, Quintana Roo (incluyendo la isla de Cozumel), Campeche, Jalisco, Veracruz, Chiapas, Colima, Guerrero y Oaxaca.

*Los árboles de esta comunidad presentan alturas que van de los 25 a los 35 m, su diámetro a la altura del pecho es menor que los de la selva alta perennifolia aun cuando se trata de las mismas especies. Es posible que esto se deba al tipo de suelo y a la profundidad. En este tipo de selva, se distinguen tres estratos arbóreos, de 4 a 12 m, de 12 a 22 m y de 22 a 35 m. Formando parte de los estratos (especialmente del bajo y del medio) se encuentran las palmas, al igual que los de la selva alta perennifolia, presentan contrafuertes y por lo general poseen muchas epífitas y lianas. Especies importantes de este tipo de vegetación son las siguientes: ***Lysiloma latisiliquum***, ***Brosimum alicastrum*** (ox, ramón, capomo), ***Bursera simaruba*** (chaka', palo mulato, jiole, copal), ***Manilkara zapota*** (ya', zapote, chicozapote), ***Lysiloma spp.*** (tsalam, guaje, tepeguaje), ***Vitex gaumeri*** (ya'axnik), ***Bucida buceras*** (pukte'), ***Alseis yucatanensis*** (ja'asché), ***Carpodiptera floribunda***. En las riberas de los ríos se nota a ***Pachira aquatica*** (k'uyche'). Las epífitas más comunes son algunos helechos y musgos, abundantes orquídeas y bromeliáceas y aráceas.”*

Pennington (2005) describe lo siguiente para este tipo de vegetación: Este tipo de selva se presenta tanto en las zonas más húmedas del clima A, al igual que la selva alta perennifolia, como en zonas con precipitaciones de orden de 1,00 a 1,300 mm anuales, con una época de sequía bien marcada que puede durar de tres a cuatro –e incluso cinco- meses. Las temperaturas de las zonas donde se desarrolla esta selva son muy semejantes a las de la selva alta perennifolia, aunque llegan a presentar oscilaciones de 6 a 8°C entre el mes más frío y el más cálido, en especial hacia el norte de su distribución en México. No se presentan heladas en el área de distribución de esta selva y ningún mes tiene una temperatura promedio inferior a los 18°C.

Los suelos de estas selvas derivan principalmente de materiales calizos de diversas características, o bien de materiales metamórficos muy antiguos o, con menos frecuencia, de rocas de origen ígneo. En la mayoría de los casos los suelos son muy someros en terrenos con topografía cársica, de colores oscuros, con abundantes contenidos de materia orgánica y valores de pH cercanos a la neutralidad; es común encontrar roca aflorante, especialmente caliza. El drenaje de estos suelos es por lo general muy rápido debido a la fuerte pendiente de los terrenos donde se encuentran o a la naturaleza porosa de las rocas y el material calizo. Es probable que esta característica sea la que hace que la vegetación a pesar de encontrarse en un clima de selva alta perennifolia, reduzca de manera notable, en 25 a 50% de sus especies, el follaje en la época de sequía.

La altura de esta selva puede en ocasiones igualar a la de la selva alta perennifolia, pero es frecuente que los árboles no sean tan altos, muchectáreas veces debido a la naturaleza rocosa y a la inclinación de los terrenos donde se encuentra, lo que impide el desarrollo de árboles gigantes que necesitan una amplia área de sujeción en el suelo para que no los derriben los vientos.

En consecuencia, los diámetros de los troncos de los árboles de esta selva pueden ser en promedio similares a los de la selva alta, pero no llegan a sobrepasar los 2.5 m. También en los árboles de esta selva son frecuentes las raíces tabulares o contrafuertes, en particular en ***Brosimum alicastrum***.

La forma de la copa de los árboles del estrato superior tiende a ser más angulosa que redondeada debido a la inclinación del terreno.

En esta selva también puede distinguirse tres estratos arbóreos: uno inferior de 4 o 5 a 10 o 12 m, uno intermedio de 11 o 13 a 20 o 22 m, y uno superior de 21 o 23 a 35 m. Con frecuencia la distancia entre los árboles es mayor que la de la selva alta perennifolia debido sobre todo al estorbo físico que implican los afloramientos de roca madre.

Esta selva comparte muchectáreas de las características fisonómicas de la selva alta perennifolia; una en la que con cierta frecuencia difieren es la presencia de una mayor cantidad de palmas en el estrato inferior de la selva alta o mediana subperenifolia. La característica diferencial más importante, aunque perceptible en lo más crítico de la temporada seca, es la pérdida de follaje de casi una cuarta parte de los elementos arbóreos.

La especie que mejor caracteriza esta selva es ***Brosimum alicastrum***, cuya presencia, por lo general dominante, es constante en las tres áreas de selva subperenifolia de la vertiente del Golfo; otras especies con frecuencia la acompañan en gran parte de su extensión son ***Manilkara zapota*, *Pimenta dioica*, *Aphananthe monoica* y *Bursera simaruba***.

La zona de selva mediana subperenifolia que se encuentra en la Península de Yucatán presente una composición florística diferente al resto de la encontrada en otras partes del país. Siguen como especies abundantes ***B. alicastrum*** y ***Manilkara zapota***. Miranda (1958) citado por Pennington (2005), considera tres variantes para este tipo de vegetación en la península: 1) la selva con ***Manilkara zapota*, *Bucida buseras* y *Cryosophila stauracantha*** (guano kurn) en la que se encuentran como componentes arbóreos principales ***Aseis yucatanenses*, *Exothea diphylla*** (Guayam cox), ***Dendropanax arboreus*, *Maclura tinctoria*, *Pouteria reticulata*, *Pseudobombax ellipticum*, *Sabal mauritiiformis*** (Botam) ***Melicocus oliviformis*, *Thouinia paucidentata*** (K'anchunup) ***Trichilia minutiflora*** (morgao clorado); esta selva puede presentar infinidad de variantes, según se modifiquen las características de drenaje del suelo; ***Swietenia macrophylla*** abunda hacia el centro y sur de Campeche y en Quintana Roo en suelos profundos, y ***Metopium brownei*** en terrenos planos inundables, con características de vegetación de bajos como en la zona de Escárcega y Champotón, Campeche y el norte de la península; 2) la selva con ***Manilkara zapota***, pero sin ***Bucida buseras*** ni ***Thrinax parviflora*** se encuentra en casi toda la mitad norte de Quintana Roo y se parece mucho a la anterior; en algunas zonas ***Caesalpineia gaumeri*** llega a ser muy abundante, y 3) la selva con ***Manilkara zapota*** y ***Thrinax parviflora*** se caracteriza porque el estrato superior está dominado por ***M. zapota*** y el estrato medio por ***T. parviflora*** se desarrolla sobre mantos de caliza coralífera con escaso suelo rojizo en las grietas.

Las selvas altas o medianas subperennifolias tienen también una buena cantidad de especies útiles para la industria forestal, entre ellas la más importante es nuevamente ***Swietenia macrophylla***; otras especies que han recibido atención industrial y se han usado o se usan en la actualidad son: ***Manilkara zapota***, ***Bursera simaruba***, ***Pimenta dioica***, ***Dendropanax arboreus***, ***Zuelania guidonia***, ***Astronium graveolens***, ***Simira salvadorensis***, ***Vatairea lundellii***, ***Myroxylon balsamum***, ***Platymiscium yucatanum***, ***Pouteria reticulata***, ***Pseudobombax ellipticum***, ***Maclura tinctoria*** y ***Bucida buseras***.

V. 3.3. Metodología del inventario forestal en el predio del proyecto

V.3.3.1. Diseño de muestreo

Para la obtención de los datos dendrométricos, se aplicó un muestreo sistemático en sitios ubicados de manera equidistante, mediante el uso de una retícula digital, obteniéndose la coordenada de referencia para cada sitio como se indica en el plano.

V.3.3.2. Forma y tamaño de los sitios

Las unidades de muestreo son sitios circulares de 500 m²; en ellos se midieron todos los árboles o individuos de especies que por su abundancia tuvieran más de 10 cm. de diámetro normal (DN). En este se contabilizaron las epífitas.

Se establecieron dos subparcelas anidadas a los sitios de 500 m², una para arbustivos y otra para herbáceas. Para el estrato arbustivo se levantaron sitios de forma cuadrada de 5 x 5 m tomando como origen el centro del sitio (donde se ubica la coordenada de referencia del sitio). En estos sitios se levantó la información de arbustivos con diámetros entre los 5 y 10 cm. En este se incluyen rastreras o especies postradas.

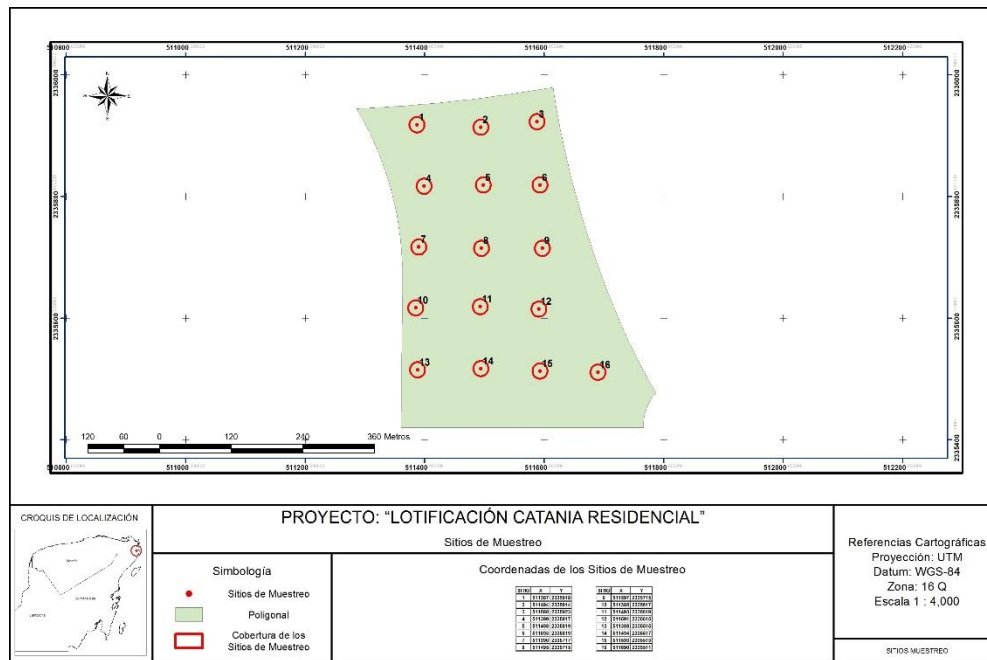
Para las herbáceas se procedió de igual manera, y se hicieron sitios cuadrados de 2 x 2 m en el que se levantó la información de las especies encontradas.

V.3.3.3. Intensidad de muestreo

En la realización del inventario forestal se llevó a cabo el levantamiento de 16 sitios de muestreo que significó una intensidad de muestreo general por el orden del 4.26% con respecto a la superficie forestal del predio.

Cuadro No. 54 Intensidad de muestreo en selva mediana subperennifolia del predio.

Tipo de vegetación	Superficie total (Ha)	Superficie cobertura forestal (Ha)	Sitios de muestreo	Sup. De muestra (Ha)	Intensidad de muestreo predio (%)	Intensidad de muestreo cobertura forestal (%)
Selva mediana subperennifolia	18.762	18.762	16	0.8	4.24	4.26
Terrenos no forestales	0.106	-	-	-	-	-
TOTAL:	18.868	18.76	16	0.8	4.24	4.26



Plano No. 74 Ubicación y distribución de los sitios de muestreo en el proyecto.

V.3.3.4. Parámetros considerados

Número de sitio.- Se asignaron números consecutivos a cada sitio. Este número se anotó en una cinta fluorescente colocada en una rama verde del árbol o una baliza. El número consecutivo fue independiente del tipo de vegetación toda vez que esta designación fue realizada desde la planeación del inventario.

Marcado de árbol muestreado.- Se marcaron todos y cada uno de los árboles conforme a la ubicación de la base del fuste, iniciando el registro a partir de un azimut 0° y siguiendo la dirección en el sentido de las manecillas del reloj, hasta concluir el conteo y registro de individuos a los 380° azimut.

Especie. - Se anotó el nombre común y/o científico para cada uno de los árboles localizados.

Código de la especie. - Con base en una lista previamente establecida, se asignaron números para cada una de las especies, conforme a una lista elaborada a partir de los nombres comunes más conocidos.

Diámetro.- Se midió el diámetro a 1.30 m a la altura del árbol, lo que se conoce comúnmente como diámetro normal (DN) o diámetro a la altura del pecho (DAP), utilizando para ello una cinta diamétrica. Para especies con estatus que no dieron la talla para medir DN se midió el diámetro basal.

Altura.- Se midió la altura total y la altura del fuste comercial, utilizando una regla telescópica.

Sanidad.- El estado fitosanitario del arbolado se determinó a simple vista, considerando tres categorías dependiendo de la severidad del daño. De esta manera, se calificó con "1" a los individuos sanos; con "2" a los árboles con algún daño físico aparente (descopados, sámagos, huecos, etc.). Se calificó con "3" a los individuos con presencia de daños físicos severos.

Forma.- La forma del fuste se expresa numéricamente en tres categorías: con "1" para aquellos individuos con fuste recto, cilíndrico, libre de torceduras, curvaturas o nudos; con "2" a aquellos individuos cuyo fuste es ligeramente irregular, ovoide o tablado; y con "3" a aquellos individuos que presenten fustes con torceduras, curvaturas y/o nudos muy pronunciados.

Observaciones.- Se incluyen además, algunos otros registros relacionados con el sitio en general, ubicación geográfica, condiciones generales del terreno, etc.

V.3.3.5. Procesamiento de la información

El procesamiento de los datos se realizó con el programa SELVA generado por el el INIFAP y que permite estimaciones de área basal, volumen y otros estimadores para especies tropicales de la región. Con la hoja de cálculo EXCEL se hicieron los análisis y gráficos. Los resultados se presentan en forma tabulada en los anexos.

V.3.3.6. Estimaciones realizadas

El cálculo del número de árboles, el área basal, y el volumen, se expresan por hectárea y por la totalidad de la superficie inventariada. Para el primer caso, se obtiene el promedio de la suma de los valores encontrados en los sitios y se relaciona con la superficie de todas las parcelas de muestreo. Los valores para el área total se calculan a partir del valor por hectárea, multiplicado por la superficie del área inventariada.

V.3.3.7. Caracterizando la vegetación.

El análisis de los principales parámetros florísticos y dendrométricos se llevaron a cabo tomando en cuenta los resultados de los sitios de muestreo realizados en el predio. A partir de dicha información se han estimado diversos parámetros y estimadores que describen la condición de la vegetación en su composición y estructura considerando los estratos principales para la selva encontrada en el sitio y que corresponde al arbóreo, arbustivo y herbáceo.

Las determinaciones de las características ecológicas de estas asociaciones vegetales se cuantificaron considerando su diversidad e importancia ecológica mediante los siguientes parámetros tanto para la riqueza específica como para la estructura de cada una de dichectáreas asociaciones vegetales.

V.3.3.8. Indicadores de Diversidad.

- **Índice de Riqueza de especies (S)**

La riqueza específica (S) es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas.

(S) es el número total de especies obtenido por un censo o muestreo de la comunidad.

- **Curva de acumulación**

En esta condición se identifica las especies nuevas que pueden incorporarse a medida que se incorporan más sitios de muestreo; de tal manera que al graficar las especies acumuladas la curva se vuelve asintótica. Hay varios modelos predictivos, sin embargo, para el caso de este estudio sólo se mostrarán los gráficos acumulativos en cada estrato con el objeto de determinar si el esfuerzo de muestreo en los diferentes estratos fue suficiente y las especies del sitio están siendo representadas en la mayor proporción posible.

V.3.3.9. Indicadores de Estructura

- **Índice de Simpson (IS):**

Este parámetro es un indicador que manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes. Como su valor es inverso a la equidad, la diversidad puede calcularse como $1-\lambda$.

$$\text{Índice de Simpson} = 1 - \sum p_i^2$$

Donde p = a la proporción de individuos encontrados en la i ésima especie estimado por n/N , n = número de individuos de las i ésima especie, N = número total de individuos.

- **Índice de equidad**

Índice de equidad de Shannon-Wiener

La equidad se ha calculado de acuerdo al índice de Shannon_Wiener que expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección. Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre 0 cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S , cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos.

$$H' = -\sum p_i \ln p_i$$

Adicionalmente se estimaron parámetros específicos como se indican a continuación:

V.3.3.10. Parámetros específicos

$$\text{Dominancia relativa} = \frac{\text{Dominancia de la Especie X}}{\text{Dominancia de todas las especies}} \times 100$$

$$\text{Frecuencia relativa} = \frac{\text{Frecuencia de la Especie X}}{\text{Frecuencia de todas las especies}} \times 100$$

$$\text{Densidad relativa} = \frac{\text{Densidad de la Especie X}}{\text{Densidad de todas las especies}} \times 100$$

- **Valor de Importancia (VI) o Valor de Importancia Relativa (VIR)**

La suma de las tres medidas relativas mencionadas arriba y calculadas para cada especie constituye un índice denominado el Valor de Importancia (VI) $V_i = DR_i + FR_i + CR_i$. El valor de VI puede fluctuar de 0 a 3.00 (o 300%). Al dividir el VI por 3, se obtiene una cifra que fluctúa de 0 a 1.00 (o 100%). Este valor se conoce como el porcentaje de importancia. El valor de importancia, o el porcentaje de importancia, provee un estimado global de la importancia de una especie en una comunidad determinada.

$$VIR = \text{Dominancia relativa} + \text{Frecuencia relativa} + \text{Densidad relativa}$$

V.3.4. Los principales resultados

V.3.4.1. Especies y familias botánicas (Índice de riqueza de especies)

En el inventario forestal fueron registradas 61 especies localizadas en tres estratos para los cuales se aplicaron diferentes intensidades de muestreo como ya se ha descrito previamente.

Se registran en este inventario la presencia de 33 familias botánicas en total y a nivel de estratos las especies se cuentan en 20, 44 y 29 especies para los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo, respectivamente. Se identificó que 14 especies del estrato arbustivo también se encuentran en el estrato arbóreo; y que 18 especies registraron individuos en los estratos arbustivo y herbáceo. También se reportan 5 especies en los tres estratos, tales especies son: *Manilkara sapota*, *Metopium brownei*, *Coccoloba spicata*, *Lonchocarpus rugosus* y *Swartzia cubensis*.

Las Leguminosas, poligonaceas y sapotaceas aportan el 27.8% del total de especies registradas en el inventario y se han detectado 21 familias botánicas que sólo están representadas por una especie.

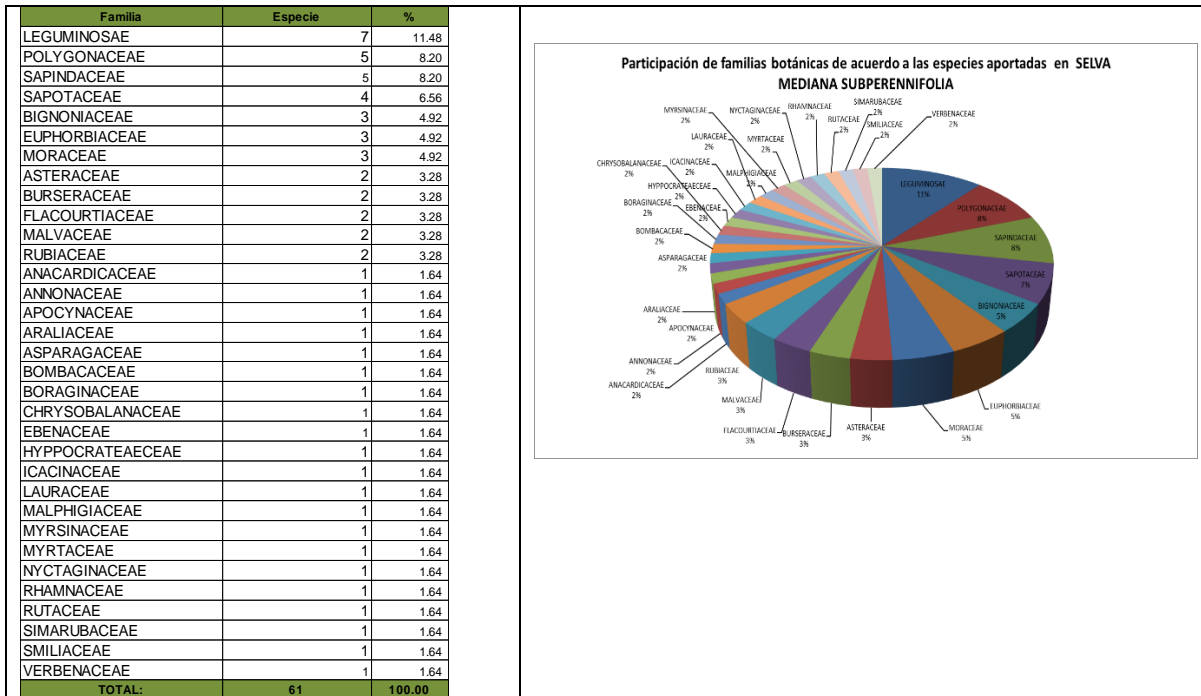


Figura No. 36 Participación de las familias botánicas presentes en el predio en función de la cantidad de especies representadas.

En el cuadro se muestran las especies y familias botánicas a las que pertenecen, así como su ubicación de acuerdo al estrato en que fueron registradas. Como ya se indicó aproximadamente la mitad de las especies están registradas en más de un estrato.

Cuadro No. 55 Especies y familias botánicas registradas en el inventario forestal.

No.	N. COMUN	N. CIENTIFICO	FAMILIA	ESTRATO ARBOREO	ESTRATO ARBUSTIVO	ESTRATO HERBÁCEO
1	Akitz	<i>Thevetia gaumeri</i>	APOCYNACEAE	0	1	0
2	Bayal	<i>Ottoschulzia pallida</i>	ICACINACEAE	0	1	1
3	Bec che	<i>Hyppocratea excelsa</i>	HYPOCRATEAECEAE	0	1	0

No.	N. COMUN	N. CIENTIFICO	FAMILIA	ESTRATO ARBOREO	ESTRATO ARBUSTIVO	ESTRATO HERBÁCEO
4	Boob	<i>Coccoloba spicata</i>	POLYGONACEAE	1	1	1
5	Boxcanan	<i>Cydista potosina</i>	BIGNONIACEAE	0	0	1
6	Chaca	<i>Bursera simaruba</i>	BURSERACEAE	1	1	0
7	Chacniche	<i>Colubrina greggii var. yucatanensis</i>	RHAMNACEAE	0	1	0
8	Chamalche	<i>Parathesis cubana</i>	MYRSINACEAE	0	0	1
9	Chauche	<i>Laethia tamnia</i>	FLACOURTIACEAE	0	1	0
10	Chechen negro	<i>Metopium brownei</i>	ANACARDICACEAE	1	1	1
11	Chen ak	<i>Serjania yucatanensis</i>	SAPINDACEAE	0	0	1
12	Chicozapote	<i>Manilkara sapota</i>	SAPOTACEAE	1	1	1
13	Chi'ibob	<i>Coccoloba cozumelensis</i>	POLYGONACEAE	0	0	1
14	Chi'keej	<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	SAPOTACEAE	0	1	1
15	Chok che	<i>Pithecellobium stevensonii</i>	LEGUMINOSAE	0	1	1
16	Chocolatera	<i>Ficus tecolutensis</i>	MORACEAE	0	1	0
17	Ciricote	<i>Cordia dodecandra</i>	BORAGINACEAE	1	0	0
18	Coke	<i>Smilax spinosa</i>	SMILIACEAE	0	0	1
19	Copochi'b	<i>Ficus cotinifolia</i>	MORACEAE	1	1	0
20	Dzidzilche	<i>Gymnopodium floribundum</i>	POLYGONACEAE	0	1	1
21	Dzidzilyah	<i>Bumelia persimilis</i>	SAPOTACEAE	1	1	0
22	Ekuleb	<i>Drypetes lateriflora</i>	EUPHORBIACEAE	1	0	0
23	Elemuy	<i>Malmea depressa</i>	ANNONACEAE	0	0	1
24	Huayuncox	<i>Exothea diphylla</i>	SAPINDACEAE	1	0	0
25	Ik bach	<i>Allophylus cominia</i>	SAPINDACEAE	0	1	0
26	Jabin	<i>Piscidia piscipula</i>	LEGUMINOSAE	1	1	0
27	Kanazin	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	LEGUMINOSAE	1	1	1
28	Kantunbob	<i>Melapodium gracile</i>	ASTERACEAE	0	1	0
29	Kantunchunbob	<i>Coccoloba diversifolia</i>	POLYGONACEAE	1	0	0
30	Katalox	<i>Swartzia cubensis</i>	LEGUMINOSAE	1	1	1
31	Kekenche	<i>Esembeckia pentaphylla</i>	RUTACEAE	0	1	0
32	Laurelillo	<i>Nectanda salicifolia</i>	LAURACEAE	0	1	1
33	Lengua de vaca	<i>Sansevieria hyacinthoides</i>	ASPARAGACEAE	0	1	0
34	Maculis	<i>Tabebuia rosea</i>	BIGNONIACEAE	0	0	1
35	Mahajua	<i>Hampea trilobata</i>	MALVACEAE	0	1	1
36	Negrito	<i>Simarouba glauca</i>	SIMARUBACEAE	1	1	0
37	Okin sucum	<i>Kuanophyllum albicaulis</i>	ASTERACEAE	0	1	0
38	Pechquitan	<i>Randia aculeata</i>	RUBIACEAE	0	1	1
39	Perescutz	<i>Croton reflexifolia</i>	EUPHORBIACEAE	0	1	0
40	Pim	<i>Ceiba schotti</i>	BOMBACACEAE	1	1	0

No.	N. COMUN	N. CIENTIFICO	FAMILIA	ESTRATO ARBOREO	ESTRATO ARBUSTIVO	ESTRATO HERBÁCEO
41	Pom	<i>Protium copal</i>	BURSERACEAE	1	0	0
42	Pomolche	<i>Jatropha gaumeri</i>	EUPHORBIACEAE	0	1	0
43	Sac away	<i>Ficus maxima</i>	MORACEAE	1	1	0
44	Sac chaca	<i>Dendropanax arboreus</i>	ARALIACEAE	0	1	1
45	Sac niche	<i>Calypantes pallens</i>	MYRTACEAE	0	1	1
46	Silil	<i>Dyospiros cuneata</i>	SAPOTACEAE	0	1	1
47	Sipche	<i>Bunchosia glandulosa</i>	MALPHIGIACEAE	0	1	1
48	Subin	<i>Acacia cornigera</i>	LEGUMINOSAE	0	1	0
49	Tadzi	<i>Neea psychotrioides</i>	NYCTAGINACEAE	0	0	1
50	Tamay	<i>Zuelania guidonia</i>	FLACOURTIACEAE	0	1	0
51	Tasta´ab (manzanillo)	<i>Guettarda combsii</i>	RUBIACEAE	0	1	1
52	Toh yub	<i>Coccoloba acapulcensis</i>	POLYGONACEAE	0	1	0
53	Tres lomos	<i>Serjania goniocarpa</i>	SAPINDACEAE	0	0	1
54	Tulipancillo	<i>Malvabiscus arboreus</i>	MALVACEAE	0	1	0
55	Tzalam	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	LEGUMINOSAE	1	1	0
56	Tzo bach	<i>Stizophyllum riparium</i>	BIGNONIACEAE	0	0	1
57	Tsurutok	<i>Bahuinia jenningsii</i>	LEGUMINOSAE	1	0	0
58	Uchulche	<i>Diospyrus verae-crucis</i>	EBENACEAE	0	1	1
59	Uspib	<i>Couepia polyandra</i>	CHRYSOBALANACEAE	0	1	0
60	Xpaj sakán	<i>Serjania adiantoides</i>	SAPINDACEAE	0	0	1
61	Ya'axnik	<i>Vitex gaumeri</i>	VERBENACEAE	1	1	0

Estrato arbóreo

En el estrato arbóreo se localizaron 20 especies de 13 familias botánicas. Resaltan por su importancia las Leguminosas que contribuyen con 5 especies y un 25% del total de especies en este estrato. Le siguen en importancia, la Sapotacea, Moracea y Polygonaceae que aportan 2 especies cada una de ellas, por lo que suman un 30% adicional a las leguminosas. En total las cuatro familias contribuyen con el 55% de las especies del estrato.

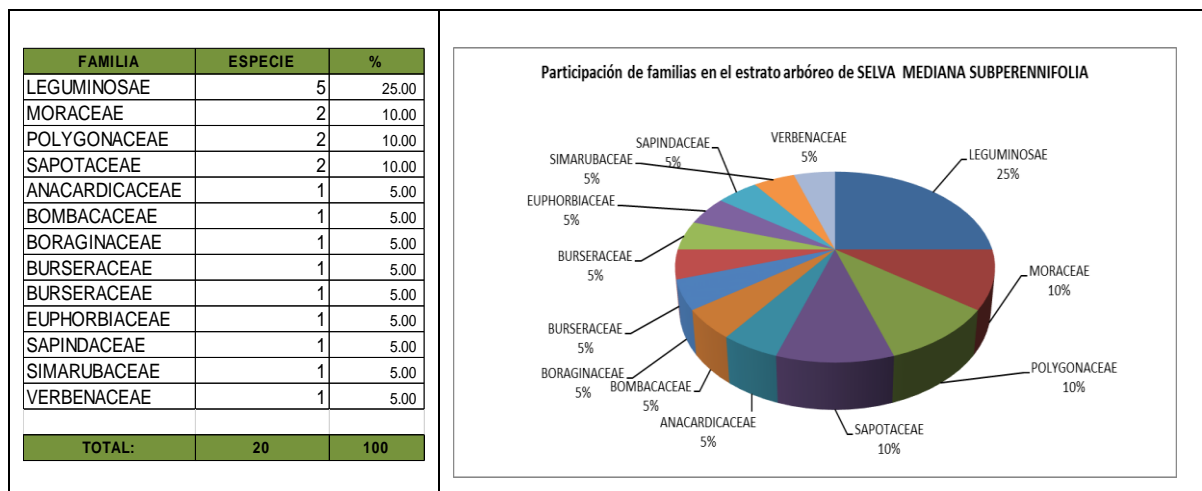


Figura No. 37 Participación por familia botánica en la riqueza específica para el estrato arbóreo

En el cuadro se identifican las especies registradas para este estrato y la familia a la que pertenecen.

Cuadro No. 56 Principales familias botánicas y especies presentes en estrato arbóreo

No.	N. COMUN	N. CIENTIFICO	FAMILIA
1	Boob	<i>Coccoloba spicata</i>	POLYGONACEAE
2	Chaca	<i>Bursera simaruba</i>	BURSERACEAE
3	Chechen negro	<i>Metopium brownei</i>	ANACARDICACEAE
4	Chicozapote	<i>Manilkara sapota</i>	SAPOTACEAE
5	Ciricote	<i>Cordia dodecandra</i>	BORAGINACEAE
6	Copochi'b	<i>Ficus cotinifolia</i>	MORACEAE
7	Dzidzilyah	<i>Bumelia persimilis</i>	SAPOTACEAE
8	Ekuleb	<i>Drypetes lateriflora</i>	EUPHORBIACEAE
9	Huayuncox	<i>Exothea diphylla</i>	SAPINDACEAE
10	Jabin	<i>Piscidia piscipula</i>	LEGUMINOSAE
11	Kanazin	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	LEGUMINOSAE
12	Kantunchunbob	<i>Coccoloba diversifolia</i>	POLYGONACEAE
13	Katalox	<i>Swartzia cubensis</i>	LEGUMINOSAE
14	Negrito	<i>Simarouba glauca</i>	SIMARUBACEAE
15	Pim	<i>Ceiba schotti</i>	BOMBACACEAE
16	Pom	<i>Protium copal</i>	BURSERACEAE
17	Sac away	<i>Ficus maxima</i>	MORACEAE
18	Tzalam	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	LEGUMINOSAE
19	Tsurutok	<i>Bahuinia jenningsii</i>	LEGUMINOSAE
20	Ya'axnik	<i>Vitex gaumeri</i>	VERBENACEAE

Estrato arbustivo

Para el estrato arbustivo se tuvo un registro de 44 especies y 27 familias botánicas. Las leguminosas tienen la mayor relevancia con 6 especies y un 13.6%; en tanto que le siguen en orden de importancia las sapotáceas que participan con 4 especies y un 9.09%, mientras que las polygonáceas y las moráceas contribuyen con 3 especies cada una de ellas y un 6.8%. De esta manera, se estima que cuatro familias botánicas participan con el 36.6% de las especies registradas en el estrato arbustivo, es decir, más de un tercio del total de especies del estrato.

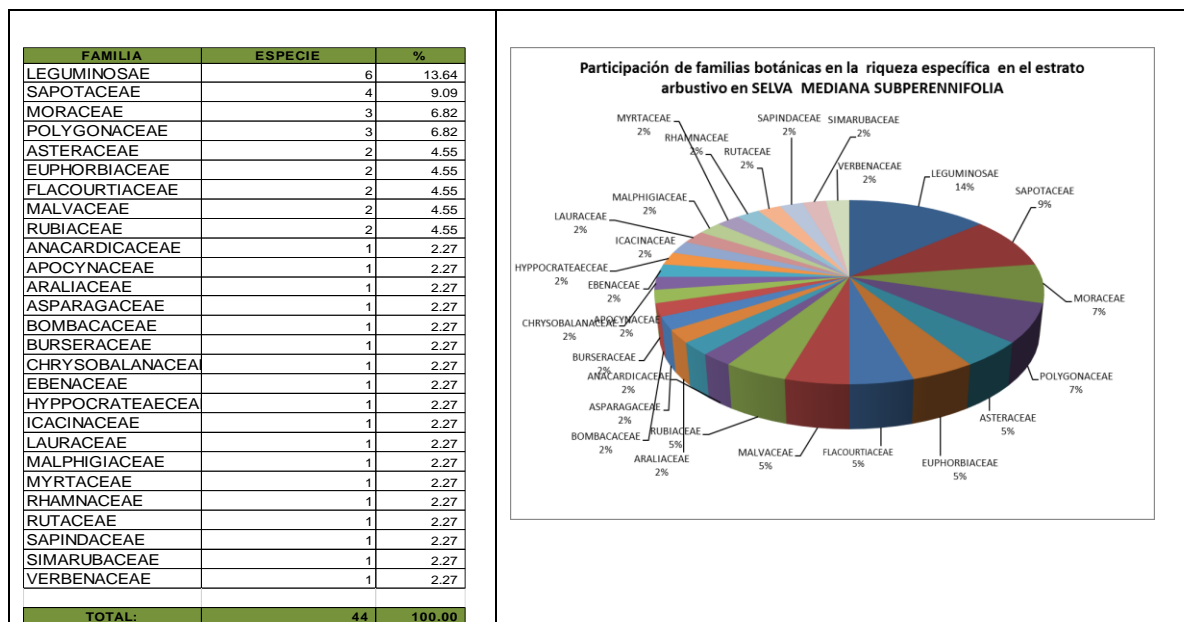


Figura No. 38 Participación por familia botánica en la riqueza específica en el estrato arbustivo.

En el cuadro se pueden identificar las especies registradas y las familias botánicas a las cuales pertenecen.

Cuadro No. 57 Principales familias botánicas y especies presentes en estrato arbustivo.

No.	N. COMUN	N. CIENTIFICO	FAMILIA
1	Akitz	<i>Thevetia gaumeri</i>	APOCYNACEAE
2	Bayal	<i>Ottoschulzia pallida</i>	ICACINACEAE
3	Bec che	<i>Hippocratea excelsa</i>	HYPPOCRATEAECEAE
4	Boob	<i>Coccoloba spicata</i>	POLYGONACEAE
5	Chaca	<i>Bursera simaruba</i>	BURSERACEAE
6	Chacniche	<i>Colubrina greggii var. yucatanensis</i>	RHAMNACEAE
7	Chauche	<i>Laethia tamnia</i>	FLACOURTIACEAE

No.	N. COMUN	N. CIENTIFICO	FAMILIA
8	Chechen negro	<i>Metopium brownei</i>	ANACARDICACEAE
9	Chicozapote	<i>Manilkara sapota</i>	SAPOTACEAE
10	Chi'keej	<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	SAPOTACEAE
11	Chok che	<i>Pithecellobium stevensonii</i>	LEGUMINOSAE
12	Chocolatera	<i>Ficus tecolutensis</i>	MORACEAE
13	Copochi'b	<i>Ficus cotinifolia</i>	MORACEAE
14	Dzidzilche	<i>Gymnopodium floribundum</i>	POLYGONACEAE
15	Dzidzilyah	<i>Bumelia persimilis</i>	SAPOTACEAE
16	Ik bach	<i>Allophylus cominia</i>	SAPINDACEAE
17	Jabin	<i>Piscidia piscipula</i>	LEGUMINOSAE
18	Kanazin	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	LEGUMINOSAE
19	Kantunbob	<i>Melapodium gracile</i>	ASTERACEAE
20	Katalox	<i>Swartzia cubensis</i>	LEGUMINOSAE
21	Kekenche	<i>Esembeckia pentaphylla</i>	RUTACEAE
22	Laurelillo	<i>Nectanda salicifolia</i>	LAURACEAE
23	Lengua de vaca	<i>Sansevieria hyacinthoides</i>	ASPARAGACEAE
24	Mahajua	<i>Hampea trilobata</i>	MALVACEAE
25	Negrilo	<i>Simarouba glauca</i>	SIMARUBACEAE
26	Okin sucum	<i>Kuanophyllum albicaulis</i>	ASTERACEAE
27	Pechquitan	<i>Randia aculeata</i>	RUBIACEAE
28	Perescutz	<i>Croton reflexifolia</i>	EUPHORBIACEAE
29	Pim	<i>Ceiba schotti</i>	BOMBACACEAE
30	Pomolche	<i>Jatropha gaumeri</i>	EUPHORBIACEAE
31	Sac away	<i>Ficus maxima</i>	MORACEAE
32	Sac chaca	<i>Dendropanax arboreus</i>	ARALIACEAE
33	Sac niche	<i>Calyptantres pallens</i>	MYRTACEAE
34	Silil	<i>Dyospiros cuneata</i>	SAPOTACEAE
35	Sipche	<i>Bunchosia glandulosa</i>	MALPHIGIACEAE
36	Subin	<i>Acacia cornigera</i>	LEGUMINOSAE
37	Tamay	<i>Zuelania guidonia</i>	FLACOURTIACEAE
38	Tasta'ab (manzanillo)	<i>Guettarda combsii</i>	RUBIACEAE
39	Toh yub	<i>Coccoloba acapulcensis</i>	POLYGONACEAE
40	Tulipancillo	<i>Malvabiscus arboreus</i>	MALVACEAE
41	Tzalam	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	LEGUMINOSAE
42	Uchulche	<i>Diospyrus verae-crucis</i>	EBENACEAE
43	Uspib	<i>Couepia polyandra</i>	CHRYSOBALANACEAE
44	Ya'axnik	<i>Vitex gaumeri</i>	VERBENACEAE

Estrato herbáceo

En el estrato herbáceo se han identificado 29 especies pertenecientes a 18 familias botánicas. Tres familias son las más relevantes en la participación de especies, a saber, Bignoniáceas, Leguminosas, Polygonáceas, Sapotáceas y Sapindáceas que participan con 3 especies cada una, por lo que en su conjunto aportan el 52% de las especies registradas en este estrato.

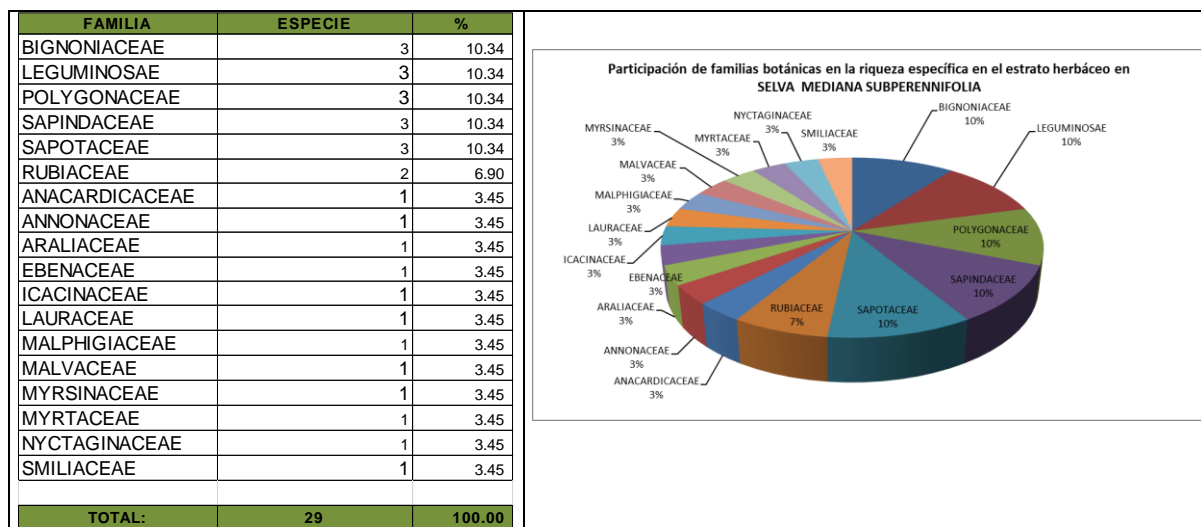


Figura No. 39 Participación de familias botánicas en la riqueza específica en el estrato herbáceo

En el cuadro se identifican las especies y familias registradas en los sitios del predio.

Cuadro No. 58 Principales familias botánicas y especies presentes en estrato herbáceo.

No.	N. COMUN	N. CIENTIFICO	FAMILIA
1	Bayal	<i>Ottoschulzia pallida</i>	ICACINACEAE
2	Boob	<i>Coccoloba spicata</i>	POLYGONACEAE
3	Boxcanan	<i>Cydista potosina</i>	BIGNONIACEAE
4	Chamalche	<i>Parathesis cubana</i>	MYRSINACEAE
5	Chechen negro	<i>Metopium brownei</i>	ANACARDIACEAE
6	Chen ak	<i>Serjania yucatanensis</i>	SAPINDACEAE
7	Chicozapote	<i>Manilkara sapota</i>	SAPOTACEAE
8	Chi'ibob	<i>Coccoloba cozumelensis</i>	POLYGONACEAE
9	Chi'keej	<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	SAPOTACEAE
10	Chok che	<i>Pithecellobium stevensonii</i>	LEGUMINOSAE
11	Coke	<i>Smilax spinosa</i>	SMILIACEAE
12	Dzidzilche	<i>Gymnopodium floribundum</i>	POLYGONACEAE
13	Elemuy	<i>Malmea depressa</i>	ANNONACEAE
14	Kanazin	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	LEGUMINOSAE
15	Katalox	<i>Swartzia cubensis</i>	LEGUMINOSAE
16	Laurelillo	<i>Nectanda salicifolia</i>	LAURACEAE
17	Maculis	<i>Tabebuia rosea</i>	BIGNONIACEAE

No.	N. COMUN	N. CIENTIFICO	FAMILIA
18	Mahajua	<i>Hampea trilobata</i>	MALVACEAE
19	Pechqitan	<i>Randia aculeata</i>	RUBIACEAE
20	Sac chaca	<i>Dendropanax arboreus</i>	ARALIACEAE
21	Sac niche	<i>Calypantres pallens</i>	MYRTACEAE
22	Silil	<i>Dyospiros cuneata</i>	SAPOTACEAE
23	Sipche	<i>Bunchosia glandulosa</i>	MALPHIGIACEAE
24	Tadzi	<i>Neea psychotrioides</i>	NYCTAGINACEAE
25	Tasta'ab (manzanillo)	<i>Guettarda combsii</i>	RUBIACEAE
26	Tres lomos	<i>Serjania goniocarpa</i>	SAPINDACEAE
27	Tzo bach	<i>Stizophyllum riparium</i>	BIGNONIACEAE
28	Uchulche	<i>Diospyrus verae-crucis</i>	EBENACEAE
29	Xpaj sakán	<i>Serjania adiantoides</i>	SAPINDACEAE

V.3.4.2. Función de acumulación de especies por sitio y estrato

Para identificar el esfuerzo de muestreo en este tipo de vegetación se empleó la "curva de acumulación de especies" obteniendo como resultado el gráfico que se presenta a continuación en el cual se observa que el muestreo registra a la mayoría de las especies presentes en esta condición de vegetación del predio toda vez que para los tres estratos, las curvas generadas resultantes tienden a ser asintóticas si bien en el caso del estrato arbustivo pareciera que existe un repunte en el último sitio, sin embargo se aprecia que la curva está casi estabilizada, por lo que muy pocas especies podrán incorporarse si se hicieran más sitios.

En general se considera que el esfuerzo de muestreo empleado en este tipo de vegetación y para el predio es bueno ya que permitió obtener el registro de la mayoría de las especies como se puede observar en la curva generada para tales efectos en el que se puede observar que entre los sitios 9 al 13 se alcanza una condición de la curva que tiene a estabilizarse en cada estrato y en la curva general.

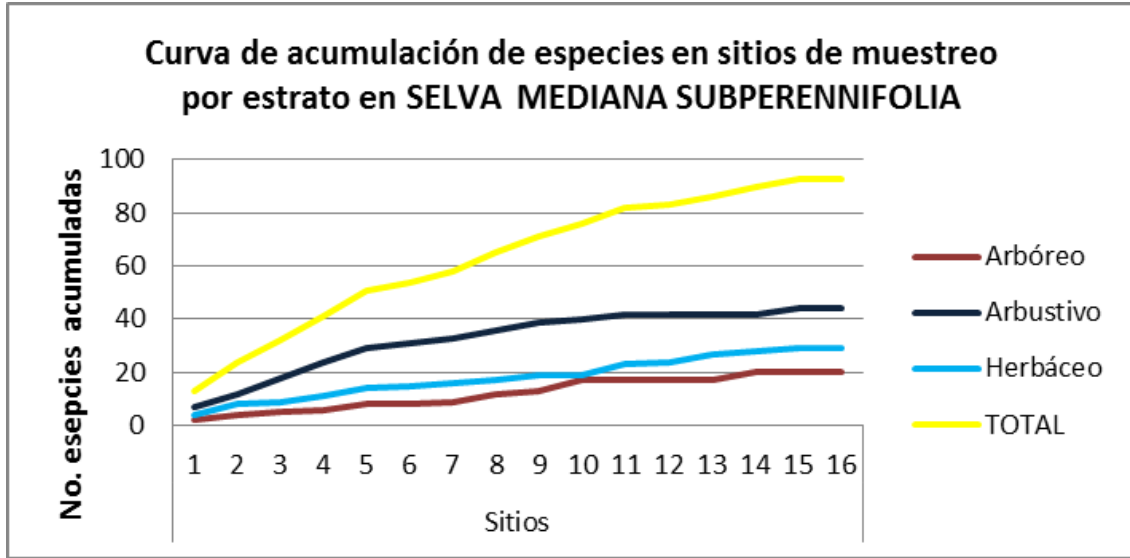


Figura No. 40 Curva de acumulación de especies en sitios de muestreo para cada estrato.

V.3.4.3. Diversidad específica por sitio de muestreo y estrato

Los sitios presentaron en general valores altos en la diversidad de especies, principalmente para los estratos medio y bajo. La variación estuvo en un rango entre 13 especies en los sitios No. 1, 11 y 12, hasta las 24 especies en el sitio No.14. La cantidad de especies es media de manera general para esta condición de vegetación. Sólo 5 sitios registran menos de 15 especies. De manera general se tiene un promedio de 17.7 especies por sitio.

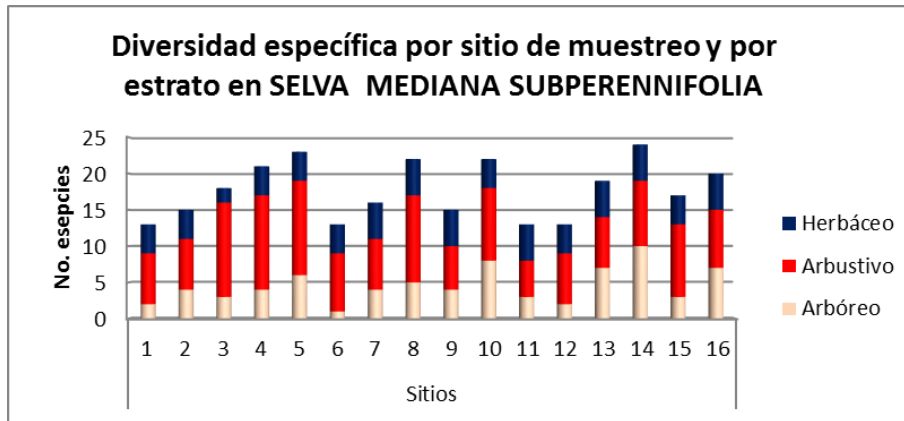


Figura No. 41 Diversidad específica por sitio de muestreo y por estrato.

V.3.4.4. Cantidad de individuos por sitio de muestreo y estrato

De acuerdo al muestreo, se encontró que el número de individuos por sitio se distribuye de una manera heterogénea, encontrando que se contabilizaron entre 18 y 49 individuos. Sólo seis sitios tienen 20 o más individuos registrados y sólo 2 sitios presentan menos de 20 individuos. El promedio encontrado es de 35 individuos/sitio los cuales son aportados principalmente por el estrato arbustivo.

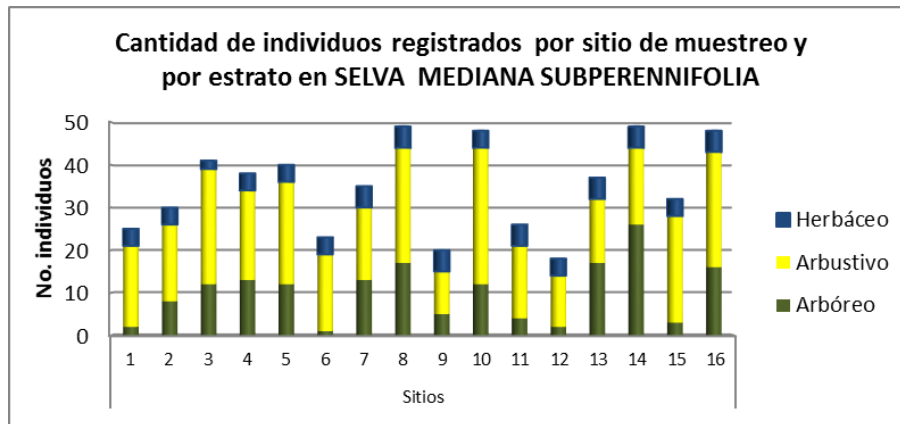


Figura No. 42 Cantidad de individuos por sitio de muestreo por estrato.

V.3.4.5. Índices de Riqueza específica, de Simpson y de Shannon-Wiener.

El análisis de cada estrato se realizó en sus diferentes parámetros por lo que se presenta un resumen de ellos.

En el cuadro se hace un resumen de los índices obtenidos en cada uno de los estratos destacando que en lo general los valores registrados para la riqueza específica tanto para el predio en lo general, como para los tres estratos son bastante bajos, consecuencia de la condición de impactos y presión antropogénica que el predio tiene y ha tenido por varios años, lo que ocasiona que se haya perdido buena parte de la estructura y diversidad específica original.

Cuadro No. 59 Indicadores de diversidad y estructura en tres estratos de vegetación.

Estrato	Riqueza Específica	Dominancia	Equitabilidad			
	S	Índice de Simpson	Índice de Shannon-Wiener H'	Hmax	Hmax -H'	J
Arbóreo	20	0.762	2.882	4.32	1.44	0.67
Arbustivo	44	0.942	4.586	5.46	0.87	0.84
Herbáceo	29	0.942	4.461	4.86	0.40	0.92

La riqueza específica está registrada con 61 especies. Siendo el mas diverso el estrato arbustivo con 44 especies y el herbáceo con 29 especies lo que refleja un estado de deterioro de una selva original, tal y como lo indica el INEGI en su carta de uso de suelo y veegtación serie V, al considerar la vegetación del predio como una selva mediana subperennifolia secundaria arbustiva, ya que el estrato arbóreo está muy limitado y acotado a la presencia de solamente 20 especies, lo que motiva espacios amplios que permiten la proliferación de especies oportunistas y heliófitas al encontrar espacios abiertos para su desarrollo, particularmente de herbáceas.

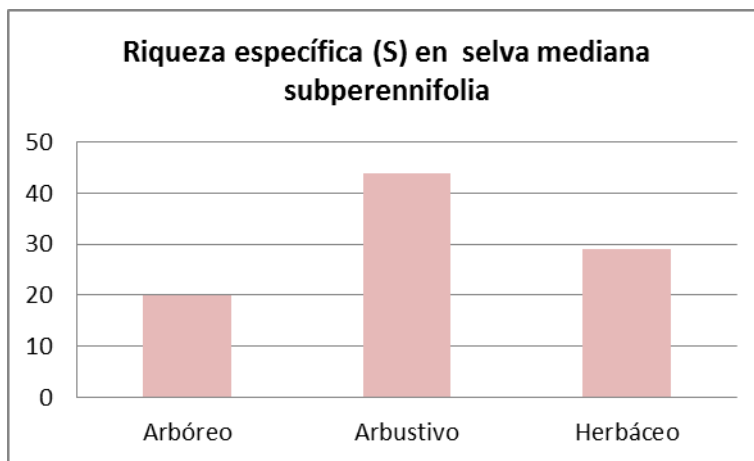


Figura No. 43 Gráfico de la riqueza específica por estrato

En el caso del Índice de Simpson los tres estratos presentan valores altos, especialmente en el caso del arbustico y herbáceo que alcanzan un valor de 0.94, lo cual indica que los individuos de las especies están distribuidas bástanete bien y que la probabilidad de encontrar dos individuos de la misma especie con distribución dominante, en cualquier sitio de muestreo, es muy alta.

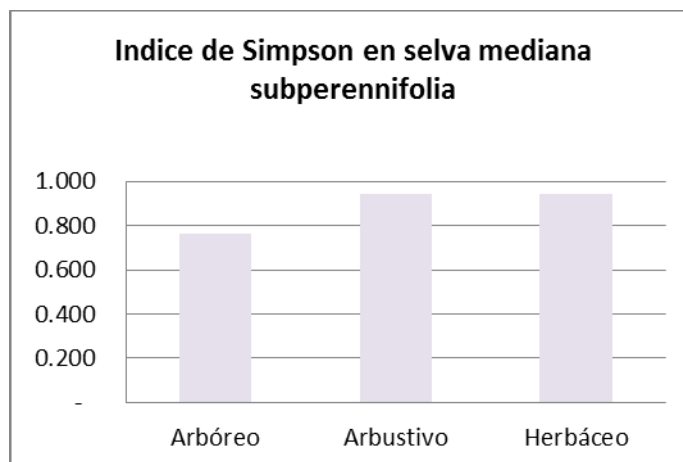


Figura No. 44 Gráfica del Índice de Simpson por estrato.

Para el índice de Equitabilidad se puede indicar que el caso del estrato arbustivo muestra la mayor equitabilidad con un valor de 4.58 lo que le confiere un grado de diversidad alto y que existe poca dominancia de especies o grupos de especies; un valor similar se ha obtenido para el estrato herbáceo (4.4), lo cual se debe a la gran cantidad de especies y su distribución en el predio. En el caso del estrato arbóreo, el valor obtenido es de apenas 2.8 lo que infiere una diversidad baja, además de que se presnetan una fuerte dominancia de especies para este último estrato.

Si bien los valores del índice de Shannon-Wiener indican una condición de biodiversidad alta, esto está reflejando solamente que los estratos arbustivos y herbáceo están calificados con una buena diversidad, pero en el estricto sentido de la integralidad de los tres estratos, reflejan entonces que existe un alto impacto y deterioro del estrato arbóreo y que en consecuencia, se tiene un proceso de recuperación de la masa vegetal a partir de la incorporación de individuos jóvenes en los estratos medio y bajo.

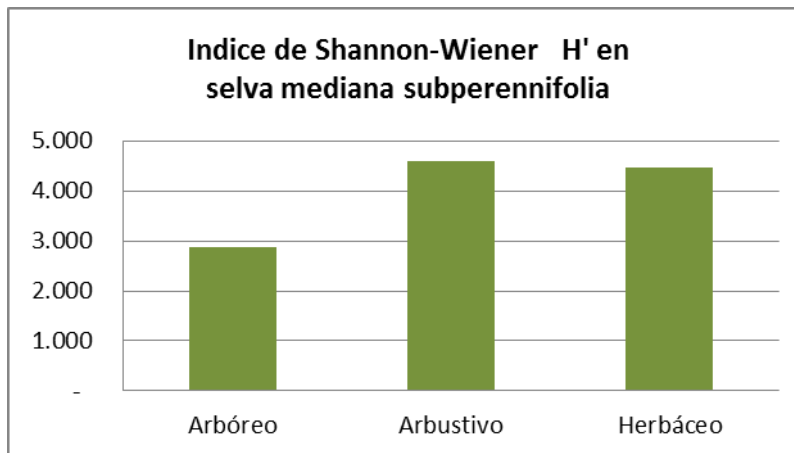


Figura No. 45 Gráfico del Índice de Shannon-Wiener para los estratos del predio.

El índice de Pielou es un reflejo efectivo de la condición de la biodiversidad y además de la dominancia o distribución de las especies en el predio, de tal manera que es el estrato herbáceo que muestra la mejor condición de equitabilidad en cuanto al número de especies y a la distribución y proporción dentro del predio, seguida muy de cerca del estrato arbustivo que también presenta un valor alto.

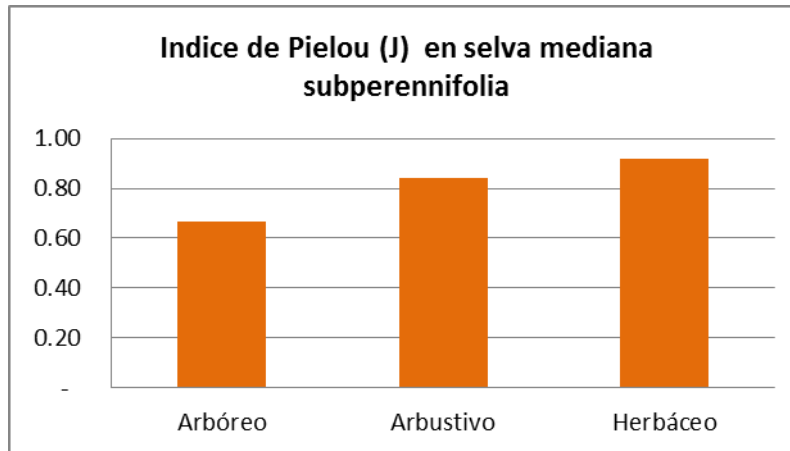


Figura No. 46 Gráfico del Índice de Pielou para los estratos del predio.

V.3.4.6. Índice de Valor de Importancia

Como este valor es un indicador de la importancia ecológica de cada especie, a continuación se presentan dichos valores de acuerdo al estrato en que se muestreó.

Estrato arbóreo

Una especie es la más dominante en este rubro y corresponde a *Lysiloma latisiliquum*, que alcanza un 36.5% del IVI. Por su parte, *Metopium brownei* aporta un 16.7% y es la segunda especie más importante. Estas dos especies en su conjunto están contribuyendo con el 53.25% del IVI en el estrato, por lo que es significativa la presencia de estas dos especies.

Cuadro No. 60 Valor de Importancia de las especies en el estrato arbóreo

Nombre comun	Especie	IVI	% IVI
Tzalam	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	109.59	36.53
Chechen negro	<i>Metopium brownei</i>	50.15	16.72
Ya'axnik	<i>Vitex gaumeri</i>	29.21	9.74
Chicozapote	<i>Manilkara sapota</i>	25.37	8.46
Jabin	<i>Piscidia piscipula</i>	20.67	6.89
Dzidzilyah	<i>Bumelia persimilis</i>	12.30	4.10
Chaca	<i>Bursera simaruba</i>	7.89	2.63
Tsurutok	<i>Bahuinia jenningsii</i>	7.13	2.38
Kanazin	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	4.62	1.54
Sac away	<i>Ficus maxima</i>	4.51	1.50

Nombre comun	Especie	IVI	% IVI
Boob	Coccoloba spicata	4.49	1.50
Pim	Ceiba schotti	4.36	1.45
Ciricote	Cordia dodecandra	3.49	1.16
Kantunchunbob	Coccoloba diversifolia	2.38	0.79
Pom	Protium copal	2.38	0.79
Katalox	Swartzia cubensis	2.36	0.79
Ekuleb	Drypetes lateriflora	2.30	0.77
Huayuncox	Exothea diphylla	2.28	0.76
Negruto	Simarouba glauca	2.28	0.76
Copochi'b	Ficus cotinifolia	2.25	0.75

Total general	300.00	100.00
----------------------	---------------	---------------

En este sentido, se presenta el cuadro en el que se observan los parámetros para construir la gráfica integrada del IVI que permiten identificar el motivo de que *Lysilma latisiliquum* resalte y tenga el mayor IVI del estrato. Los valores altos de densidad y dominancia, así como su alta frecuencia en el predio, la coloca como la especie de mayor importancia.

Cuadro No. 61 Parámetros ecológicos para el estrato arbóreo ordenados por IVI

Nombre comun	Especie	Densidad específica		Frecuencia		Dominancia		IVI	% IVI
		Da	Dr	F	Fr	Doa	Dor		
Tzalam	Lysiloma latisiliquum	90.00	44.17	15	20.55	1.446	44.87	109.59	36.53
Chechen negro	Metopium brownei	31.25	15.34	12	16.44	0.592	18.37	50.15	16.72
Ya'axnik	Vitex gaumeri	15.00	7.36	9	12.33	0.307	9.51	29.21	9.74
Chicozapote	Manilkara sapota	15.00	7.36	7	9.59	0.271	8.42	25.37	8.46
Jabin	Piscidia piscipula	13.75	6.75	5	6.85	0.228	7.07	20.67	6.89
Dzidzilyah	Bumelia persimilis	8.75	4.29	4	5.48	0.081	2.52	12.30	4.10
Chaca	Bursera simaruba	5.00	2.45	3	4.11	0.043	1.32	7.89	2.63
Tsurutok	Bahuinia jenningsii	5.00	2.45	2	2.74	0.062	1.93	7.13	2.38
Kanazin	Lonchocarpus rugosus	2.50	1.23	2	2.74	0.021	0.66	4.62	1.54
Sac away	Ficus maxima	2.50	1.23	2	2.74	0.017	0.54	4.51	1.50
Boob	Coccoloba spicata	2.50	1.23	2	2.74	0.017	0.53	4.49	1.50
Pim	Ceiba schotti	2.50	1.23	2	2.74	0.013	0.40	4.36	1.45
Ciricote	Cordia dodecandra	1.25	0.61	1	1.37	0.049	1.51	3.49	1.16
Kantunchunbob	Coccoloba diversifolia	1.25	0.61	1	1.37	0.013	0.39	2.38	0.79
Pom	Protium copal	1.25	0.61	1	1.37	0.013	0.39	2.38	0.79

Nombre comun	Especie	Densidad específica		Frecuencia		Dominancia		IVI	% IVI
		Da	Dr	F	Fr	Doa	Dor		
Katalox	Swartzia cubensis	1.25	0.61	1	1.37	0.012	0.38	2.36	0.79
Ekuleb	Drypetes lateriflora	1.25	0.61	1	1.37	0.010	0.32	2.30	0.77
Huayuncox	Exothea diphylla	1.25	0.61	1	1.37	0.010	0.30	2.28	0.76
Negrilo	Simarouba glauca	1.25	0.61	1	1.37	0.010	0.29	2.28	0.76
Copochi'b	Ficus cotinifolia	1.25	0.61	1	1.37	0.009	0.27	2.25	0.75
Total general		203.75	100.00	73.00	100.00	3.22	100.00	300.00	100.00

Es evidente que las especies de mayor importancia ecológica prevalecen con parámetros altos en Densidad y Dominancia con respecto al resto de las especies del estrato.

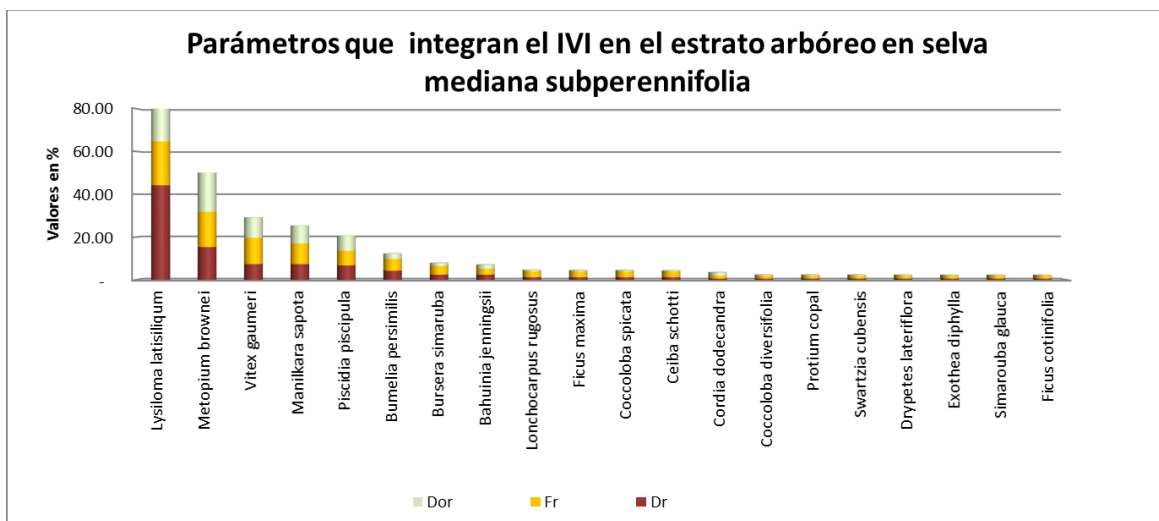


Figura No. 47 Gráfico de barras apiladas que integran al IVI en el estrato arbóreo.

Estrato Arbustivo

Para este estrato las estimaciones arrojan que varias especies comparten valores similares, pero de manera principal, la especie **Lonchocarpus rugosus** y **Bursera simaruba** tiene los valores más altos, con apenas el 10.22 y 8.35% del IVI. Otras especies con valores próximos a estas especies los presenta **Nectandra salicifolia**, **Ficus máxima** y **hampea trilbata**.

Cuadro No. 62 Valor de importancia para el estrato arbustivo

Nombre comun	Especie	IVI	% IVI
Kanazin	Lonchocarpus rugosus	30.67	10.22

Nombre comun	Especie	IVI	% IVI
Chaca	Bursera simaruba	25.04	8.35
Laurelillo	Nectanda salicifolia	22.77	7.59
Sac away	Ficus maxima	21.66	7.22
Mahajua	Hampea trilobata	21.59	7.20
Sac chaca	Dendropanax arboreus	16.55	5.52
Uchulche	Diospyrus verae-crucis	15.40	5.13
Ya'axnik	Vitex gaumeri	15.12	5.04
Sillil	Dyospiros cuneata	13.64	4.55
Boob	Coccoloba spicata	12.57	4.19
Dzidzilche	Gymnopodium floribundum	11.68	3.89
Akitz	Thevetia gaumeri	11.10	3.70
Kantunbob	Melapodium gracile	5.79	1.93
Tzalam	Lysiloma latisiliquum	5.47	1.82
Dzidzilyah	Bumelia persimilis	5.37	1.79
Katalox	Swartzia cubensis	4.40	1.47
Toh yub	Coccoloba acapulcensis	4.07	1.36
Perescutz	Croton reflexifolia	3.99	1.33
Jabin	Piscidia piscipula	3.78	1.26
Chauche	Laethia tamnia	3.54	1.18
Chok che	Pithecellobium stevensonii	3.26	1.09
Chi'keej	Chrysophyllum mexicanum	3.00	1.00
Chocolatera	Ficus tecolutensis	2.83	0.94
Negrilo	Simarouba glauca	2.75	0.92
Sac niche	Calyptantres pallens	2.68	0.89
Okin sucum	Kuanophyllum albicaulis	2.52	0.84
Pechquitan	Randia aculeata	2.37	0.79
Copochi'b	Ficus cotinifolia	2.34	0.78
Ik bach	Allophylus cominia	2.25	0.75
Kekenche	Esembeckia pentaphylla	2.17	0.72
Tasta'ab (manzanillo)	Guettarda combsii	2.14	0.71
Pim	Ceiba schotti	1.91	0.64
Chechen negro	Metopium brownei	1.56	0.52
Bec che	Hyppocratea excelsa	1.54	0.51
Pomolche	Jatropha gaumeri	1.54	0.51
Lengua de vaca	Sansevieria hyacinthoides	1.43	0.48
Subin	Acacia cornigera	1.37	0.46
Uspib	Couepia polyandra	1.29	0.43
Chacniche	Colubrina greggii var. yucatanensis	1.21	0.40
Chicozapote	Manilkara sapota	1.16	0.39

Nombre comun	Especie	IVI	% IVI
Tamay	Zuelania guidonia	1.15	0.38
Bayal	Ottoschulzia pallida	1.13	0.38
Tulipancillo	Malvabiscus arboreus	1.12	0.37
Sipche	Bunchosia glandulosa	1.10	0.37
Total general		300.00	100.00

Aunque no es una dominancia fuerte, como en el caso del estrato arbóreo, la diferencia de ***Lonchocarpus rugosus*** es sin duda cn respecto a las otras especies, es sin dua la densidad que presenta en el estrato arbustivo.

Cuadro No. 63 Parámetros ecológicos para el estrato arbustivo

Nombre comun	Especie	Densidad específica		Frecuencia		Dominancia		IVI	% IVI
		Da	Dr	F	Fr	Doa	Dor		
Kanazin	Lonchocarpus rugosus	1,025.00	12.54	9	6.34	0.039	11.789	30.67	10.22
Chaca	Bursera simaruba	650.00	7.95	11	7.75	0.031	9.339	25.04	8.35
Laurelillo	Nectanda salicifolia	675.00	8.26	11	7.75	0.022	6.771	22.77	7.59
Sac away	Ficus maxima	550.00	6.73	7	4.93	0.033	10.000	21.66	7.22
Mahajua	Hampea trilobata	725.00	8.87	12	8.45	0.014	4.274	21.59	7.20
Sac chaca	Dendropanax arboreus	375.00	4.59	8	5.63	0.021	6.330	16.55	5.52
Uchulche	Diospyrus verae-crucis	425.00	5.20	8	5.63	0.015	4.566	15.40	5.13
Ya'axnik	Vitex gaumeri	275.00	3.36	5	3.52	0.027	8.231	15.12	5.04
Silil	Dyospiros cuneata	450.00	5.50	6	4.23	0.013	3.910	13.64	4.55
Boob	Coccoloba spicata	325.00	3.98	8	5.63	0.010	2.959	12.57	4.19
Dzidzilche	Gymnopodium floribundum	350.00	4.28	5	3.52	0.013	3.880	11.68	3.89
Akitz	Thevetia gaumeri	375.00	4.59	3	2.11	0.014	4.404	11.10	3.70
Kantunbob	Melapodium gracile	150.00	1.83	3	2.11	0.006	1.841	5.79	1.93
Tzalam	Lysiloma latisiliquum	75.00	0.92	3	2.11	0.008	2.440	5.47	1.82
Dzidzilyah	Bumelia persimilis	125.00	1.53	3	2.11	0.006	1.730	5.37	1.79
Katalox	Swartzia cubensis	100.00	1.22	2	1.41	0.006	1.771	4.40	1.47
Toh yub	Coccoloba acapulcensis	50.00	0.61	1	0.70	0.009	2.753	4.07	1.36
Perescutz	Croton reflexifolia	150.00	1.83	2	1.41	0.002	0.744	3.99	1.33
Jabin	Piscidia piscipula	50.00	0.61	2	1.41	0.006	1.758	3.78	1.26
Chauche	Laethia tamnia	150.00	1.83	1	0.70	0.003	1.002	3.54	1.18
Chok che	Pithecellobium stevensonii	75.00	0.92	3	2.11	0.001	0.227	3.26	1.09
Chi'keej	Chrysophyllum mexicanum	50.00	0.61	2	1.41	0.003	0.983	3.00	1.00
Chocolatera	Ficus tecolutensis	75.00	0.92	2	1.41	0.002	0.502	2.83	0.94
Negrilo	Simarouba glauca	50.00	0.61	1	0.70	0.005	1.430	2.75	0.92

Nombre comun	Especie	Densidad específica		Frecuencia		Dominancia		IVI	% IVI
		Da	Dr	F	Fr	Doa	Dor		
Sac niche	Calyptantes pallens	75.00	0.92	2	1.41	0.001	0.353	2.68	0.89
Okin sucum	Kuanophyllum albicaulis	50.00	0.61	2	1.41	0.002	0.505	2.52	0.84
Pechquitan	Randia aculeata	50.00	0.61	2	1.41	0.001	0.353	2.37	0.79
Copochi'b	Ficus cotinifolia	75.00	0.92	1	0.70	0.002	0.715	2.34	0.78
Ik bach	Allophylus cominia	50.00	0.61	2	1.41	0.001	0.231	2.25	0.75
Kekenche	Esembeckia pentaphylla	75.00	0.92	1	0.70	0.002	0.547	2.17	0.72
Tasta'ab (manzanillo)	Guettarda combsii	75.00	0.92	1	0.70	0.002	0.515	2.14	0.71
Pim	Ceiba schotti	50.00	0.61	1	0.70	0.002	0.597	1.91	0.64
Chechen negro	Metopium brownei	50.00	0.61	1	0.70	0.001	0.248	1.56	0.52
Bec che	Hypocratea excelsa	50.00	0.61	1	0.70	0.001	0.222	1.54	0.51
Pomolche	Jatropha gaumeri	25.00	0.31	1	0.70	0.002	0.528	1.54	0.51
Lengua de vaca	Sansevieria hyacinthoides	50.00	0.61	1	0.70	0.000	0.118	1.43	0.48
Subin	Acacia cornigera	25.00	0.31	1	0.70	0.001	0.363	1.37	0.46
Uspib	Couepia polyandra	25.00	0.31	1	0.70	0.001	0.276	1.29	0.43
Chacniche	Colubrina greggii var. yucatanensis	25.00	0.31	1	0.70	0.001	0.201	1.21	0.40
Chicozapote	Manilkara sapota	25.00	0.31	1	0.70	0.000	0.149	1.16	0.39
Tamay	Zuelania guidonia	25.00	0.31	1	0.70	0.000	0.138	1.15	0.38
Bayal	Ottoschulzia pallida	25.00	0.31	1	0.70	0.000	0.116	1.13	0.38
Tulipancillo	Malvabiscus arboreus	25.00	0.31	1	0.70	0.000	0.105	1.12	0.37
Sipche	Bunchosia glandulosa	25.00	0.31	1	0.70	0.000	0.086	1.10	0.37
Total general		8,175	100.00	142.00	100.00	0.33	100.00	300.00	100.00

En la figura se observa la construcción de barras apiladas que integran el IVI para todas las especies del estrato y la importancia de *Lonchocarpus rugosus* con los parámetros de Densidad y Dominancia principalmente.

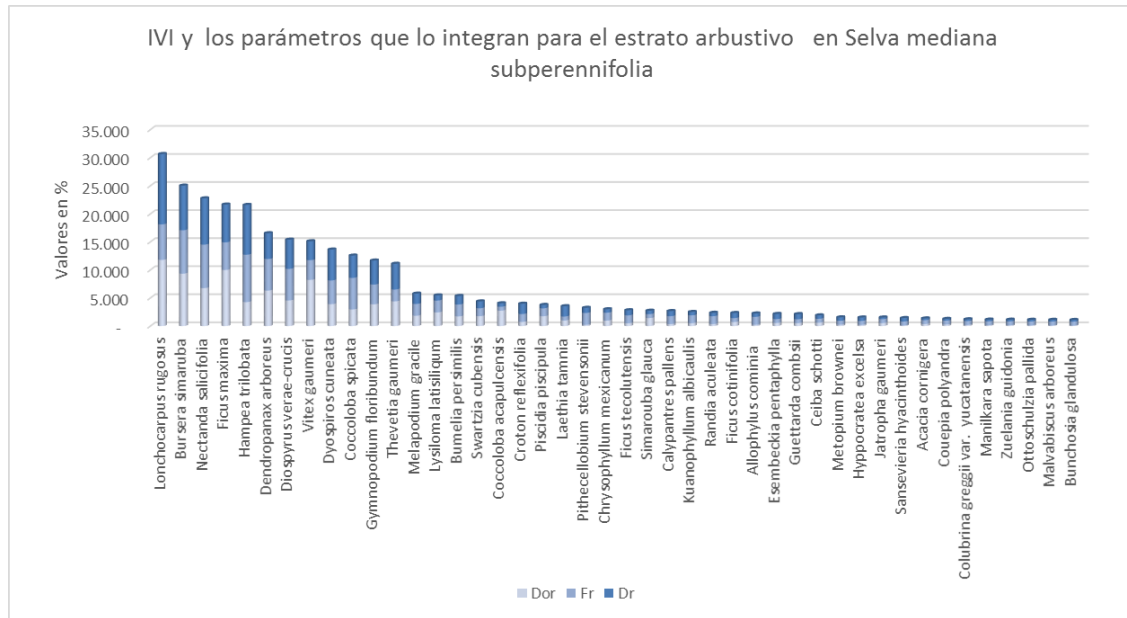


Figura No. 48 Gráfico del índice de valor de importancia para especies localizadas en el estrato arbustivo.

Estrato herbáceo

Para este estrato se ha registrado una importancia ecológica sobresaliente para **Randia aculeata** y **Cydista potosina** que participan con el 14.03 y el 11.79% del IVI, respectivamente sumando un total de 25.8% para el IVI del estrato.

Cuadro No. 64 Valor de importancia para el estrato herbáceo.

Nombre común	Especie	IVI	% IVI
Pechquitan	Randia aculeata	42.09	14.03
Boxcanan	Cydista potosina	35.38	11.79
Kanazin	Lonchocarpus rugosus	29.90	9.97
Tres lomos	Serjania goniocarpa	21.20	7.07
Laurelillo	Nectanda salicifolia	17.46	5.82
Uchulche	Diospyrus verae-crucis	17.46	5.82
Chok che	Pithecellobium stevensonii	12.51	4.17
Chechen negro	Metopium brownei	11.21	3.74
Xpaj sakán	Serjania adiantoides	9.99	3.33
Chen ak	Serjania yucatanensis	7.47	2.49
Chi'ibob	Coccoloba cozumelensis	7.47	2.49
Coke	Smilax spinosa	7.47	2.49
Dzidzilche	Gymnopodium floribundum	7.47	2.49
Elemuy	Malmea depressa	7.47	2.49
Sac niche	Calypantres pallens	7.47	2.49

Nombre comun	Especie	IVI	% IVI
Silil	Dyospiros cuneata	6.85	2.28
Katalox	Swartzia cubensis	6.25	2.08
Bayal	Ottoschulzia pallida	3.74	1.25
Boob	Coccoloba spicata	3.74	1.25
Chamalche	Parathesis cubana	3.74	1.25
Chicozapote	Manilkara sapota	3.74	1.25
Chi'keej	Chrysophyllum mexicanum	3.74	1.25
Maculis	Tabebuia rosea	3.74	1.25
Mahajua	Hampea trilobata	3.74	1.25
Sac chaca	Dendropanax arboreus	3.74	1.25
Sipche	Bunchosia glandulosa	3.74	1.25
Tadzi	Neea psychotrioides	3.74	1.25
Tasta'ab (manzanillo)	Guettarda combsii	3.74	1.25
Tzo bach	Stizophyllum riparium	3.74	1.25
Total general		300.00	100.00

Con los datos del inventario se obtuvieron los parámetros para construir el IVI correspondiente a este estrato en el que se pueden observar la relevancia en la Densidad y Dominancia para las principales especies comentadas, que se coloca en el primer lugar del IVI de herbáceas.

Cuadro No. 65 Parámetros ecológicos para el estrato herbáceo.

Nombre comun	Especie	Densidad específica		Frecuencia		Dominancia		IVI	% IVI
		Da	Dr	F	Fr	Doa	Dor		
Pechquitan	Randia aculeata	1,093.75	10.14	7	10.14	0.002	21.803	42.09	14.03
Boxcanan	Cydista potosina	1,093.75	10.14	7	10.14	0.001	15.094	35.38	11.79
Kanazin	Lonchocarpus rugosus	1,250.00	11.59	8	11.59	0.001	6.709	29.90	9.97
Tres lomos	Serjania goniocarpa	781.25	7.25	5	7.25	0.001	6.709	21.20	7.07
Laurelillo	Nectanda salicifolia	625.00	5.80	4	5.80	0.001	5.870	17.46	5.82
Uchulche	Diospyrus verae-crucis	625.00	5.80	4	5.80	0.001	5.870	17.46	5.82
Chok che	Pithecellobium stevensonii	312.50	2.90	2	2.90	0.001	6.709	12.51	4.17
Chechen negro	Metopium brownei	468.75	4.35	3	4.35	0.000	2.516	11.21	3.74
Xpaj sakán	Serjania adiantoides	312.50	2.90	2	2.90	0.000	4.193	9.99	3.33
Chen ak	Serjania yucatanensis	312.50	2.90	2	2.90	0.000	1.677	7.47	2.49
Chi'ibob	Coccoloba cozumelensis	312.50	2.90	2	2.90	0.000	1.677	7.47	2.49
Coke	Smilax spinosa	312.50	2.90	2	2.90	0.000	1.677	7.47	2.49
Dzidzilche	Gymnopodium floribundum	312.50	2.90	2	2.90	0.000	1.677	7.47	2.49
Elemuy	Malmea depressa	312.50	2.90	2	2.90	0.000	1.677	7.47	2.49
Sac niche	Calyptantes pallens	312.50	2.90	2	2.90	0.000	1.677	7.47	2.49

Nombre comun	Especie	Densidad específica		Frecuencia		Dominancia		IVI	% IVI
		Da	Dr	F	Fr	Doa	Dor		
Silil	Dyospiros cuneata	312.50	2.90	2	2.90	0.000	1.048	6.85	2.28
Katalox	Swartzia cubensis	156.25	1.45	1	1.45	0.000	3.354	6.25	2.08
Bayal	Ottoschulzia pallida	156.25	1.45	1	1.45	0.000	0.839	3.74	1.25
Boob	Coccoloba spicata	156.25	1.45	1	1.45	0.000	0.839	3.74	1.25
Chamalche	Parathesis cubana	156.25	1.45	1	1.45	0.000	0.839	3.74	1.25
Chicozapote	Manilkara sapota	156.25	1.45	1	1.45	0.000	0.839	3.74	1.25
Chi'keej	Chrysophyllum mexicanum	156.25	1.45	1	1.45	0.000	0.839	3.74	1.25
Maculis	Tabebuia rosea	156.25	1.45	1	1.45	0.000	0.839	3.74	1.25
Mahajua	Hampea trilobata	156.25	1.45	1	1.45	0.000	0.839	3.74	1.25
Sac chaca	Dendropanax arboreus	156.25	1.45	1	1.45	0.000	0.839	3.74	1.25
Sipche	Bunchosia glandulosa	156.25	1.45	1	1.45	0.000	0.839	3.74	1.25
Tadzi	Neea psychotrioides	156.25	1.45	1	1.45	0.000	0.839	3.74	1.25
Tasta'ab (manzanillo)	Guettarda combsii	156.25	1.45	1	1.45	0.000	0.839	3.74	1.25
Tzo bach	Stizophyllum riparium	156.25	1.45	1	1.45	0.000	0.839	3.74	1.25
Total general		10,781.25	100.00	69.00	100.00	0.01	100.00	300.00	100.00

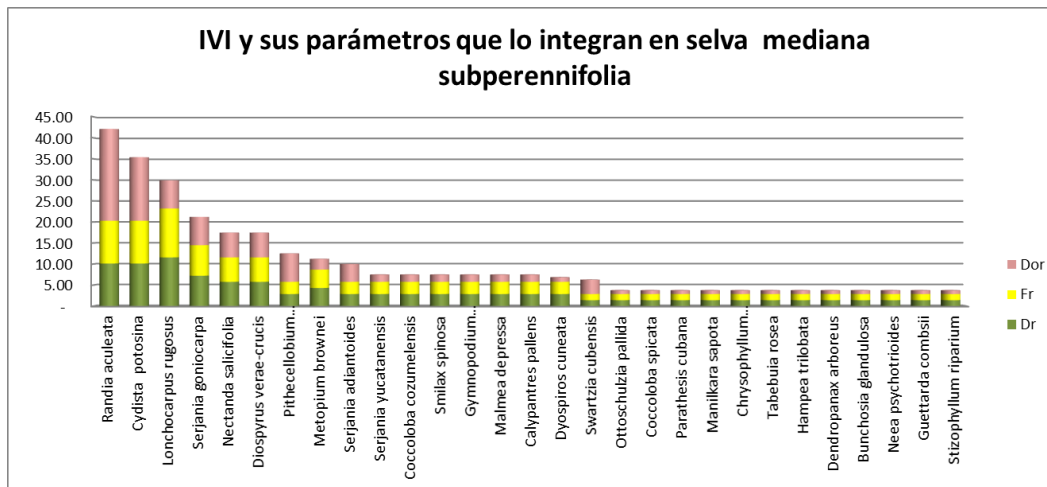


Figura No. 49 Gráfico de barras apiladas con la integración del IVI en el estrato herbáceo.

V.3.4.7. Abundancia y densidad de arbolado

Se ha estimado que en total existen 19,160 individuos/Ha distribuidos en los tres estratos que integran la estructura vertical de la vegetación del predio, teniendo, como es esperado y por las razones de deterioro del estrato arbóreo, una alta abundancia en los estratos bajos, particularmente en el herbáceo que es donde se concentra la mayor cantidad de individuos.

De manera general la especie ***Lonchocarpus rugosus*** se establece como la de mayor importancia ya que contribuye con el 11.89% de la densidad estimada para todas las especies.

Estrato arbóreo.

Para el caso del estrato arbóreo, que incluyen individuos con diámetro normal de 10 cm en adelante, se han contabilizado un número total de 203.7 individuos/Ha lo cual se puede interpretar como un número bajo comparado con una selva del mismo tipo y con buen estado de conservación en la que se reportan al menos 465 árboles/Ha. La especie ***Lysiloma latisiliquum*** es sobresaliente en abundancia para este estrato.

Estrato arbustivo

Para el caso de este estrato se ha estimado con el muestreo, que existen alrededor de 8,175 individuos/ha de los cuales el 12.5% de estos individuos están aportados por la especie ***Lonchocarpus rugosus***, que se destaca como la especie dominante en el estrato.

Estrato herbáceo

El estrato herbáceo cuenta con 10,781.2 individuos/Ha de los cuales el 11.6% está aportado por la especie *Lonchocarpus rugosus*, seguida por otras en orden de importancia como ***Randia aculeata*** y ***Cydista potosina***.

Cuadro No. 66 Cantidad de individuos por unidad de superficie (1 hectárea).

NOMBRE COMUN	ESPECIE	No. individuos/Ha			TOTAL	%
		ARBOLES	ARBUSTOS	HERBÁCEO		
Kanazin	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	2.50	1,025.00	1,250.00	2,277.50	11.89
Mahajua	<i>Hampea trilobata</i>	-	725.00	156.25	881.25	4.60
Laurelillo	<i>Nectanda salicifolia</i>	-	675.00	625.00	1,300.00	6.78
Chaca	<i>Bursera simaruba</i>	5.00	650.00	-	655.00	3.42
Sac away	<i>Ficus maxima</i>	2.50	550.00	-	552.50	2.88
Silil	<i>Dyospiros cuneata</i>	-	450.00	312.50	762.50	3.98
Uchulche	<i>Diospyrus verae-crucis</i>	-	425.00	625.00	1,050.00	5.48
Akitz	<i>Thevetia gaumeri</i>	-	375.00	-	375.00	1.96
Sac chaca	<i>Dendropanax arboreus</i>	-	375.00	156.25	531.25	2.77
Dzidzilche	<i>Gymnopodium floribundum</i>	-	350.00	312.50	662.50	3.46
Boob	<i>Coccoloba spicata</i>	2.50	325.00	156.25	483.75	2.52
Ya'axnik	<i>Vitex gaumeri</i>	15.00	275.00	-	290.00	1.51
Chauche	<i>Laethia tamnia</i>	-	150.00	-	150.00	0.78
Kantunbob	<i>Melapodium gracile</i>	-	150.00	-	150.00	0.78
Perescutz	<i>Croton reflexifolia</i>	-	150.00	-	150.00	0.78
Dzidzilyah	<i>Bumelia persimilis</i>	8.75	125.00	-	133.75	0.70
Katalox	<i>Swartzia cubensis</i>	1.25	100.00	156.25	257.50	1.34
Chok che	<i>Pithecellobium stevensonii</i>	-	75.00	312.50	387.50	2.02
Chocolatera	<i>Ficus tecolutensis</i>	-	75.00	-	75.00	0.39
Copochi'b	<i>Ficus cotinifolia</i>	1.25	75.00	-	76.25	0.40
Kekenche	<i>Esembeckia pentaphylla</i>	-	75.00	-	75.00	0.39
Sac niche	<i>Calyptantes pallens</i>	-	75.00	312.50	387.50	2.02
Tasta'ab (manzanillo)	<i>Guettarda combsii</i>	-	75.00	156.25	231.25	1.21
Tzalam	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	90.00	75.00	-	165.00	0.86
Bec che	<i>Hyppocratea excelsa</i>	-	50.00	-	50.00	0.26
Chechen negro	<i>Metopium brownei</i>	31.25	50.00	468.75	550.00	2.87
Chi'keej	<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	-	50.00	156.25	206.25	1.08
Ik bach	<i>Allophylus cominia</i>	-	50.00	-	50.00	0.26
Jabin	<i>Piscidia piscipula</i>	13.75	50.00	-	63.75	0.33
Lengua de vaca	<i>Sansevieria hyacinthoides</i>	-	50.00	-	50.00	0.26
Negrilo	<i>Simarouba glauca</i>	1.25	50.00	-	51.25	0.27
Okin sucum	<i>Kuanophyllum albicaulis</i>	-	50.00	-	50.00	0.26
Pechquitan	<i>Randia aculeata</i>	-	50.00	1,093.75	1,143.75	5.97
Pim	<i>Ceiba schotti</i>	2.50	50.00	-	52.50	0.27
Toh yub	<i>Coccoloba acapulcensis</i>	-	50.00	-	50.00	0.26
Bayal	<i>Ottoschulzia pallida</i>	-	25.00	156.25	181.25	0.95

NOMBRE COMUN	ESPECIE	No. individuos/Ha				%
		ARBOLES	ARBUSTOS	HERBÁCEO	TOTAL	
Chacnuche	<i>Colubrina greggii var. yucatanensis</i>	-	25.00	-	25.00	0.13
Chicozapote	<i>Manilkara sapota</i>	15.00	25.00	156.25	196.25	1.02
Pomolche	<i>Jatropha gaumeri</i>	-	25.00	-	25.00	0.13
Sipche	<i>Bunchosia glandulosa</i>	-	25.00	156.25	181.25	0.95
Subin	<i>Acacia cornigera</i>	-	25.00	-	25.00	0.13
Tamay	<i>Zuelania guidonia</i>	-	25.00	-	25.00	0.13
Tulipancillo	<i>Malvabiscus arboreus</i>	-	25.00	-	25.00	0.13
Uspib	<i>Couepia polyandra</i>	-	25.00	-	25.00	0.13
Boxcanan	<i>Cydista potosina</i>	-	-	1,093.75	1,093.75	5.71
Chamalche	<i>Parathesis cubana</i>	-	-	156.25	156.25	0.82
Chen ak	<i>Serjania yucatanensis</i>	-	-	312.50	312.50	1.63
Chi'ibob	<i>Coccoloba cozumelensis</i>	-	-	312.50	312.50	1.63
Ciricote	<i>Cordia dodecandra</i>	1.25	-	-	1.25	0.01
Coke	<i>Smilax spinosa</i>	-	-	312.50	312.50	1.63
Ekuleb	<i>Drypetes lateriflora</i>	1.25	-	-	1.25	0.01
Elemuy	<i>Malmea depressa</i>	-	-	312.50	312.50	1.63
Huayuncox	<i>Exothea diphylla</i>	1.25	-	-	1.25	0.01
Kantunchunbob	<i>Coccoloba diversifolia</i>	1.25	-	-	1.25	0.01
Maculis	<i>Tabebuia rosea</i>	-	-	156.25	156.25	0.82
Pom	<i>Protium copal</i>	1.25	-	-	1.25	0.01
Tadzi	<i>Neea psychotrioides</i>	-	-	156.25	156.25	0.82
Tres lomos	<i>Serjania goniocarpa</i>	-	-	781.25	781.25	4.08
Tzo bach	<i>Stizophyllum riparium</i>	-	-	156.25	156.25	0.82
Tsurutok	<i>Bahuinia jenningsii</i>	5.00	-	-	5.00	0.03
Xpaj sakán	<i>Serjania adiantoides</i>	-	-	312.50	312.50	1.63
		203.75	8,175.00	10,781.25	19,160.00	100.00

El gráfico muestra la alta densidad que tienen ***Lonchocarpus rugosus***, ***Hampea trilobata***, ***Nectandra salicifolia*** y ***Bursera simaruba***, que las convierte en especies dominantes en este estrato. Para el estrato arbóreo destaca con mucha evidencia ***Lysiloma latisaliquum***.

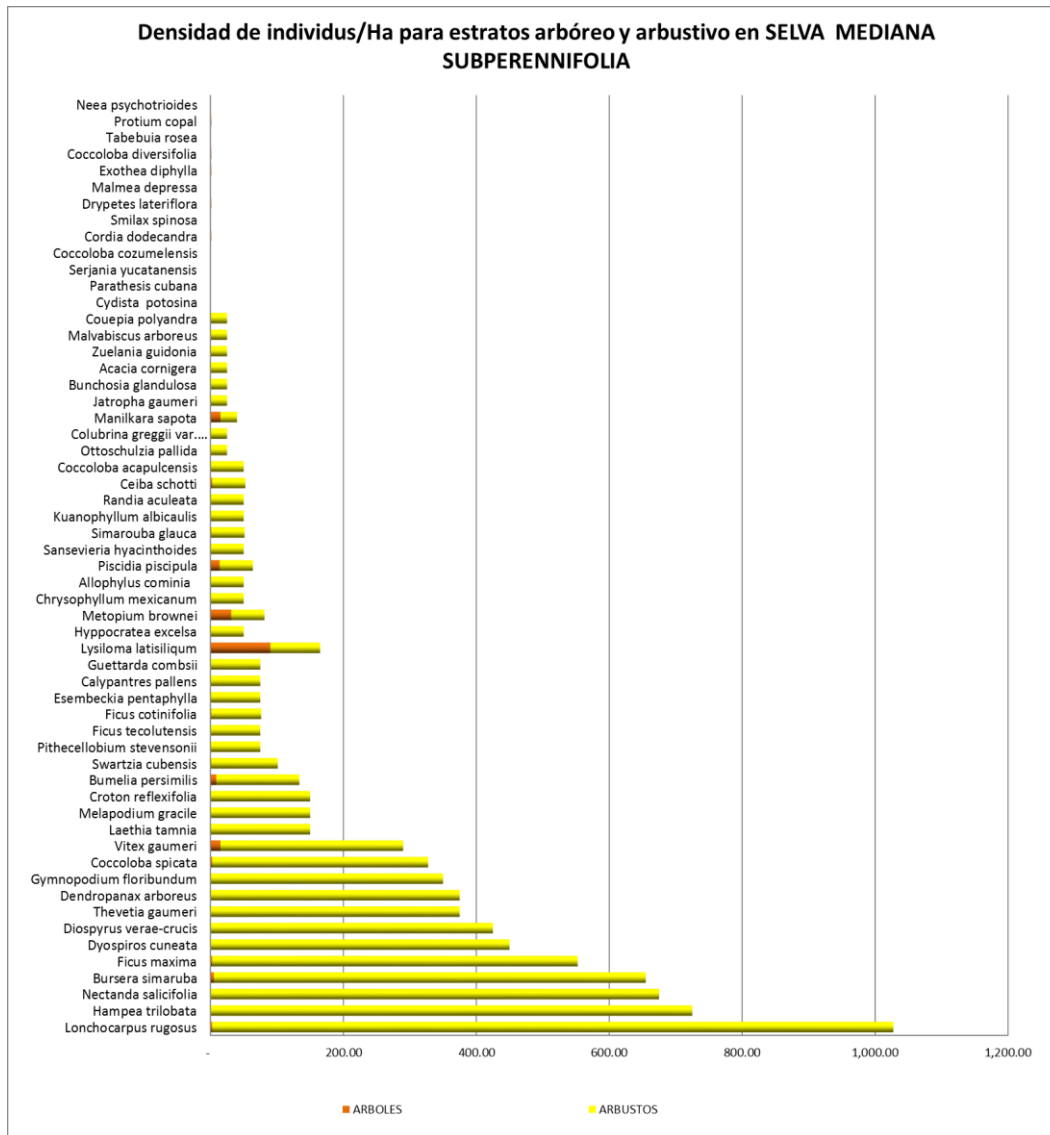


Figura No. 50 Densidad de individuos por especie para los estratos arbóreo y arbustivo.

V.3.4.8. Diámetros

Se encontró que el promedio general diamétrico de los individuos muestreados alcanzó apenas los 6.4 cm y que se registró un diámetro máximo de 35.2 cm que correspondió a un individuo de **Lysiloma latisiliquum**. Ninguna de las especies registradas alcanzó a promediar más de 20 cm de diámetro a excepción de *Cordia dodecandra* que alcanzó un diámetro promedio de 24.9 cm pero con un solo individuo registrado en todo el muestreo, por lo que es poco significativo. Cuatro especies están promediando entre 14 y 15 cm de diámetro normal y corresponden a **Lysiloma latisiliquum, Manilkara sapota, Meotpium brownei y Piscidia piscipula**.

En la figura se pueden apreciar las condiciones diamétricas de los individuos muestreados de acuerdo a las especies registradas; están ordenadas de acuerdo al promedio de cada una de las especies, por lo que es fácil observar que los "picos superiores" corresponden a los máximos alcanzados por los individuos registrados para cada especie en particular y, por el contrario, los "picos inversos", indican el diámetro mínimo para esa especie, de tal manera que ubicando el pico superior e inferior de la especie se identifica el rango de variación de los individuos registrados en el muestro para cada una de ellas.

En la figura es posible observar que la mayoría de los individuos se ubcan en promedio por debajo de los 15 cm exstiendo algunas especies con rangos de variación amplios como es el caso de *Lysiloma latisiliquum*, *Manilkara sapota*, *Metopium brownei*, *Vitex gaumeri*, entre otras.

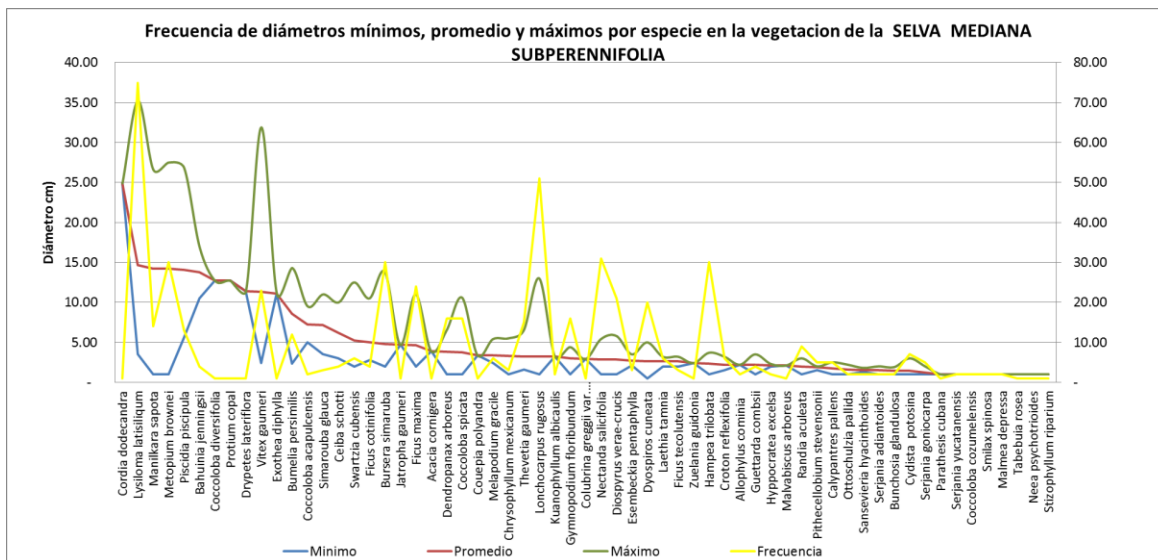


Figura No. 51 Diámetros mínimos, promedio y máximos en individuos muestreados en el predio.

Como se puede observar en la figura, la distribución diamétrica en lo general sigue un patrón normal considerando que la mayor cantidad de individuos se concentran en los diámetros menores, en tanto que los individuos corpulentos serán en cantidades menores.

De los datos de la estructura diamétrica se infiere que existen sólo 11.25 árboles/Ha con diámetro normal mayor a 25 cm y alrededor de 183.7 individuos/Ha con diámetros entre los 15 y 25 cm y que es apenas el 2.2% del total de individuos registrados para los estratos arbóreo y arbustivo, situación que evidencía la casi nula existencia de arbolado maduro y sobremaduro en el predio, observando entonces que el 97.6% de los individuos registrados en el muestreo en los estratos arbustivo y arbóreo están por debajo de los 10 cm de diámetro, lo que define una condiciones de vegetación deteriorada por la ausencia de arbolado maduro.

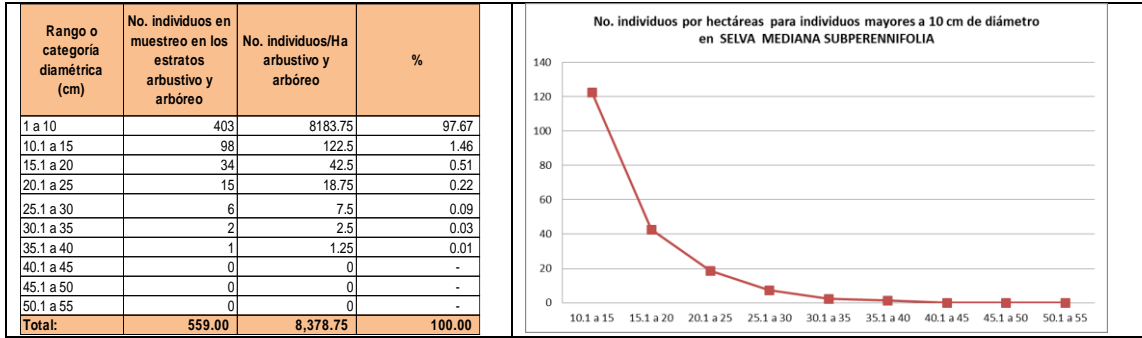


Figura No. 52 Distribución diamétrica de los individuos.

V.3.4.9. Alturas

En este parámetro se observaron rangos que van desde los 0.30 m, que corresponden a especies herbáceas o de regeneración, hasta arbolado de 11.9 m. La altura promedio de los individuos muestreados es de apenas 5.0 m lo cual evidencia una fuerte densidad de arbolado arbustivo de talla pequeña y pocos árboles dominando el estrato superior.

El promedio general de cada una de las especies está por debajo de los 8.0 m, y sólo tres especies están alcanzado este valor, a saber, **Cordia dodecandra** (11.8) **Drypetes lateriflora** (8.1), **Metopium brownei** (8) y **Bahinia jeningsii** (8).

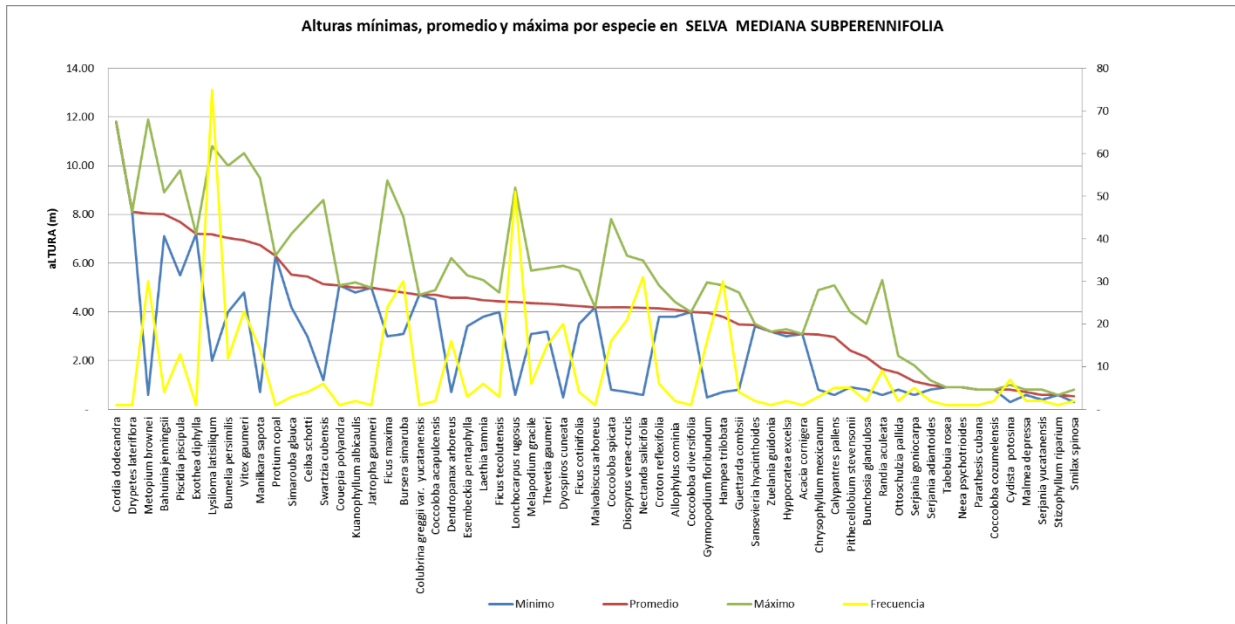


Figura No. 53 Alturas mínimas, promedio y máximas para individuos localizados en el predio.

De acuerdo a la distribución en altura que prevalece en los individuos del predio para los estratos arbóreo y arbustivo se identifica que el 99.6% de los individuos está por debajo de los 9 m de altura, con una alta proporción de individuos con alturas entre ls 3 y 6 m, ya que es en esta categoría donde se concentra el 91.3% de los individuos muestreados.

Rango o categoría altura (m)	No. individuos en muestreo en estratos arbóreo y arbustivo	No. individuos/Ha para estratos arbóreo y arbustivo	%
<3	9	177.5	2.12
3 a 6	327	7652.5	91.33
6 a 9	122	508.75	6.07
9 a 12	32	40	0.48
12 a 15	0	0	-
Total:	490.00	8,378.75	100.00

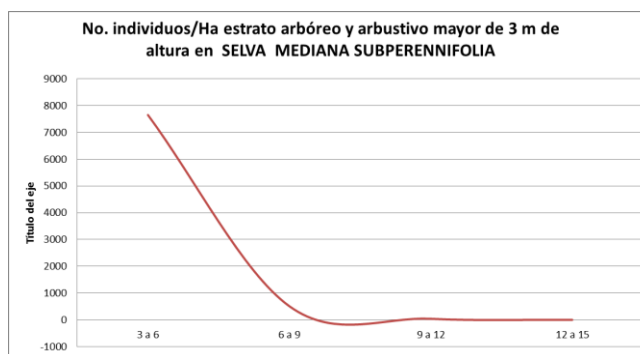


Figura No. 54 Distribución de los individuos muestreados de acuerdo a categorías de alturas.

V.3.4.10. Area basal

Con el muestreo realizado se ha podido estimar que existen alrededor de 12.25 m²/Ha, cantidad que es muy baja considerando que una selva de éste tipo debe de alcanzar entre los 18 y 22 m²/Ha aproximadamente. Tal situación es más evidente al desagregar la aportación por estrato ya que se tiene que el arbolado sólo aporta 4.03 m²/Ha es decir el 32.9% del área basal estimada por unidad de superficie, en tanto el arbustivo participa con 8.22 m²/Ha (67.1%), lo que refleja que existe poco arbolado maduro o sobremaduro y una gran cantidad de individuos en el estrato arbustivo.

La dominancia de las especies *Lysiloma latisiliquum* se hace patente en este parámetro ya que ésta aporta un 16.4% del áreas basal total, en tanto *Vitex gaumeri* y *Lonchocarpus rugosus* están contribuyendo con un 8.65 y 8.13%, respectivamente. Esto implica que tre especies participan con un tercio del área basal total del predio.

Cuadro No. 67 Area basal por hectárea y por estrato estimada para el predio.

NOMBRE	ESPECIE	AB/Ha (m ²)			%
		ARBOREO	ARBUSTIVO	TOTAL	
Tzalam	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	1.808	0.201	2.008	16.40
Ya'axnik	<i>Vitex gaumeri</i>	0.383	0.677	1.060	8.65
Kanazin	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	0.026	0.969	0.995	8.13
Sac away	<i>Ficus maxima</i>	0.022	0.822	0.844	6.89
Chaca	<i>Bursera simaruba</i>	0.053	0.768	0.821	6.70
Chechen negro	<i>Metopium brownei</i>	0.740	0.020	0.760	6.21
Laurelillo	<i>Nectanda salicifolia</i>	-	0.557	0.557	4.54
Sac chaca	<i>Dendropanax arboreus</i>	-	0.520	0.520	4.25
Jabin	<i>Piscidia piscipula</i>	0.285	0.145	0.429	3.51
Uchulche	<i>Diospyrus verae-crucis</i>	-	0.375	0.375	3.06

NOMBRE	ESPECIE	AB/Ha (m2)			%
		ARBOREO	ARBUSTIVO	TOTAL	
Akitz	<i>Thevetia gaumeri</i>	-	0.362	0.362	2.96
Chicozapote	<i>Manilkara sapota</i>	0.339	0.012	0.351	2.87
Mahajua	<i>Hampea trilobata</i>	-	0.351	0.351	2.87
Silil	<i>Dyospiros cuneata</i>	-	0.321	0.321	2.62
Dzidzilche	<i>Gymnopodium floribundum</i>	-	0.319	0.319	2.60
Boob	<i>Coccoloba spicata</i>	0.021	0.243	0.264	2.16
Dzidzilyah	<i>Bumelia persimilis</i>	0.102	0.142	0.244	1.99
Toh yub	<i>Coccoloba acapulcensis</i>	-	0.226	0.226	1.85
Katalox	<i>Swartzia cubensis</i>	0.015	0.146	0.161	1.31
Kantunbob	<i>Melapodium gracile</i>	-	0.151	0.151	1.24
Negrilo	<i>Simarouba glauca</i>	0.012	0.118	0.129	1.06
Chauche	<i>Laethia tamnia</i>	-	0.082	0.082	0.67
Chi'keej	<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	-	0.081	0.081	0.66
Tsurutok	<i>Bahuinia jenningsii</i>	0.078	-	0.078	0.64
Copochi'b	<i>Ficus cotinifolia</i>	0.011	0.059	0.070	0.57
Pim	<i>Ceiba schotti</i>	0.016	0.049	0.065	0.53
Perescutz	<i>Croton reflexifolia</i>	-	0.061	0.061	0.50
Ciricote	<i>Cordia dodecandra</i>	0.061	-	0.061	0.50
Kekenche	<i>Esembeckia pentaphylla</i>	-	0.045	0.045	0.37
Pomolche	<i>Jatropha gaumeri</i>	-	0.043	0.043	0.35
Tasta'ab (manzanillo)	<i>Guettarda combsii</i>	-	0.042	0.042	0.35
Okin sucum	<i>Kuanophyllum albicaulis</i>	-	0.041	0.041	0.34
Chocolatera	<i>Ficus tecolutensis</i>	-	0.041	0.041	0.34
Subin	<i>Acacia cornigera</i>	-	0.030	0.030	0.24
Sac niche	<i>Calypantres pallens</i>	-	0.029	0.029	0.24
Pechquitan	<i>Randia aculeata</i>	-	0.029	0.029	0.24
Uspib	<i>Couepia polyandra</i>	-	0.023	0.023	0.19
Ik bach	<i>Allophylus cominia</i>	-	0.019	0.019	0.16
Chok che	<i>Pithecellobium stevensonii</i>	-	0.019	0.019	0.15
Bec che	<i>Hyppocratea excelsa</i>	-	0.018	0.018	0.15
Chacniche	<i>Colubrina greggii var. yucatanensis</i>	-	0.017	0.017	0.13
Kantunchunb ob	<i>Coccoloba diversifolia</i>	0.016	-	0.016	0.13
Pom	<i>Protium copal</i>	0.016	-	0.016	0.13
Ekuleb	<i>Drypetes lateriflora</i>	0.013	-	0.013	0.10
Huayuncox	<i>Exothea diphylla</i>	0.012	-	0.012	0.10

NOMBRE	ESPECIE	AB/Ha (m2)			%
		ARBOREO	ARBUSTIVO	TOTAL	
Tamay	<i>Zuelania guidonia</i>	-	0.011	0.011	0.09
Lengua de vaca	<i>Sansevieria hyacinthoides</i>	-	0.010	0.010	0.08
Bayal	<i>Ottoschulzia pallida</i>	-	0.010	0.010	0.08
Tulipancillo	<i>Malvabiscus arboreus</i>	-	0.009	0.009	0.07
Sipche	<i>Bunchosia glandulosa</i>	-	0.007	0.007	0.06
Boxcanan	<i>Cydista potosina</i>	-	-	-	-
Chamalche	<i>Parathesis cubana</i>	-	-	-	-
Chen ak	<i>Serjania yucatanensis</i>	-	-	-	-
Chi'ibob	<i>Coccoloba cozumelensis</i>	-	-	-	-
Coke	<i>Smilax spinosa</i>	-	-	-	-
Elemuy	<i>Malmea depressa</i>	-	-	-	-
Maculis	<i>Tabebuia rosea</i>	-	-	-	-
Tadzi	<i>Neea psychotrioides</i>	-	-	-	-
Tres lomos	<i>Serjania goniocarpa</i>	-	-	-	-
Tzo bach	<i>Stizophyllum riparium</i>	-	-	-	-
Xpaj sakán	<i>Serjania adiantoides</i>	-	-	-	-
		4.03	8.22	12.25	100.00

En la figura se muestra la clara dominancia de *Metopium browneii* seguida de las otras especies ya referidas, aunque con una aportación mucho menor. Debido a que es un gráfico de barras apiladas estratificada, razón por la cual se pueden observar las aportaciones que se tiene por cada especie y por cada uno de los estratatos.

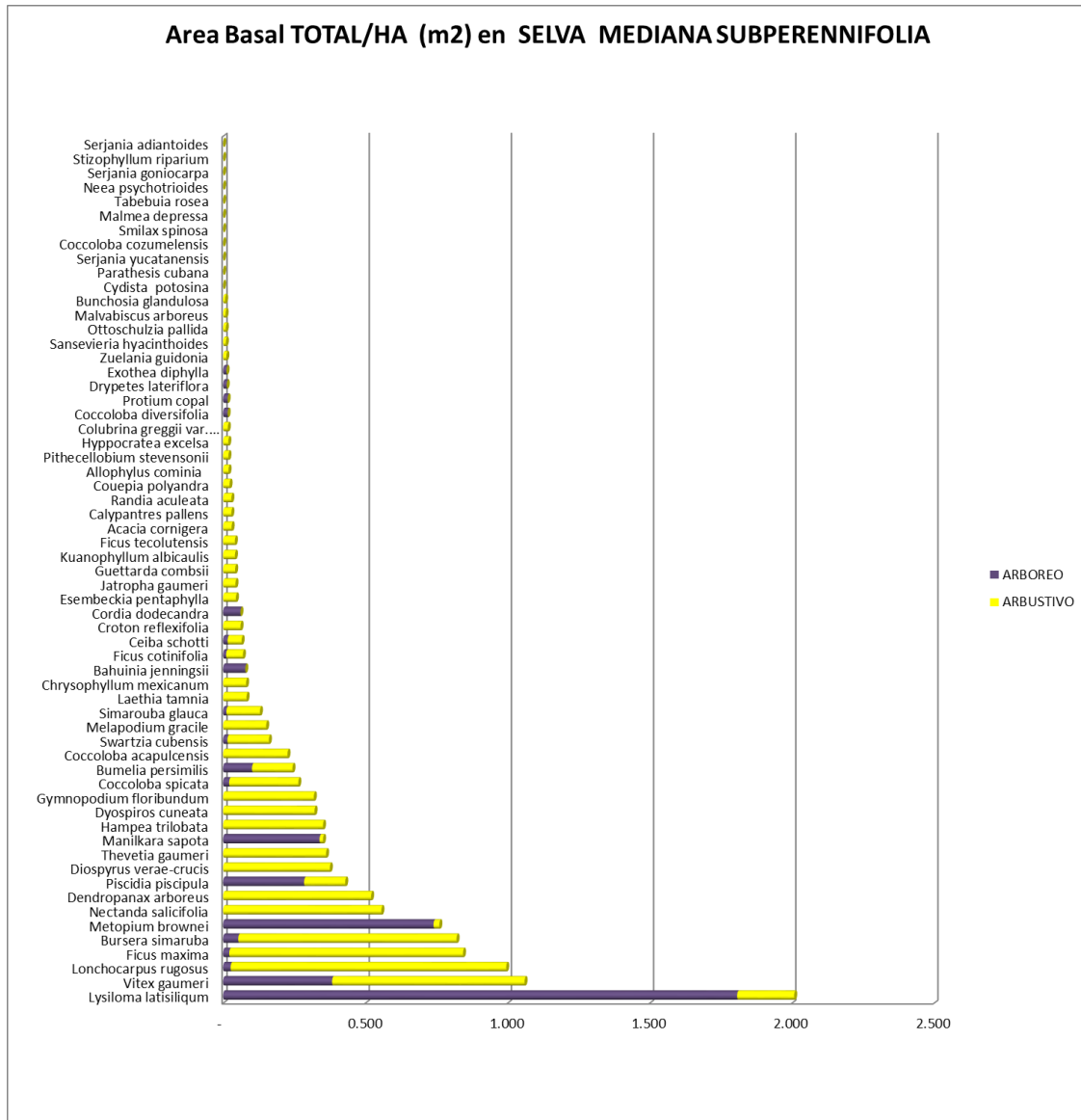


Figura No. 55 Area basal por especie en el predio.

V.3.5. Especies forestales con estatus.

En los sitios de muestreo no se registraron especies que se encuentran con algún estatus de protección en la norma oficial mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, sin embargo, **se reportan observadas** durante los trabajos de campo las siguientes especies.

Cuadro No. 68 Especies de flora en alguna categoría de riesgo OBSERVADAS en el predio.

Nombre común	Nombre científico	Estatus	Observaciones
Palma chit	<i>Thrinax radiata</i>	Amenazada	Observada en el predio. No registrada en sitios de muestreos
Palma nakax	<i>Coccothrinax readii</i>	Amenazada	Observada en el predio. No registrada en sitios de muestreos
Cola de rata	<i>Aporocactus flagelliformis</i>	Protección Especial	Observada en el predio. No registrada en sitios de muestreos

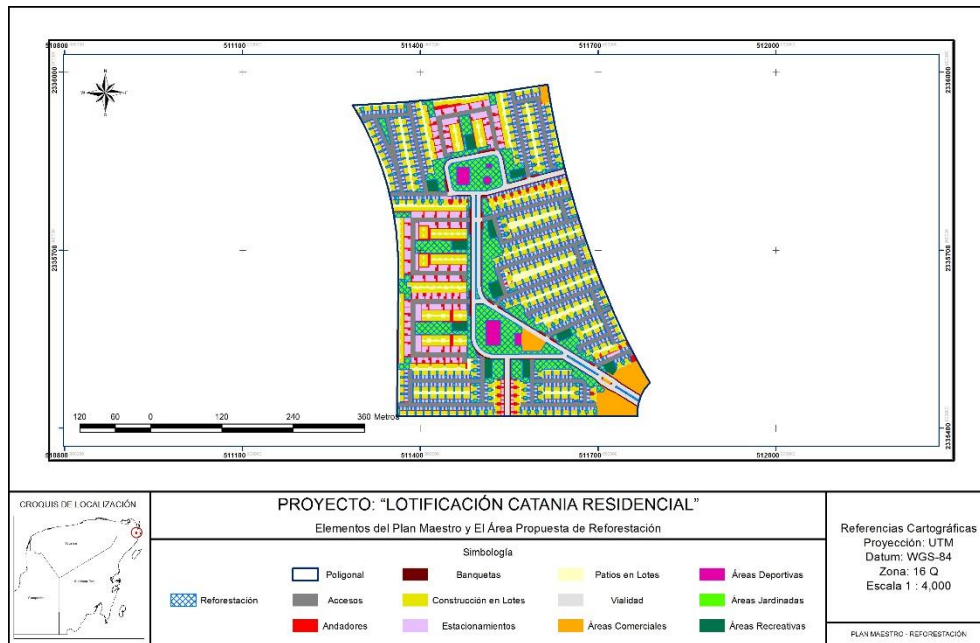


Figura No. 56 Ejemplares de *Thrinax radiata* y *Coccothrinax readii* observados en el predio.

Los individuos identificados como especies protegidas serán incorporados al programa de rescate que se presenta con este escrito.

Para proteger estas especies se han previsto tres acciones en el predio:

- ✓ Se reforestarán las áreas jardinadas públicas con especies obtenidas en el rescate y que por el diseño del proyecto no podrán ser aprovechadas o que serán aprovechadas como jardinados.
- ✓ Debido a que el proyecto pretende lotificar y afectar 18.656 hectáreas por cambio de uso del suelo, se ha previsto un programa de rescate de flora nativa que será reubicada en las mismas áreas del predio, particularmente las áreas de jardinados.



Plano No. 75 Areas jardinadas en el plan maestro sujetas a reforestación con el programa de rescate de flora del predio.

V.3.6. Fauna silvestre

V.3.6.1 Metodología

Descripción del método de muestreo

Existen varios métodos para estudiar la fauna silvestre, los cuales se basan en dos tipos de datos que se obtienen en el campo: datos directos y los datos indirectos. Los datos directos, se refieren a un contacto activo con el animal (visual o auditivo), mostrando una evidencia de la presencia del individuo en ese lugar y en ese momento (Painter et al., 1999, citado por Hernández et al., 2008).

Los datos indirectos se basan en la conjetura de que todos los animales en especial los grandes vertebrados, dejan evidencias en el medio natural de su presencia y sus actividades tales como: excrementos, huellas, restos de pelo o mudas, nidos o madrigueras, de su actividad alimentaria, alteraciones de la vegetación, senderos, cruces y otros (Aranda, 2000; Painter et al., 1999 citados por Hernández et al., 2008). Estas señales indican que una determinada especie ha estado en ese lugar, aunque físicamente no esté presente.

Diferentes autores proponen usar ambas metodologías (los datos directos e indirectos), ya que estos cuando se complementan son más eficaces en determinar la presencia de animales en un área a estudiar. Para el estudio de la fauna presente en el predio, se realizó la metodología de evaluación ecológica adaptada a grupos focales, es decir, una metodología diferente para cada grupo faunístico tomando en cuenta los diferentes tipos de hábitats, las conductas y formas de vida. Los diferentes grupos faunísticos bajo estudio fueron anfibios, reptiles, aves y mamíferos.

La metodología que a continuación se describe fue extraída de Hernández *et al.* (2008).

Prospección

Como método prospectivo y con el objetivo de poder determinar las zonas de muestreo para cada grupo, se realizaron recorridos para la ubicación de transectos lineales en el área. Durante estos recorridos también se realizaron muestreos indirectos de rastros de medianos y grandes mamíferos. Los recorridos se plantearon sobre las brechas, conformando una serie de líneas a cada 150 m de distancia en promedio entre línea y línea, cubriendo casi en su totalidad el área de estudio. La prospección se realizó durante una tarde. La figura siguiente muestra el mapa de los recorridos de prospección.

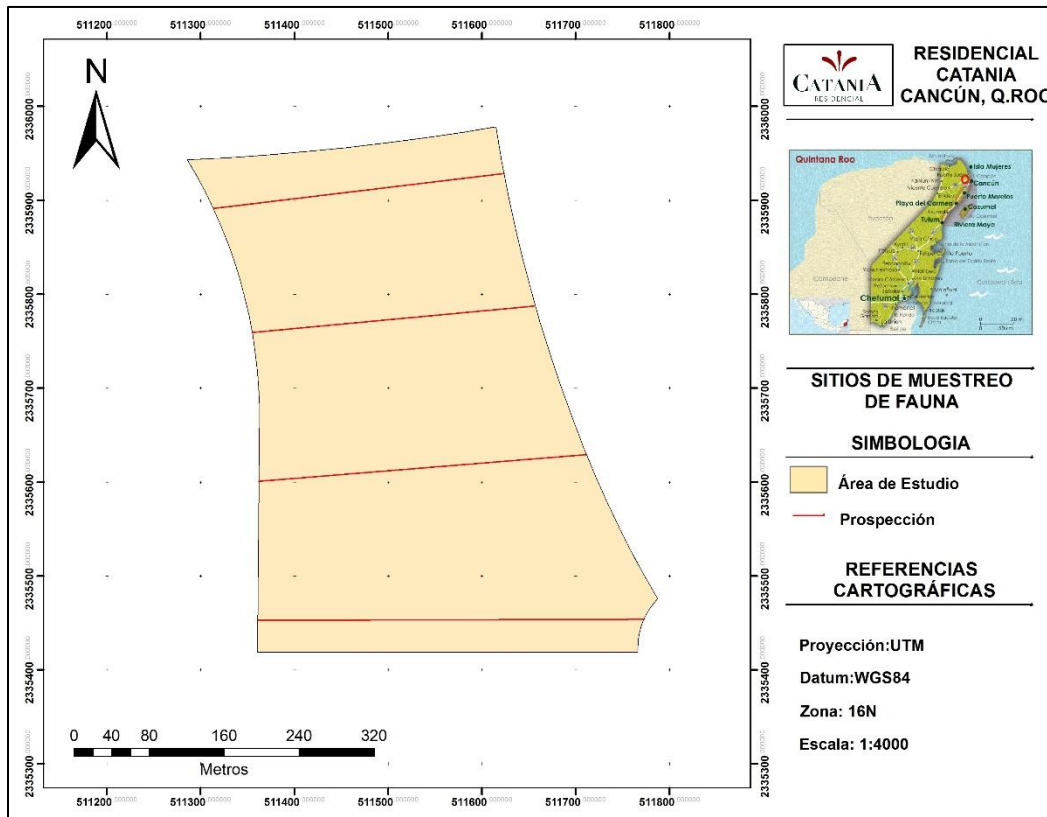


Figura No. 57 Mapa de brechas donde se realizaron los recorridos prospectivos y de búsqueda de rastros de fauna silvestre a lo largo de las brechas.



Figura No. 58 Fotografías de brechas recorridos en búsqueda de fauna silvestre.

El resultado de la prospección, fue la identificación de diferentes fuentes de perturbación, principalmente de tipo auditiva, como son trabajos de construcción generados por maquinaria pesada y ruido de motores provenientes de los fraccionamientos aledaños al área de estudio. Otra fuente de perturbación importante fue la presencia humana regular en la zona, lo que provoca que la fauna sea muy cautelosa.

Una vez realizado los recorridos de prospección y haber determinado el tipo de vegetación del predio se procedió a aplicar las siguientes técnicas de muestreo para cada grupo faunístico.

❖ **Anfibios y reptiles**

Para el estudio de anfibios y reptiles se utilizó el método de búsqueda directa no registrada (Hernández *et al.*, 2008). Dicho método aporta información relativamente rápida de cuáles especies están presentes y de sus abundancias aproximadas en un sitio homogéneo, a través de efectuar caminatas diurnas y nocturnas en búsqueda de anfibios.

El lapso de tiempo entre revisiones fue de 8 horas. En cada revisión se removieron piedras, hojarasca, troncos caídos y otros. Es decir, todos aquellos sitios que pudieran funcionar como refugio para pequeños saurios, serpientes o anfibios. Se planearon capturas solo para identificar y fotografiar a los diferentes ejemplares, para su posterior liberación.



Figura No. 59 Búsqueda de reptiles mediante el uso de pinzas herpetológicas.

❖ Aves

Dada la complejidad que presenta este grupo faunístico, la técnica de monitoreo fue especialmente laboriosa con la finalidad de tener un tamaño de muestra representativo de la riqueza aviar del área de estudio. Por lo cual, fue necesario implementar distintas metodologías de censos para contar con un registro más amplio de este grupo.

De este modo se efectuaron recorridos a través de transectos en puntos y con la ayuda de binocular marca konus con zoom de 8 x 21 se realizaron observaciones, instalando también redes de niebla y/o redes ornitológicas.

Transecto en puntos

Este método consiste en un recorrido lineal a lo largo del cual se establecen puntos de muestreo, donde se registran individuos observados y/o escuchados (Aranda 2000; Sélem-Salas et al. 2004 citados por Hernández, *et al.*, 2008). Existen dos modalidades de los transectos en puntos, pero únicamente se consideró el método capaz de calcular la población. En este método se establece un radio de observación alrededor del punto de muestreo, que para este caso fue de 3 m (debido a la cobertura de la vegetación que permite esa visibilidad) y se cuenta a todos los individuos observados, especificando si se registraron dentro o fuera del radio de observación (Sutherland, 1996 citado por Hernández et al., 2008). A continuación, se presenta la fórmula para obtener densidades poblacionales:

$$D = \frac{n1 + n2}{\pi r^2 m}$$

Donde n1 es el número de animales contados dentro del radio de registro, n2 es el número de animales contados fuera del radio, r es el radio de observación y m es el número de puntos.

Se realizaron recorridos a lo largo de las brechas topográficas, en sentido longitudinal y transversal cubriendo toda el área del terreno. Así se logró realizar un total de 16 puntos de muestreo en 4 brechas horizontales, donde la superficie de cada punto se calculó en 7.07 m².

El Área muestreada en cada punto se calculó con la siguiente fórmula:

$$\text{Área} = \text{Pi} \times r^2 =$$

Donde

Pi=3.1416

R=Radio de cada punto que se estimó en 1.5 metros en promedio.

Área ocupada por cada punto = 3.1416 * 1.5²= 7.07 m².

Área muestreada en los 16 puntos= 113.12m². Cabe resaltar que en cada punto se permaneció un total de 5 minutos.

En cuanto a las brechas se recorrieron 7 (4 brechas horizontales y 3 verticales) y se calculó una amplitud promedio de 3 metros. Así la longitud recorrida fue de 1,815 metros, lo que suma una superficie recorrida de 5,445 m². De esta forma, el área total muestreada por el método de transectos en puntos para localizar aves fue de 5,558.12 m² (5,445m²+113.12 m²).

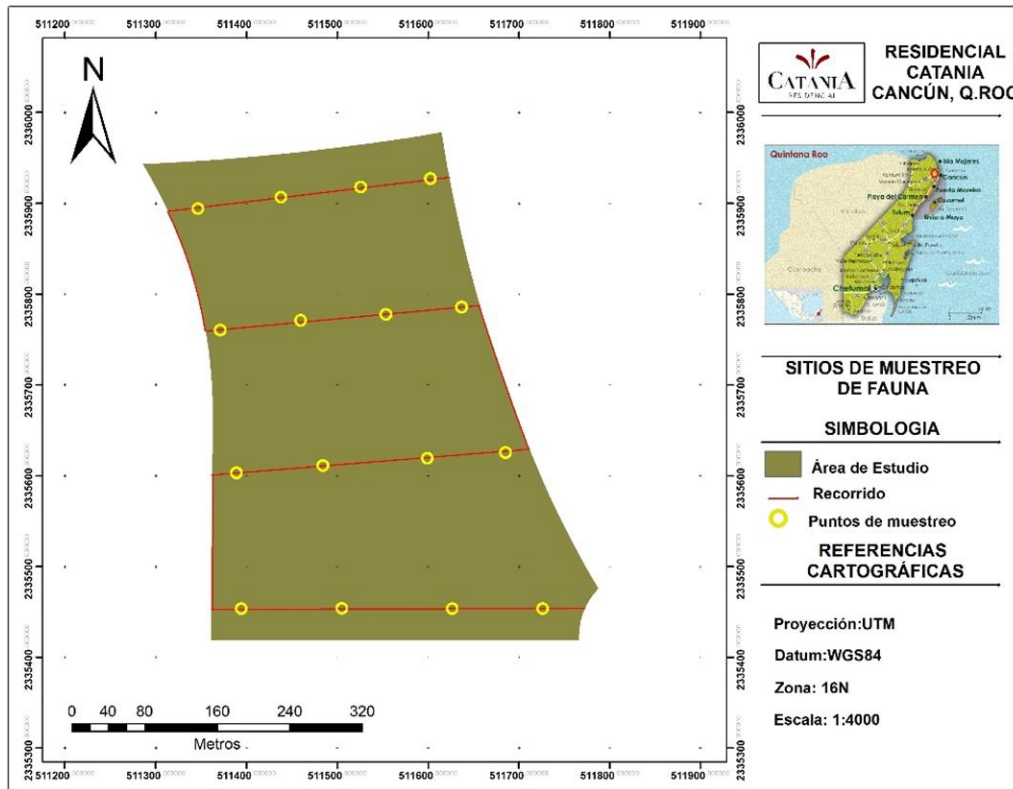


Figura No. 60 Mapa del área de estudio, mostrando los recorridos realizados en el predio y las estaciones de observación por el método de transectos en puntos.

Redes de niebla y/o redes ornitológica

Considerando el tamaño del polígono, por medio de este método, se utilizaron tres redes de niebla de 2.6 x 6 m con malla de 4 bolsillos. Las redes se colocaron durante el día en tres sitios distintos dentro del área de estudio.

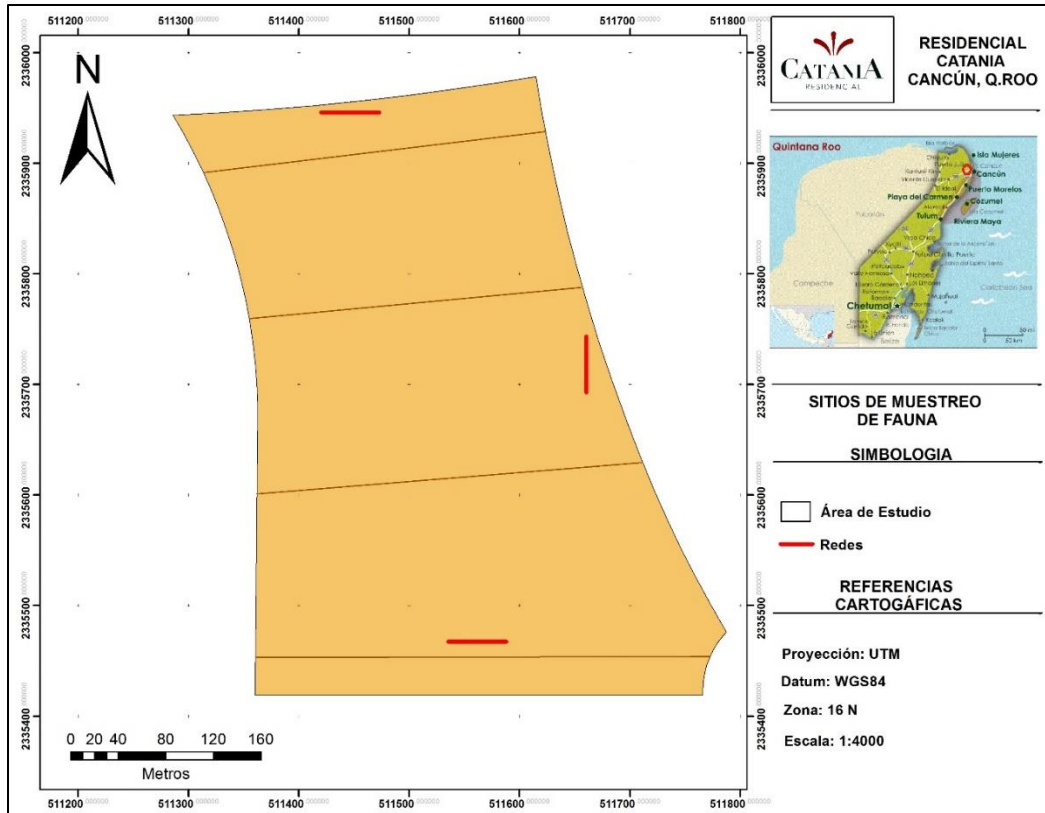


Figura No. 61 Mapa del área de estudio donde se muestra la ubicación de redes de niebla para aves.

En cuanto a las redes ornitológicas, fueron abiertas las primeras horas de la mañana aprovechando el momento de máxima actividad aviar. El horario de apertura de las redes fue de 06:00 a 11:00 hrs y fueron revisadas cada hora. En un día de muestreo.



Figura No. 62 Imagen del tendido de redes de niebla para aves.

Los ejemplares se registraron mediante observación visual, Así mismo se utilizó una cámara digital marca fujifilm, fine pix modelo S5100 para su registro.

El esfuerzo de captura se calculó mediante la siguiente fórmula:

Horas/Red = Número de redes x horas muestreadas x número de días.

Así el esfuerzo de muestreo en un total de Horas /Red = $3 \times 7 \times 1 = 21$ horas/red.

❖ Mamíferos

Para el registro de la mastofauna se diferenciaron subgrupos de acuerdo a sus características ecológicas, lo que requirió la aplicación de diferentes técnicas de muestreo. Los grupos considerados para el muestreo fueron quirópteros (murciélagos), mamíferos pequeños, medianos y grandes.

Quirópteros

Para el estudio de murciélagos se utilizaron redes de niebla de 2.6x6m con malla 38mm de 4 bolsillos. Debido a los hábitos nocturnos de este grupo, las redes fueron abiertas a partir de las 18:00 hrs y fueron revisadas cada hora hasta las 22:00, durante un día.



Figura No. 63 Imagen del tendido de redes de niebla para el muestreo de quirópteros durante la noche.

El esfuerzo de captura se calculó mediante la siguiente fórmula:

Metros/red = Número de redes x longitud de la red x horas muestreadas x número de noches.

Así el esfuerzo de muestreo se calculó en un total de 72 metros/red = $3 \times 6 \times 4 \times 1$.

La ubicación de los sitios de colocación de redes para quirópteros se muestra en la figura.

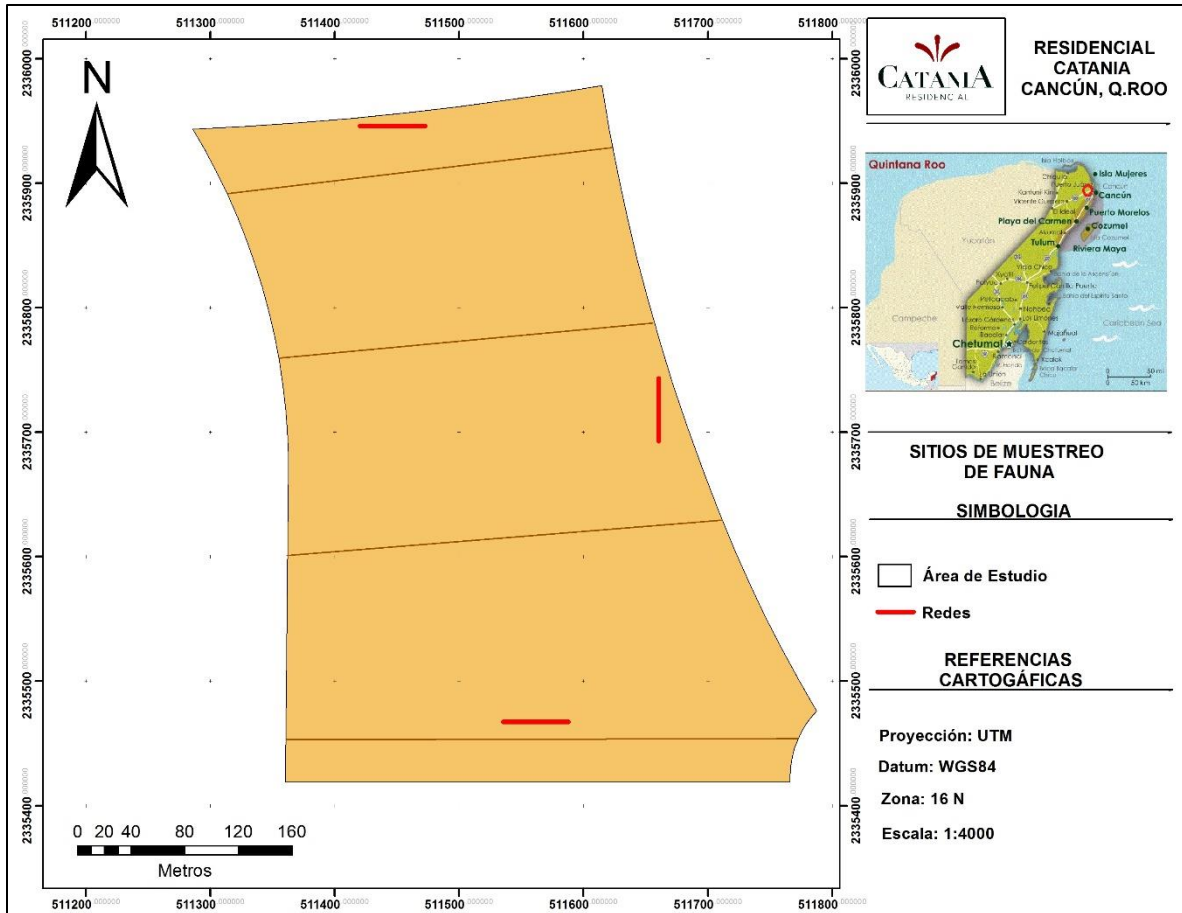


Figura No. 64 Mapa del área de estudio donde se muestra la ubicación de redes de niebla para quirópteros.

Pequeños mamíferos.

Para el muestreo de pequeños mamíferos se utilizaron 4 trampas Sherman, las cuales fueron cebadas con semillas de manzana, girasol, cacahuete y plátano.



Figura No. 65 Muestreo con trampas Sherman. Las trampas fueron ubicadas dentro la vegetación tratando así de simular un refugio para que algún tipo de roedor accediera a ella.

Para el trapeo se seleccionaron zonas de fácil acceso y tratando de tener una distribución homogénea de las trampas. En la figura 40 se muestra la zona de ubicación de las trampas dentro del área del estudio.

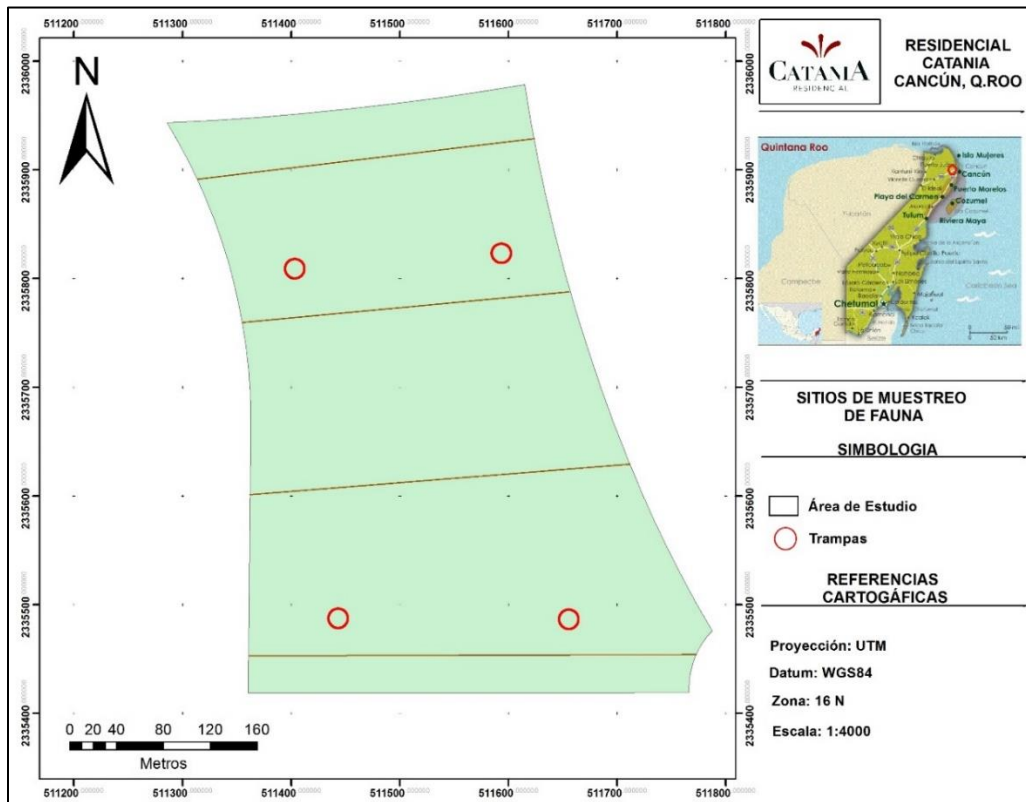


Figura No. 66 Ubicación de las trampas Sherman dentro del área de estudio.

El grupo de 4 trampas fueron colocadas intercaladas (2 en un transecto y 2 en otro transecto), colocándolas aproximadamente a 5 metros de distancia con respecto a las brechas, fueron colocadas al atardecer y revisadas al día siguiente.

Mamíferos medianos y grandes

Para el monitoreo de los mamíferos de talla mediana a grande, se utilizó el método de captura que se describe a continuación:

Captura

El material utilizado para el trapeo de mamíferos medianos y grandes se utilizó una trampa Tomahawk, la cual fue cebada utilizando, atún y plátano. La trampa se colocó en un lugar detectado como posible paso de mamíferos entre la vegetación.

Cabe destacar que la trampa luego de ser activada fue cubierta con ramas tratando de simular un refugio. La trampa fue colocada por la tarde y fue revisada en las primeras horas del día siguiente y por la tarde durante un día.



Figura No. 67 Colocación de la Trampa Tomahawk, y la utilización de plátano y atún como atrayente.

En la siguiente figura puede observarse la ubicación de las trampas utilizadas para la captura para mamíferos medianos y grandes.

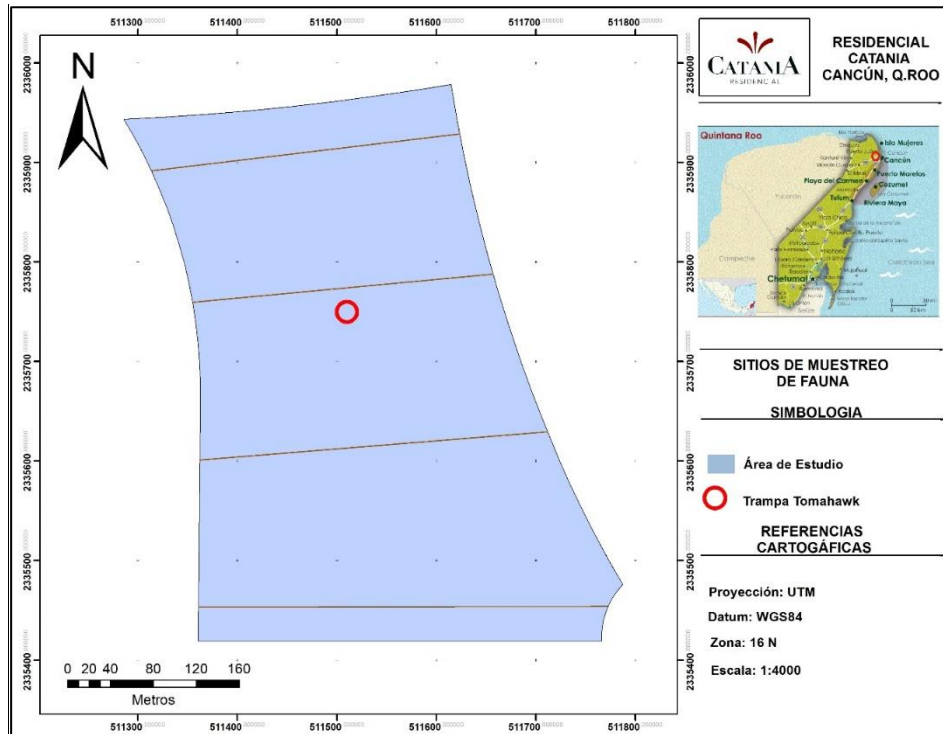


Figura No. 68 Ubicación de Trampa para mamíferos de talla mediana y grande dentro del área de estudio.

Identificación de huellas, excretas y rastros

No se detectaron huellas, excretas ni rastros en los recorridos efectuados principalmente en las primeras horas del día.



Figura No. 69 Imagen de las brechas donde se realizaron los recorridos en búsqueda huellas y excretas.

Tamaño de muestra del estudio faunístico

En resumen, el tamaño de muestra con la red de transectos en puntos para el área de estudio, se presenta en la figura 16. La red de muestreo se forma por un total de 16 puntos con una superficie de 7.07m² cada uno, cubriendo un total de 113.12 m². Además de 4 brechas horizontales y 3 verticales (con 1,815 metros) con una amplitud promedio de 3 m cada uno, lo que hace un gran total de 5,558.12 m².

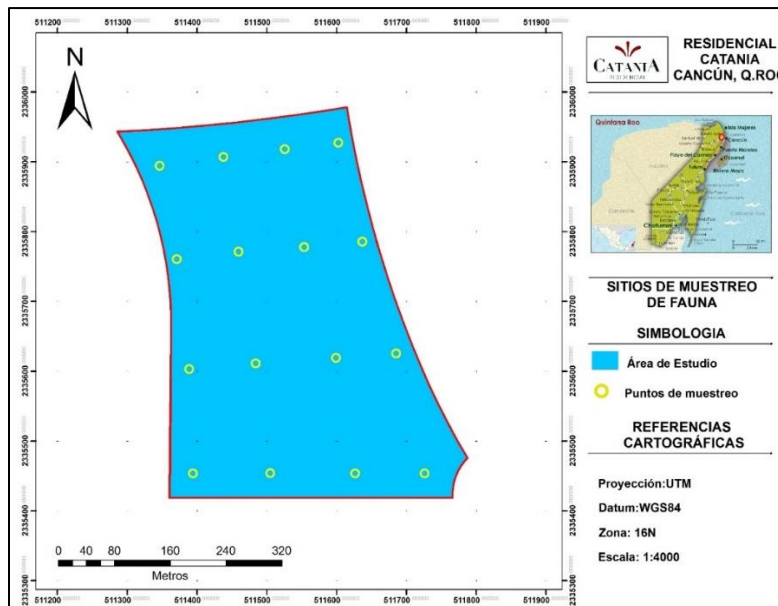


Figura No. 70 Red de muestreo por el método de transectos en puntos.

A esto se suma además el área muestreada mediante el uso de trampas, redes y que se distribuyeron como se señaló para cada grupo.

Determinación taxonómica

Para la identificación de los ejemplares capturados y observados se utilizaron claves especializadas para cada grupo en particular, tales como la Guía de mamíferos de América Central y Sureste de México de Reid (1997); la Guía de aves de México y Norte de América Central de Howell y Webb (1995); Anfibios y Reptiles del mundo Maya de Lee (2000); Guía de anfibios y reptiles de la reserva de la Biosfera de Sian Ka'an de Calderon-Mandujano *et al.* (2008). Para la identificación de huellas, se utilizó la guía especializada de Huellas y rastros de mamíferos grandes y medianos de México de Aranda (2000).

Análisis de resultados

Con los datos obtenidos en campo de los recorridos de transectos en puntos se calcularon los parámetros de la comunidad faunística que a continuación se describen, utilizando las siguientes fórmulas:

Riqueza Específica:

Es el número de especies que conforman la comunidad de una determinada área y se define con la letra "S".

Abundancia

En un sentido estricto la abundancia se define también como el número de individuos de cada especie existente en un determinado lugar. Una forma de evaluar este aspecto es la densidad.

Densidad

a densidad es un parámetro que también permite conocer la abundancia de una especie. La densidad definida con la letra "D" es el número de individuos de una especie presentes en un área determinada, este parámetro puede expresarse de forma relativa "Dr" o absoluta "Da".

La densidad relativa se refiere a la proporción en número de individuos de una especie con relación al resto, se expresa en porcentaje y se calcula con la siguiente fórmula:

$$Dr = \frac{\text{No. de individuos de la especie "X"} \times 100}{\text{Total de individuos de todas las especies}}$$

La densidad absoluta es el número de individuos de una especie "X" presente en un área determinada, extrapolada al área total del predio y se calculó con la siguiente fórmula:

$$Da = \frac{\text{No. de individuos de la especie "X"} \times \text{área total}}{\text{área total}}$$

Área muestreada en m²

Frecuencia

La frecuencia se define como la probabilidad de encontrar una especie en una unidad de muestreo, es decir, es el número de unidades de muestreo en la que una especie está presente, por tanto la Frecuencia relativa (Fr), pondera el número de veces en que es encontrada una especie en relación al resto de las especies y es una medida porcentual que se calculó con la siguiente fórmula:

$$Fr = \frac{\text{Frecuencia de la especie "X"} \times 100}{\text{Suma de los valores de frecuencia de todas las especies}}$$

Índices de Valor de Importancia (I.V.I.)

El índice de valor de importancia es el parámetro que mide el valor de las especies en base a dos parámetros: densidad y frecuencia. El índice de valor de importancia (I.V.I.) es la suma de estos dos parámetros. Este valor revela la importancia ecológica relativa de cada especie en una comunidad. El I.V.I se considera que es un mejor descriptor que cualquiera de los parámetros utilizados individualmente. Para obtener el I.V.I. se transformaron los datos de densidad y frecuencia a valores relativos. La suma total de los valores relativos de cada parámetro es igual a 100. Por lo tanto, la suma total de los valores del I.V.I. es igual a 200. Una vez que los datos se expresaron como la sumatoria de los valores de abundancia y frecuencia relativas de cada especie, se ordenaron de mayor a menor, para obtener así el Orden del Índice de Valor de Importancia Relativa (OIR) de las especies registradas, donde se compara cada especie con respecto a las restantes.

$$I.V.I = \text{Densidad relativa} + \text{Frecuencia relativa}$$

Índice de Diversidad

La diversidad de especies, en su definición, considera tanto al número de especies (riqueza), como el número de individuos (abundancia) de cada especie existente en un determinado lugar. El índice de diversidad permite evaluar numéricamente la relación entre la riqueza y la abundancia de especies. El índice de Simpson es la probabilidad numérica de que dos individuos elegidos al azar en una población sean de la misma especie. Para medir la diversidad en la comunidad faunística motivo del presente estudio se utilizó el Índice de Simpson con la siguiente fórmula:

S

$$\text{Índice de Simpson (D)} = 1 - \sum_{i=1} (p_i)^2$$

Dónde:

S= Riqueza específica de la comunidad.

p_i = Proporción de individuos de la especie i en la comunidad = Número de individuos de la especie "X" / Número total de individuos.

Equitabilidad toma valores entre 0 y 1 y compara los valores de diversidad observados y la diversidad máxima que es un supuesto que implica que todas las especies tengan un mismo número de individuos. La equitabilidad se calculó como:

$$E = D / D \text{ max.}$$

Dónde:

D=Diversidad y D max es la diversidad máxima.

V.3.6.2.Resultados

Presencia y Riqueza específica (S)

Se registró un total de 21 especies repartidas en 13 órdenes y 18 familias. De las 21 especies, 3 representan al grupo de reptiles, 15 al grupo de aves y 3 para el grupo de mamíferos.

Cuadro No. 69 Listado de fauna presente en área de estudio.

Reptiles			
Orden	Familia	Especie	Nombre común
Squamata	Polychrotidae	<i>Anolis sp</i>	Lagartija escamosa
	Colubridae	<i>Leptophis ahaetulla</i>	Ranera
	Corytophanidae	<i>Basiliscus basiliscus</i>	Teterete
1	3	S=3	
Aves			
Passeriforme	Corvidae	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Chara yucateca
	Icteridae	<i>Icterus auratus</i>	Bolsero yucateco
		<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate

	Emberizidae	<i>Arremonops rufivirgatus</i>	Gorrión oliváceo
	Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis grande
Piciforme	Ramphastidae	<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero lineado
Apodiforme	Trochilidae	<i>Amazilia yucatanensis</i>	Colibrí pechicanelo
Columbiforme	Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma alas blancas
Psittaciforme	Psittacidae	<i>Amazona albifrons</i>	Loro frentiblanco
Galliforme	Cracidae	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca
Falconiforme	Accipitridae	<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo americano
Ciconiforme	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Aura cabeza roja
Accipitriforme	Accipitridae	<i>Buteo magnirostris</i>	Aguililla caminera
Caprimulgiforme	Caprimulgidae	<i>Caprimulgus badius</i>	Tapacamino huil
		<i>Chordeiles acutipennis</i>	Chotacabras menor
10	13	S=15	
Mamíferos			
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Artibeus lituratus</i>	Murciélago frutero gigante
		<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murciélago frutero de Jamaica
Rodentia	Dasyproctidae	<i>Dasyprocta punctata</i>	Sereque
2	2	S=3	
13	18	S=21	

Por otro lado, en el análisis de grupos resultó que los grupos menos representativos fueron los mamíferos y los reptiles con un 14 %, y el más importante en términos de riqueza específica son las aves con un 72 %.

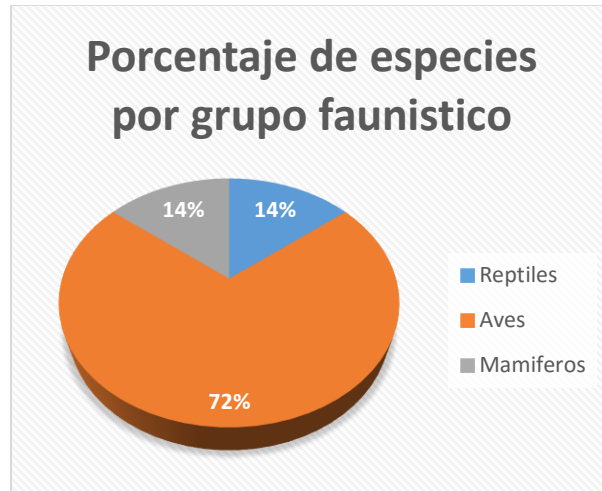


Figura No. 71 Porcentaje de especies por grupo faunístico.

Especies en la NOM. 059-SEMARNAT-2010

De las 21 especies registradas, ***Amazona albifrons*** (Loro frentiblanco) y ***Leptophis ahaetulla*** (Ranera) se enlistan en la NOM-059-SEMARNAT-2010, la primera especie en la categoría de protección especial (Pr), y la segunda especie en la categoría de Amenazada (A).

Distribución

Cabe señalar que quince de las especies fueron registradas por medio de transectos en puntos, seis especies fueron registradas por red, y los métodos empleados como trampas Tomahawk y Sherman, su eficiencia fue nula.

Con base en los resultados obtenidos de los recorridos se observó que la distribución de los diferentes grupos es relativamente homogénea sobre el predio, con base a la distribución no es posible detectar áreas que puedan ser de importancia relevante para alguno de los diferentes grupos faunísticos presentes en el sitio

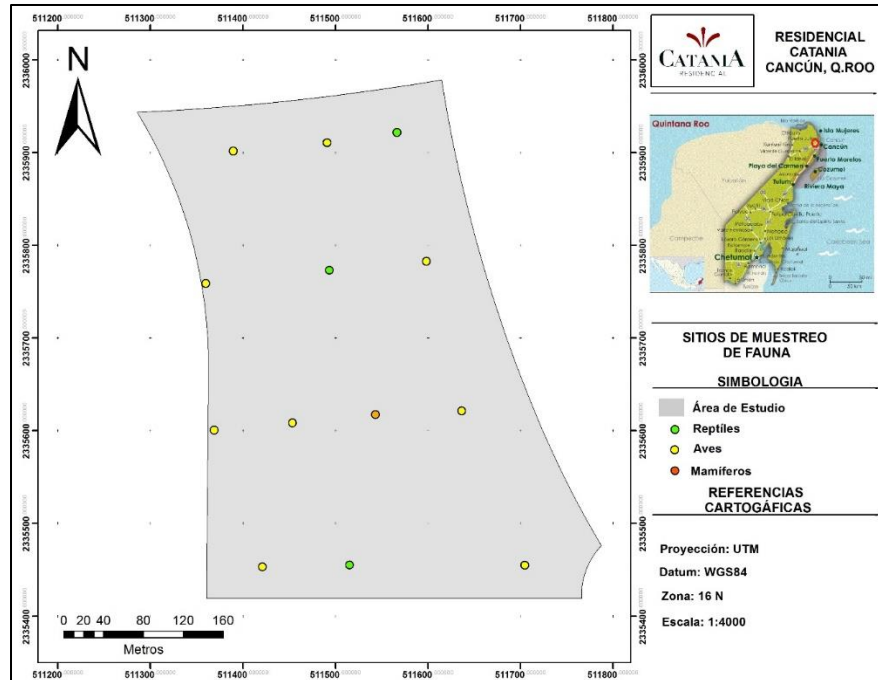


Figura No. 72 Mapa de distribución de los registros de los diferentes grupos faunísticos presentes en el área de estudio.

Abundancia por grupo

REPTILES

En el área de estudio se registraron 3 especies de herpetofauna, las cuales representan a 1 órdenes y 3 familias. Las especies reportadas se identificaron en base a sus características morfológicas observadas, su forma de vida y el hábitat donde fueron observados.

Cuadro No. 70 Listado de reptiles registrados en el área de estudio.

Reptiles					
Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	
Squamata	Polychrotidae	<i>Anolis sp</i>	Lagartija escamosa		
	Colubridae	<i>Leptophis ahaetulla</i>	Ranera	A	E
	Corytophanidae	<i>Basiliscus basiliscus</i>	Teterete		
1	3	S=3			

A continuación, se presentan fotografías de algunas de las especies de reptiles registradas en el área de estudio.



Anolis sp.



Basiliscus basiliscus

Figura No. 73 Especies de reptiles registradas en el área de estudio.

AVES

Para este grupo se registraron 15 especies repartidas en 10 órdenes y 13 familias. De estas solo la especie ***Amazona albifrons*** es mencionada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, en la categoría de Protección especial (Pr), no endémica (NE).

Cuadro No. 71 Listado de la avifauna registrado en el área de estudio y su reporte en la NOM-059-SEMARNAT-2010, Pr= Protección especial, NE= No Endémica.

Aves					
Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	
Passeriforme	Corvidae	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Chara yucateca		
	Icteridae	<i>Icterus auratus</i>	Bolsero yucateco		
		<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate		
	Emberizidae	<i>Arremonops rufivirgatus</i>	Gorrión oliváceo		
	Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis grande		
Piciforme	Ramphastidae	<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero lineado		
Apodiforme	Trochilidae	<i>Amazilia yucatanensis</i>	Colibrí pechicanelo		
Columbiforme	Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma alas blancas		
Psittaciforme	Psittacidae	<i>Amazona albifrons</i>	Loro frentiblanco	Pr	NE
Galliforme	Cracidae	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca		
Falconiforme	Accipitridae	<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo americano		
Ciconiforme	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Aura cabeza roja		

Accipitriforme	Accipitridae	<i>Buteo magnirostris</i>	Aguililla caminera		
		<i>Caprimulgus badius</i>	Tapacamino huil		
Caprimulgiforme	Caprimulgidae	<i>Chordeiles acutipennis</i>	Chotacabras menor		
10	13	S=15			

De las especies registradas según MacKinnon, (2009), ***Cyanocorax yucatanicus*** (Chara yucateca) es una especie endémica y las restantes son especies residentes, es decir, aquellas especies que se reproducen y que se encuentran en México durante todas las estaciones del año.

A continuación, se muestran algunas imágenes de las especies reportadas.



Arremonops rufivirgatus (Gorrión oliváceo)



Chordeiles acutipennis (Chotacabras menor)



Ortalis vetula (Chachalaca)



Cyanocorax yucatanicus (Chara yucateca)

Figura No. 74 Imágenes de especies de aves registradas en el área de estudio.

MAMÍFEROS

En el área de estudio se registró la especie *Dasyprocta punctata* (Sereque) y fue por medio de avistamiento de una cría. Por ello se podría suponer que en el área de estudio se encuentren más individuos.

Por otra parte, se registraron dos especies de murciélagos (*Artibeus lituratus* y *Artibeus jamaicensis*), las cuales fueron capturadas por medio de una red de niebla, y una vez registradas fueron liberadas.

Cabe destacar también que, de las especies de mamíferos registradas, ninguna de ellas se encuentra en alguna categoría de la **NOM-059-SEMARNAT-2010**.

Cuadro No. 72 Listado de mamíferos registrados en el área de estudio.

Mamíferos			
Orden	Familia	Especie	Nombre común
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Artibeus lituratus</i>	Murciélago frutero gigante
		<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murciélago frutero de Jamaica
Rodentia	Dasyproctidae	<i>Dasyprocta punctata</i>	Sereque
2	2	S=3	
13	18	S=21	



Artibeus lituratus (Murciélago frutero gigante)



Artibeus jamaicensis (Murciélago frutero de jamaica)

Figura No. 75 Especies de murciélagos presentes en la zona de estudio.

Índices del valor de importancia (I.V.I)

Con los resultados de los registros por transectos en puntos se calcularon las densidades absolutas y relativas para todas las especies registradas, así como las frecuencias. Con esto se evaluó la importancia ecológica por especie. Así resultó que, de las 11 especies registradas por este método, la especie *Quiscalus mexicanus* es la más importante y junto con *Ortalis vetula*, *Caprimulgus badius* y *Cyanocorax yucatanicus*, son las que obtuvieron el mayor índice de valor de importancia.

Cuadro No. 73 Índices del Valor de Importancia de la fauna registrada en los transectos en puntos.

OIR	Familia	Nombre científico	Nombre Común	Dr	Fr	IVI
1	Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate	18.18	7.14	25.32
2	Cracidae	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca	6.82	10.71	17.53
3	Caprimulgidae	<i>Caprimulgus badius</i>	Tapacamino huil	6.82	7.14	13.96
4	Corvidae	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Chara yucateca	9.09	3.57	12.66
5	Polychrotidae	<i>Anolis sp</i>	Lagartija escamosa	4.55	7.14	11.69
6	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Aura cabeza roja	4.55	7.14	11.69
7	Accipitridae	<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo americano	4.55	7.14	11.69
8	Phyllostomidae	<i>Artibeus lituratus</i>	Murcielago frutero gigante	6.82	3.57	10.39
9	Psittacidae	<i>Amazona albifrons</i>	Loro frentiblanco	6.82	3.57	10.39
10	Phyllostomidae	<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murcielago frutero de jamaica	4.55	3.57	8.12
11	Icteridae	<i>Icterus auratus</i>	Bolsero yucateco	4.55	3.57	8.12
12	Colubridae	<i>Leptophis ahaetulla</i>	Ranera	2.27	3.57	5.84
13	Corytophanidae	<i>Basiliscus basiliscus</i>	Teterete	2.27	3.57	5.84
14	Dasyproctidae	<i>Dasyprocta punctata</i>	Sereque	2.27	3.57	5.84
15	Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis grande	2.27	3.57	5.84
16	Trochilidae	<i>Amazilia yucatanensis</i>	Colibrí pechicanelo	2.27	3.57	5.84
17	Ramphastidae	<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero lineado	2.27	3.57	5.84
18	Emberizidae	<i>Arremonops rufivirgatus</i>	Gorrión oliváceo	2.27	3.57	5.84
19	Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma alas blancas	2.27	3.57	5.84
20	Caprimulgidae	<i>Chordeiles acutipennis</i>	Chotacabras menor	2.27	3.57	5.84
21	Accipitridae	<i>Buteo magnirostris</i>	Aguililla caminera	2.27	3.57	5.84



Figura No. 76 Índice de Valor de Importancia de la fauna registrada en los transectos en puntos.

En la figura anterior se puede observar que en términos de importancia se observan 8 grupos en la fauna presente en el área de estudio. Representados de la siguiente forma:

- Primer grupo formado por la especie 1 de OIR, que es la más representativa.
- Segundo grupo formado por la especie 2 de OIR
- Tercer grupo formado por la especie 3 de OIR
- Cuarto grupo formado por la especie 4 de OIR
- Quinto grupo formado por las especies 5 a 7.
- Sexto grupo formado por las especies 8 y 9
- Séptimo grupo formado por las especies 10 y 11
- Octavo grupo formado por las especies 12 a 21

Densidad absoluta

En la tabla siguiente se observa los valores de densidad absoluta calculada para cada especie registrada por método de transectos en puntos.

Cuadro No. 74 Densidad absoluta para la fauna silvestre presente en el área de estudio.

Nombre científico	Nombre Común	Da (num l/m ²)	Da (num l/Ha)
<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate	0.001439336	707.9646018
<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca	0.000539751	265.4867257
<i>Caprimulgus badius</i>	Tapacamino huil	0.000539751	265.4867257
<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Chara yucateca	0.000719668	176.9911504
<i>Anolis sp</i>	Lagartija escamosa	0.000359834	3.598339007
<i>Cathartes aura</i>	Aura cabeza roja	0.000359834	176.9911504

<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo americano	0.000359834	176.9911504
<i>Artibeus lituratus</i>	Murciélago frutero gigante	0.000539751	5.39750851
<i>Amazona albifrons</i>	Loro frentiblanco	0.000539751	265.4867257
<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murciélago frutero de Jamaica	0.000359834	3.598339007
<i>Icterus auratus</i>	Bolsero yucateco	0.000359834	176.9911504
<i>Leptophis ahaetulla</i>	Ranera	0.000179917	1.799169503
<i>Basiliscus basiliscus</i>	Teterete	0.000179917	1.799169503
<i>Dasyprocta punctata</i>	Sereque	0.000179917	1.799169503
<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis grande	0.000179917	88.49557522
<i>Amazilia yucatanensis</i>	Colibrí pechicanelo	0.000179917	88.49557522
<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero lineado	0.000179917	88.49557522
<i>Arremonops rufivirgatus</i>	Gorrión oliváceo	0.000179917	88.49557522
<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma alas blancas	0.000179917	88.49557522
<i>Chordeiles acutipennis</i>	Chotacabras menor	0.000179917	88.49557522
<i>Buteo magnirostris</i>	Aguililla caminera	0.000179917	88.49557522

Índices de diversidad y equitabilidad

El índice de diversidad de Simpson señaló que aun cuando es una comunidad faunística con una riqueza específica mediana (comparada con la riqueza específica reportada para el municipio de Benito Juárez), es una comunidad relativamente diversa, ya que su índice de diversidad es cercano a 1 que es el valor más alto. Por otro lado, se calculó también una equitabilidad cercana a 1, lo que señala una mediana dominancia específica, es decir el grupo de mayor importancia no es tan dominante.

Cuadro No. 75 Índice de diversidad de Simpson

Indice	Valor
D=	0.81377551
Dmax=	0.952380952
E=	0.854464286
s=	21

VI. ESTIMACION DEL VOLUMEN POR ESPECIE DE LAS MATERIAS PRIMAS FORESTALES DERIVADAS DEL CAMBIO DE USO DE SUELO

VI.1. Volumen estimado por unidad de superficie.

En la estimación de volumen para el predio se calcula que existen alrededor de 35.357 m³/Ha vta, de los cuales el estrato arbóreo aporta 19.067 m³ v.t.a. (54%) y el saldo el estrato arbustivo, que son 16.290 m³ v.t.a (46%).

La especie más relevante por su aportación es *Lysiloma latisiliquum* como consecuencia de su importancia en el predio como se ha demostrado en este estudio, aportando el 23.49% del volumen total estimado por unidad de superficie. La otra especie que le sigue es *Metopium brownei* con el 13.02%

Cuadro No. 76 Volumen por estrato y por especie.

NOMBRE	ESPECIE	VOL m ³ /Ha			%
		ARBORE O	ARBUSTI VO	TOTAL	
Tzalam	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	7.91	0.40	8.31	23.49
Chechen negro	<i>Metopium brownei</i>	4.57	0.04	4.60	13.02
Ya'axnik	<i>Vitex gaumeri</i>	1.87	1.60	3.46	9.80
Kanazin	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	0.14	2.03	2.17	6.12
Sac away	<i>Ficus maxima</i>	0.12	1.63	1.75	4.95
Chaca	<i>Bursera simaruba</i>	0.24	1.45	1.69	4.78
Jabin	<i>Piscidia piscipula</i>	1.29	0.34	1.63	4.61
Chicozapote	<i>Manilkara sapota</i>	1.10	0.02	1.12	3.16
Laurelillo	<i>Nectanda salicifolia</i>	-	1.11	1.11	3.14
Sac chaca	<i>Dendropanax arboreus</i>	-	1.07	1.07	3.02
Dzidzilyah	<i>Bumelia persimilis</i>	0.51	0.34	0.84	2.39
Uchulche	<i>Diospyrus verae-crucis</i>	-	0.79	0.79	2.23
Akitz	<i>Thevetia gaumeri</i>	-	0.69	0.69	1.96
Silil	<i>Dyospiros cuneata</i>	-	0.64	0.64	1.81
Dzidzilche	<i>Gymnopodium floribundum</i>	-	0.58	0.58	1.65
Mahajua	<i>Hampea trilobata</i>	-	0.57	0.57	1.61
Boob	<i>Coccoloba spicata</i>	0.10	0.41	0.51	1.44
Toh yub	<i>Coccoloba acapulcensis</i>	-	0.44	0.44	1.23
Katalox	<i>Swartzia cubensis</i>	0.08	0.31	0.39	1.09
Circote	<i>Cordia dodecandra</i>	0.38	-	0.38	1.09
Tsurutok	<i>Bahuinia jenningsii</i>	0.37	-	0.37	1.06
Kantunbob	<i>Melapodium gracile</i>	-	0.29	0.29	0.83
Negrito	<i>Simarouba glauca</i>	0.05	0.23	0.29	0.82

NOMBRE	ESPECIE	VOL m3/Ha			%
		ARBOREO	ARBUSTIVO	TOTAL	
Chauche	<i>Laethia tamnia</i>	-	0.15	0.15	0.43
Chi'keej	<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	-	0.15	0.15	0.41
Pim	<i>Ceiba schottii</i>	0.08	0.06	0.14	0.40
Copochi'b	<i>Ficus cotinifolia</i>	0.04	0.09	0.13	0.36
Perescutz	<i>Croton reflexifolia</i>	-	0.10	0.10	0.29
Pomolche	<i>Jatropha gaumeri</i>	-	0.09	0.09	0.25
Kekenche	<i>Esembeckia pentaphylla</i>	-	0.08	0.08	0.24
Okin sucum	<i>Kuanophyllum albicaulis</i>	-	0.08	0.08	0.23
Tasta'ab (manzanillo)	<i>Guettarda combsii</i>	-	0.08	0.08	0.22
Chocolatera	<i>Ficus tecolutensis</i>	-	0.07	0.07	0.21
Ekuleb	<i>Drypetes lateriflora</i>	0.07	-	0.07	0.19
Pom	<i>Protium copal</i>	0.06	-	0.06	0.17
Huayuncox	<i>Exothea diphylla</i>	0.06	-	0.06	0.16
Pechquitan	<i>Randia aculeata</i>	-	0.05	0.05	0.15
Sac niche	<i>Calyptantres pallens</i>	-	0.05	0.05	0.15
Uspib	<i>Couepia polyandra</i>	-	0.05	0.05	0.13
Kantunchunbob	<i>Coccoloba diversifolia</i>	0.04	-	0.04	0.11
Subin	<i>Acacia cornigera</i>	-	0.04	0.04	0.10
Ik bach	<i>Allophylus cominia</i>	-	0.03	0.03	0.09
Chacniche	<i>Colubrina greggii var. yucatanensis</i>	-	0.03	0.03	0.09
Chok che	<i>Pithecellobium stevensonii</i>	-	0.03	0.03	0.07
Bec che	<i>Hypocratea excelsa</i>	-	0.02	0.02	0.07
Tulipancillo	<i>Malvabiscus arboreus</i>	-	0.01	0.01	0.04
Tamay	<i>Zuelania guidonia</i>	-	0.01	0.01	0.04
Lengua de vaca	<i>Sansevieria hyacinthoides</i>	-	0.01	0.01	0.04
Sipche	<i>Bunchosia glandulosa</i>	-	0.01	0.01	0.03
Bayal	<i>Ottoschulzia pallida</i>	-	0.01	0.01	0.02
Boxcanan	<i>Cydista potosina</i>	-	-	-	-
Chamalche	<i>Parathesis cubana</i>	-	-	-	-
Chen ak	<i>Serjania yucatanensis</i>	-	-	-	-
Chi'ibob	<i>Coccoloba cozumelensis</i>	-	-	-	-
Coke	<i>Smilax spinosa</i>	-	-	-	-
Elemuy	<i>Malmea depressa</i>	-	-	-	-
Maculis	<i>Tabebuia rosea</i>	-	-	-	-
Tadzi	<i>Neea psychotrioides</i>	-	-	-	-
Tres lomos	<i>Serjania goniocarpa</i>	-	-	-	-

NOMBRE	ESPECIE	VOL m3/Ha			%
		ARBOREO	ARBUSTIVO	TOTAL	
Tzo bach	<i>Stizophyllum riparium</i>	-	-	-	-
Xpaj sakán	<i>Serjania adiantoides</i>	-	-	-	-
		19.067	16.290	35.357	100.000

En el gráfico se puede observar como la aportación de volumen para *Lysiloma latisiliquum* y *Metopium brownei*, está apuntalada en buena medida por el estrato arbóreo.

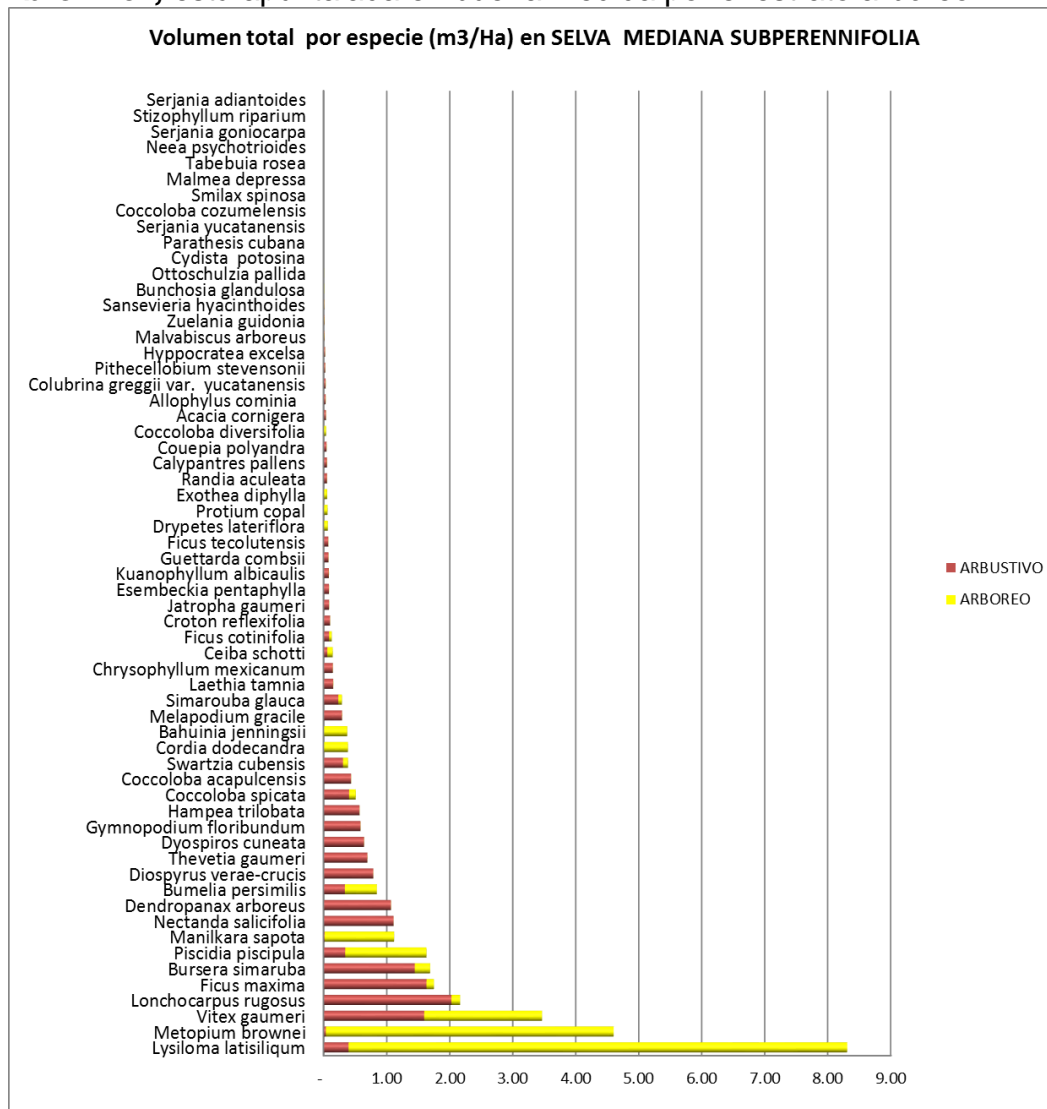


Figura No. 77 Volumen total por especie y por estrato.

Con el objeto de establecer los parámetros generales de una hectáreas tipo, a continuación se presenta un cuadro con los principales parámetros estimados por especie y estrato, incluido el volumen.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD “A” PARA EL CAMBIO DE USO DEL SUELO
“LOTIFICACIÓN RESIDENCIAL CATANIA”; BENITO JUAREZ, QUINTANA ROO**

Cuadro No. 77 Hectárea tipo en selva medianas subperennifolia.

ESPECIE	NOMBRE CIENTÍFICO	DIAM (cm)	ALT (m)	ARBÓREO			ARBUSTIVO			HERBÁCEO			TOTAL		
				N	AB	VTA	N	AB	VTA	N	AB	VTA	N	AB	VTA
Kanazin	Lonchocarpus rugosus	3.25	4.33	-	-	-	375	0.362 0	0.694	-			375	0.362	0.694
Mahajua	Hampea trilobata	1.60	1.50	-	-	-	25	0.009 5	0.008	156			181	0.010	0.008
Laurelillo	Nectanda salicifolia	2.15	3.15	-	-	-	50	0.018 2	0.023	-			50	0.018	0.023
Chaca	Bursera simaruba	3.78	4.19	3	0.021 2	0.104	325	0.243 2	0.405	156			484	0.264	0.509
Sac away	Ficus maxima	1.43	0.80	-	-	-	-	-	-	1,094			1,094	-	-
Silil	Dyospiros cuneata	4.77	4.81	5	0.053 3	0.243	650	0.767 7	1.447	-			655	0.821	1.689
Uchulche	Diospyrus verae-crucis	2.90	4.70	-	-	-	25	0.016 5	0.031	-			25	0.017	0.031
Akitz	Thevetia gaumeri	1.00	0.80	-	-	-	-	-	-	156			156	-	-
Sac chaca	Dendropanax arboreus	2.62	4.48	-	-	-	150	0.082 4	0.152	-			150	0.082	0.152
Dzidzilche	Gymnopodium floribundum	14.22	8.04	31	0.740 1	4.565	50	0.020 4	0.037	469			550	0.760	4.602
Boob	Coccoloba spicata	1.00	0.60	-	-	-	-	-	-	313			313	-	-
Ya'axnik	Vitex gaumeri	14.24	6.74	15	0.339 1	1.100	25	0.012 3	0.018	156			196	0.351	1.118
Chauche	Laethia tamnia	1.00	0.80	-	-	-	-	-	-	313			313	-	-
Kantunbob	Melapodium gracile	3.27	3.07	-	-	-	50	0.080 8	0.146	156			206	0.081	0.146
Perescutz	Croton reflexifolia	1.86	2.42	-	-	-	75	0.018 6	0.026	313			388	0.019	0.026
Dzidzilayah	Bumelia persimilis	2.60	4.43	-	-	-	75	0.041 2	0.074	-			75	0.041	0.074
Katalox	Swartzia cubensis	24.90	11.80	1	0.060 9	0.385	-	-	-	-			1	0.061	0.385

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "A" PARA EL CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERENOS FORESTALES
"LOTIFICACIÓN CATANIA RESIDENCIAL"; BENITO JUAREZ, QUINTANA ROO

ESPECIE	NOMBRE CIENTÍFICO	DIAM (cm)	ALT (m)	ARBÓREO			ARBUSTIVO			HERBÁCEO			TOTAL		
				N	AB	VTA	N	AB	VTA	N	AB	VTA	N	AB	VTA
Chok che	<i>Pithecellobium stevensonii</i>	1.00	0.55	-	-	-	-	-	-	313			313	-	-
Chocolatera	<i>Ficus tecolutensis</i>	4.98	4.22	1	0.010 8	0.039	75	0.058 8	0.089	-			76	0.070	0.128
Copochi'b	<i>Ficus cotinifolia</i>	3.01	3.98	-	-	-	350	0.319 0	0.585	313			663	0.319	0.585
Kekenche	<i>Esembeckia pentaphylla</i>	8.58	7.03	9	0.101 6	0.505	125	0.142 2	0.338	-			134	0.244	0.843
Sac niche	<i>Calypantes pallens</i>	11.40	8.10	1	0.012 8	0.066	-	-	-	-			1	0.013	0.066
Tasta'ab (manzanillo)	<i>Guettarda combsii</i>	1.00	0.70	-	-	-	-	-	-	313			313	-	-
Tzalam	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	11.10	7.20	1	0.012 1	0.055	-	-	-	-			1	0.012	0.055
Bec che	<i>Hypocratea excelsa</i>	2.20	4.10	-	-	-	50	0.019 0	0.031	-			50	0.019	0.031
Chechen negro	<i>Metopium brownei</i>	14.06	7.68	14	0.284 8	1.287	50	0.144 5	0.344	-			64	0.429	1.631
Chi'keej	<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	3.25	4.41	3	0.026 4	0.136	1,025	0.969 1	2.029	1,250			2,278	0.995	2.165
Ik bach	<i>Allophylus cominia</i>	3.38	4.35	-	-	-	150	0.151 4	0.292	-			150	0.151	0.292
Jabin	<i>Piscidia piscipula</i>	12.70	4.00	1	0.015 8	0.038	-	-	-	-			1	0.016	0.038
Lengua de vaca	<i>Sansevieria hyacinthoides</i>	5.27	5.13	1	0.015 3	0.078	100	0.145 6	0.308	156			258	0.161	0.386
Negrito	<i>Simarouba glauca</i>	2.70	4.57	-	-	-	75	0.045 0	0.085	-			75	0.045	0.085
Okin sucum	<i>Kuanophyllum albicaulis</i>	2.86	4.16	-	-	-	675	0.556 6	1.110	625			1,300	0.557	1.110
Pechquitan	<i>Randia aculeata</i>	1.55	3.45	-	-	-	50	0.009 7	0.013	-			50	0.010	0.013
Pim	<i>Ceiba schotti</i>	1.00	0.90	-	-	-	-	-	-	156			156	-	-

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "A" PARA EL CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERENOS FORESTALES
"LOTIFICACIÓN CATANIA RESIDENCIAL"; BENITO JUAREZ, QUINTANA ROO

ESPECIE	NOMBRE CIENTÍFICO	DIAM (cm)	ALT (m)	ARBÓREO			ARBUSTIVO			HERBÁCEO			TOTAL		
				N	AB	VTA	N	AB	VTA	N	AB	VTA	N	AB	VTA
Toh yub	Coccoloba acapulcensis	2.37	3.80	-	-	-	725	0.3513	0.570	156			881	0.351	0.570
Bayal	Ottoschulzia pallida	7.13	5.53	1	0.0119	0.054	50	0.1175	0.235	-			51	0.129	0.289
Chacniche	Colubrina greggii var. yucatanensis	3.25	5.00	-	-	-	50	0.0415	0.083	-			50	0.041	0.083
Chicozapote	Manilkara sapota	1.93	1.67	-	-	-	50	0.0290	0.054	1,094			1,144	0.029	0.054
Pamolche	Jatropha gaumeri	2.22	4.15	-	-	-	150	0.0612	0.102	-			150	0.061	0.102
Sipche	Bunchosia glandulosa	6.23	5.45	3	0.0159	0.083	50	0.0491	0.060	-			53	0.065	0.143
Subin	Acacia cornigera	12.70	6.30	1	0.0158	0.061	-	-	-	-			1	0.016	0.061
Tamay	Zuelania guidonia	4.70	5.00	-	-	-	25	0.0434	0.087	-			25	0.043	0.087
Tulipancillo	Malvabiscus arboreus	4.62	4.90	3	0.0217	0.116	550	0.8220	1.633	-			553	0.844	1.749
Uspib	Couepia polyandra	3.80	4.59	-	-	-	375	0.5204	1.069	156			531	0.520	1.069
Boxcanan	Cydista potosina	1.72	2.98	-	-	-	75	0.0290	0.053	313			388	0.029	0.053
Chamalche	Parathesis cubana	2.67	4.30	-	-	-	450	0.3214	0.642	313			763	0.321	0.642
Chen ak	Serjania yucatanensis	1.45	2.15	-	-	-	25	0.0071	0.010	156			181	0.007	0.010
Chi'ibob	Coccoloba cozumelensis	3.90	3.10	-	-	-	25	0.0299	0.037	-			25	0.030	0.037
Ciricote	Cordia dodecandra	1.00	0.90	-	-	-	-	-	-	156			156	-	-
Coke	Smilax spinosa	2.40	3.20	-	-	-	25	0.0113	0.014	-			25	0.011	0.014

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "A" PARA EL CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERENOS FORESTALES
"LOTIFICACIÓN CATANIA RESIDENCIAL"; BENITO JUAREZ, QUINTANA ROO

ESPECIE	NOMBRE CIENTÍFICO	DIAM (cm)	ALT (m)	ARBÓREO			ARBUSTIVO			HERBÁCEO			TOTAL		
				N	AB	VTA	N	AB	VTA	N	AB	VTA	N	AB	VTA
Ekuleb	Drypetes lateriflora	2.20	3.48	-	-	-	75	0.042 3	0.077	156			231	0.042	0.077
Elemuy	Malmea depressa	7.25	4.70	-	-	-	50	0.226 3	0.436	-			50	0.226	0.436
Huayuncox	Exothea diphylla	1.20	1.14	-	-	-	-	-	-	781			781	-	-
Kantunchunbob	Coccoloba diversifolia	2.10	4.20	-	-	-	25	0.008 7	0.015	-			25	0.009	0.015
Maculis	Tabebuia rosea	14.68	7.17	90	1.807 7	7.910	75	0.200 6	0.397	-			165	2.008	8.307
Pom	Protium copal	1.00	0.60	-	-	-	-	-	-	156			156	-	-
Tadzi	Neea psychotrioides	13.80	8.00	5	0.077 9	0.374	-	-	-	-			5	0.078	0.374
Tres lomos	Serjania goniocarpa	2.82	4.19	-	-	-	425	0.375 4	0.788	625			1,050	0.375	0.788
Tzo bach	Stizophyllum riparium	3.40	5.10	-	-	-	25	0.022 7	0.046	-			25	0.023	0.046
Tsurutok	Bahuinia jenningsii	1.50	1.00	-	-	-	-	-	-	313			313	-	-
Xpaj sakán	Serjania adiantoides	11.29	6.94	15	0.383 3	1.868	275	0.676 6	1.597	-			290	1.060	3.465
TOTALES		4.93	4.10	203.7 5	4.03	19.07	8,175.0 0	8.22	16.29	10,781.2 5	-	-	19,160.0 0	12.25	35.36

VI.2. Volumen por CUSTF

La propuesta de aprovechamiento de volumen por especie para este tipo de vegetación se estableció en función de la superficie que se pretende desmontar y que alcanza las 18.656 hectáreas, por lo que el volumen total estimado que será aprovechado alcanza los 659.618 m³ V.T.A. Las especies que no muestran volumen corresponden a especies de herbáceas y se ratifica que no hay especies que están en la NOM-059-SEMARNAT-2010 propuestas para su aprovechamiento; en todo caso, este tipo de especies será sujeta a rescate dentro del programa que se ha previsto para estos fines. La propuesta de volumen total queda entonces como se indica a continuación.

Cuadro No. 78 Volumen de aprovechamiento por cambio de uso del suelo.

NOMBRE	ESPECIE	VOLUMEN A OBTENER POR CUSTF EN 18.656 HECTÁREAS (M3 V.T.A.)
Tzalam	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	154.97
Chechen negro	<i>Metopium brownei</i>	85.86
Ya'axnik	<i>Vitex gaumeri</i>	64.64
Kanazin	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	40.39
Sac away	<i>Ficus maxima</i>	32.64
Chaca	<i>Bursera simaruba</i>	31.51
Jabin	<i>Piscidia piscipula</i>	30.44
Chicozapote	<i>Manilkara sapota</i>	20.85
Laurelillo	<i>Nectanda salicifolia</i>	20.71
Sac chaca	<i>Dendropanax arboreus</i>	19.94
Dzidzilyah	<i>Bumelia persimilis</i>	15.74
Uchulche	<i>Diospyrus verae-crucis</i>	14.70
Akitz	<i>Thevetia gaumeri</i>	12.96
Silil	<i>Dyospiros cuneata</i>	11.97
Dzidzilche	<i>Gymnopodium floribundum</i>	10.91
Mahajua	<i>Hampea trilobata</i>	10.63
Boob	<i>Coccoloba spicata</i>	9.49
Toh yub	<i>Coccoloba acapulcensis</i>	8.13
Katalox	<i>Swartzia cubensis</i>	7.20
Ciricote	<i>Cordia dodecandra</i>	7.18
Tsurutok	<i>Bahuinia jenningsii</i>	6.97
Kantunbob	<i>Melapodium gracile</i>	5.45
Negrilo	<i>Simarouba glauca</i>	5.40

NOMBRE	ESPECIE	VOLUMEN A OBTENER POR CUSTF EN 18.656 HECTÁREAS (M3 V.T.A.)
Chauche	<i>Laethia tamnia</i>	2.83
Chi'keej	<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	2.73
Pim	<i>Ceiba schotti</i>	2.67
Copochi'b	<i>Ficus cotinifolia</i>	2.39
Perescutz	<i>Croton reflexifolia</i>	1.91
Pomolche	<i>Jatropha gaumeri</i>	1.62
Kekenche	<i>Esembeckia pentaphylla</i>	1.58
Okin sucum	<i>Kuanophyllum albicaulis</i>	1.55
Tasta'ab (manzanillo)	<i>Guettarda combsii</i>	1.44
Chocolatera	<i>Ficus tecolutensis</i>	1.39
Ekuleb	<i>Drypetes lateriflora</i>	1.22
Pom	<i>Protium copal</i>	1.14
Huayuncox	<i>Exothea diphylla</i>	1.03
Pechqitan	<i>Randia aculeata</i>	1.01
Sac niche	<i>Calyptantes pallens</i>	0.99
Uspib	<i>Couepia polyandra</i>	0.86
Kantunchunbob	<i>Coccoloba diversifolia</i>	0.71
Subin	<i>Acacia cornigera</i>	0.69
Ik bach	<i>Allophylus cominia</i>	0.58
Chacniche	<i>Colubrina greggii var. yucatanensis</i>	0.58
Chok che	<i>Pithecellobium stevensonii</i>	0.48
Bec che	<i>Hyppocratea excelsa</i>	0.43
Tulipancillo	<i>Malvabiscus arboreus</i>	0.27
Tamay	<i>Zuelania guidonia</i>	0.27
Lengua de vaca	<i>Sansevieria hyacinthoides</i>	0.25
Sipche	<i>Bunchosia glandulosa</i>	0.19
Bayal	<i>Ottoschulzia pallida</i>	0.16
		659.618

VII. PLAZO Y FORMA DE EJECUCIÓN DEL CAMBIO DE USO DE SUELO

VII.1. Características particulares del proyecto.

El proyecto de lotificación se realizará siguiendo el proceso en tres fases, preparación de terreno que tiene que ver con las acciones de trazado, desmonte, desplante y nivelación; la de construcción (urbanización e infraestructura primaria y de servicios) y una tercera etapa que sería la construcción de las viviendas.

El tiempo requerido para el CUSTF es de 4 años, en tanto que la operación será por 90 años ya que se pretende que los lotes sean ocupados por casas que serán usadas para vivienda.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "A" PARA EL CAMBIO DE USO DEL SUELO
"LOTIFICACIÓN RESIDENCIAL CATANIA"; BENITO JUAREZ, QUINTANA ROO

Cuadro No. 79 Programa general de trabajo del proyecto

CONCEPTO	PROGRAMA DE TRABAJO																							
	1 AÑO						2 AÑO						3 AÑO						4 AÑO					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
TRABAJOS PARA EL CUS																								
Notificación de inicio de actividades																								
Delimitación del Área																								
Capacitación a los trabajadores																								
Preparación y rescate de especies de flora a rescatar;																								
Ubicación del Vivero																								
Rescate de Fauna (solo en caso que se requiera)																								
Desmote y despalme de las áreas de desplante previamente señalizadas;																								
Manejo de las especies vegetales para su conservación dentro del vivero																								
Retiro del material vegetal resultante del desmote;																								
Entrega del informes del CUS.																								
INSTALACIONES GENERALES																								
Instalación eléctrica																								
Instalación Hidrosanitaria																								
Instalación pluvial																								
Instalación hidráulica																								

CONCEPTO	PROGRAMA DE TRABAJO																							
	1 AÑO						2 AÑO						3 AÑO						4 AÑO					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Instalación sanitaria																								
Pavimentos en arroyos y calles.-																								
Guarniciones y banquetas																								
Jardinería																								
Limpieza general de obra																								
TRABAJOS PREVISTOS PARA LA CONSTRUCCION DEL PROYECTO																								
Trazo y nivelación																								
Preparación de plataformas																								
Excavación de cepas																								
Construcción de Viviendas y áreas comerciales																								
Construcción de viviendas																								

VII.2. Proceso de desarrollo del CUSTF.

VII.2.1. Forma de ejecución del Cambio de Uso de Suelo

Para las actividades de preparación del predio que implica además el cambio de uso del suelo, se prevén las siguientes acciones

- **Notificación de inicio de las actividades con motivo del cambio de uso de suelo;** Previo al inicio de las actividades se procederá a presentar el aviso ante la delegación de PROFEPA y SEMARNAT.
- **Delimitación física de las áreas de desmonte;** Se delimitaran físicamente las áreas de desplante con respecto al área arbolada dentro del predio y áreas verdes, así como las áreas colindantes al mismo.

Se colocarán letreros informativos y preventivos relacionados con las actividades de seguridad, peligro, respeto por la flora y la fauna, límites de velocidad y otros que se consideren necesarios para el buen desarrollo de la obra.

- **Colocación de un tapial y/o Malla,** Se colocara un tapial y/o malla u otro material que cumpla la función requerida para proteger las áreas de vegetación nativa colindante al proyecto. Se dejará una altura de 40 a 50 cm con respecto a nivel del piso para permitir escape y en su caso, flujo de fauna silvestre que pudiera existir o transitar sobre el predio.
- **Preparación y rescate de especies de flora a rescatar;** Para el rescate de individuos de flora se procederá a su identificación, marcado y proceso de extracción y traslado hacia un área del predio donde se instalara el vivero provisional.

Antes de iniciar las obras se instalará un vivero temporal con el fin de que los ejemplares de la vegetación que se rescaten se mantengan en el predio hasta su reforestación, la cual se planea llevar a cabo cuando se concluya el proyecto.

En caso que en las áreas a desmontar existan especies que por su fase de crecimiento, estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010, endemismo o utilidad, serán rescatadas y conservadas en el vivero.

Una vez delimitadas las áreas de desplantes y de áreas verdes se procederá a realizar el rescate de flora. El rescate estará dirigido por un Ingeniero Forestal con amplio conocimiento de la flora nativa se encargará de marcar con cinta de color visible las plantas que deberán ser rescatadas, tomando como base las disposiciones establecidas en el oficio de autorización y en su caso del programa autorizado y lo señalado por la autoridad ambiental Municipal; el rescate de flora incluirá tanto individuos completos como partes vegetativas o reproductivas (frutos y semillas).

- **Rescate de fauna (solo en caso de detectarse);** En caso de detectarse individuos de fauna silvestre se procederá a implementar el programa de rescate y su reubicación ya sea en áreas aledañas al predio o donde la autoridad juzgue conveniente.

En el caso de la fauna, un Biólogo se encargará de localizar los especímenes que por diversas razones no tengan posibilidad de desplazamiento cuando inicie el despalme de la vegetación. En estos casos se emplearán técnicas adecuadas de captura y transporte, según el grupo al que pertenezca la especie (reptiles, aves o mamíferos), para reubicarlos en las zonas que aseguren al máximo su sobrevivencia.

- **Desmonte y despalme de las áreas de desplante previamente señalizadas;** El desmonte del predio será dirigido por personal debidamente capacitado de acuerdo a los criterios ambientales que se emitan en las disposiciones oficiales y en este Documento Técnico Unificado Modalidad A.

En las áreas liberadas se utilizará machete, hacha y motosierra para el corte de la vegetación en las áreas colindantes con vegetación nativa de predios aledaños o del sitio que se quiera mantener, y con maquinaria pesada en el resto de las áreas liberadas. Los individuos arbóreos de mayor talla se derribarán hacia las zonas de corte de vegetación y en ningún caso se realizará hacia las zonas de vegetación natural colindante al predio. En el caso de los troncos de árboles, serán seccionados en dimensiones que permitan su traslado por trabajadores hacia zonas de acopio temporal. Los árboles con potencial de aprovechamiento como producto de escuadría o palizada serán seleccionados para aprovecharse en estructuras constructivas en el mismo proyecto.

Durante el proceso de despalme, se realizará acopio de tierra vegetal donde las condiciones de abundancia y/o espesor de la capa del suelo lo permitan. Este material será concentrado temporalmente en el sitio y transportado a la zona de vivero provisional para su uso en la propagación de plantas o producción de composta.

La limpieza del terreno en la parte ya impactada, consistirá en remover los restos de escombros y la maleza, por medio de chapeo y limpieza con medios manuales y mecánicos.

- **Acopio y triturado del material vegetal resultante del desmonte;** Los troncos seleccionados obtenidos del derribo direccional se trasladarán a un sitio donde se almacenarán su posterior triturado con la ayuda de un molino a fin de obtener composta para jardinados o bien el material se retirará a sitios de disposición de residuos sólidos autorizado por la autoridad municipal.

El sitio de almacenamiento tendrá un acceso restringido para evitar que puedan presentarse accidentes o posibles incendios por descuido o negligencia.

- **Manejo de las especies vegetales para su conservación dentro del área del vivero provisional en el predio;** El vivero provisional contará con las condiciones adecuadas para el mantenimiento de las especies rescatadas y posterior reforestación en sitios que se usarán para jardinería dentro del predio.
- **Entrega del informe de final del CUS.** Una vez terminado el proceso de despalme se precederá a presentar el informe final del cambio de uso del suelo avalado por el Responsable técnico (Ingeniero forestal o Biólogo), a la Delegación de la PROFEPA y de la SEMARNAT. Se redactarán los informes que a Autoridad considera necesarios durante el proceso de desarrollo del proyecto.

Estructuras provisionales.

- Se instalará una bodega temporal con material local con el objeto de resguardar el material para la construcción, herramientas y equipos necesarios.
- Se instalarán sanitarios tipo SANIRENT a razón de 1 por cada 20 trabajadores en obra.
- Las aguas residuales en esta etapa se irán a tanques sépticos fijos "rotoplas" que tendrán mantenimiento continuo mediante camiones cisternas que ofrecen este servicio, con el fin de que no existan derrames directos al suelo o fugas y que podrán recepcionar las aguas jabonosas generadas en áreas de apoyo para posteriormente trasladarlas a un sitio de disposición final autorizado.
- En los accesos de obra se contará con caseta de vigilancia, donde se tendrá el control de las listas de fuerza de trabajo por contratista y frente de obra.
- Se propone la implementación de un vivero temporal que se ubicara dentro del predio con las especies rescatadas.

VIII. VEGETACIÓN QUE DEBA RESPETARSE O ESTABLECERSE PARA PROTEGER LAS TIERRAS FRÁGILES

De acuerdo a la definición establecida en el Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable **sobre tierras frágiles**, las cuales corresponden a aquéllas ubicadas en terrenos forestales o preferentemente forestales que son propensas a la degradación y pérdida de su capacidad productiva. Podríamos determinar que en este momento en el predio no existen áreas que puedan determinarse como tierras frágiles y no existe riesgo de que los suelos del predio, sean propensos a la degradación y pérdida de su capacidad productiva, en vista de que al predio no se le ha dado un uso distinto al forestal; lo anterior pese a que el predio se encuentra dentro de la zona de crecimiento urbano de la Ciudad de Cancún sin embargo es necesario mencionar que el propio desarrollo de la Ciudad ha generado un proceso de fragmentación que mantienen al predio en un aislamiento parcial, siendo este el riesgo más relevante en cuanto a la presencia de fauna silvestre.

De acuerdo a la definición del artículo artículo 2 Fracción XXXV del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, menciona Tierras frágiles; aquéllas ubicadas en terrenos forestales o preferentemente forestales que son propensas a la degradación y pérdida de su capacidad productiva natural como consecuencia de la eliminación o reducción de su cobertura vegetal natural.

La SEMARNAT en la Agenda 21, adoptada en la Cumbre de la Tierra de 1992, reconoce dos ecosistemas como sumamente frágiles. Se trata de las zonas secas y las de montaña.⁵ Por otra parte también menciona que en las montañas el 32% de las superficies presentan degradación ligera y moderada. Cerca del 67% de la erosión hídrica que ocurre en el país se presenta en las montañas. Con respecto a la superficie de suelos degradados en las montañas, el 17% corresponde a erosión hídrica (con pérdida de suelo superficial, 15%; y con formación de cárcavas, 2%), el 12% a la degradación química y el 4% a la erosión eólica.⁶ La Península de Yucatán y en particular Quintana Roo se observa sin montañas y en consecuencia sin degradación.

⁵ Pagina de SEMARNAT http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/estadisticas_2000/informe_2000/03_Suelos/3.3_Fragiles/index.shtml

⁶ http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_04/03_suelos/cap3_3.html

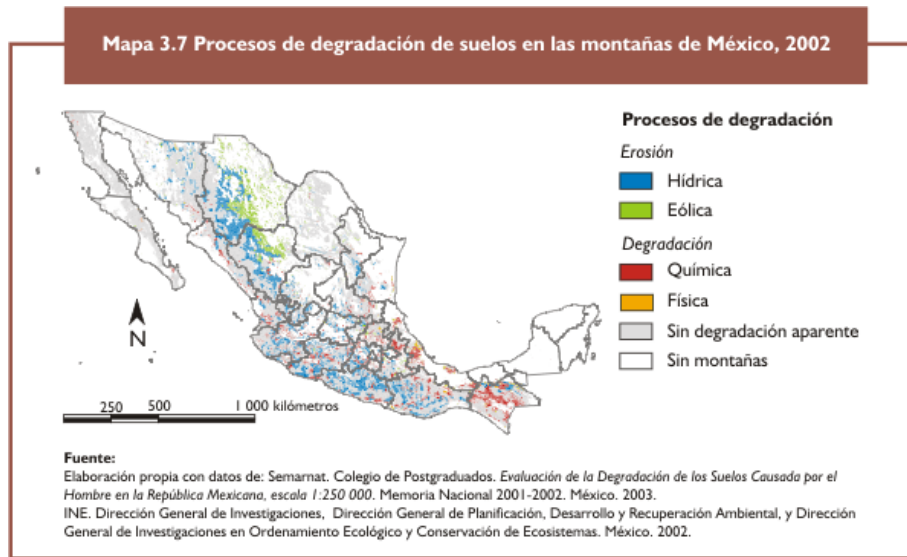


Figura No. 78 Procesos de degradación de suelos en las montañas (SEMARNAT 2003)

Así mismo de acuerdo a la página de SEMARNAT (informe 2008)⁷ en el capítulo de suelos, "tierras frágiles: el problema de la desertificación" mencionan que En México, el concepto de desertificación se ha ampliado hacia todos los ecosistemas, debido a que la degradación de la tierra no está restringida a las zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas. Sin embargo, se considera que éstas son las más vulnerables a la desertificación (Conaza-Sedesol, 1994). De esta manera puede decirse que las tierras frágiles están directamente ligadas a la degradación o a la erosión de los suelos. Para el caso de la Península de Yucatán se reporta degradación química en Yucatán y Campeche o Chiapas, pero no para Quintana Roo.

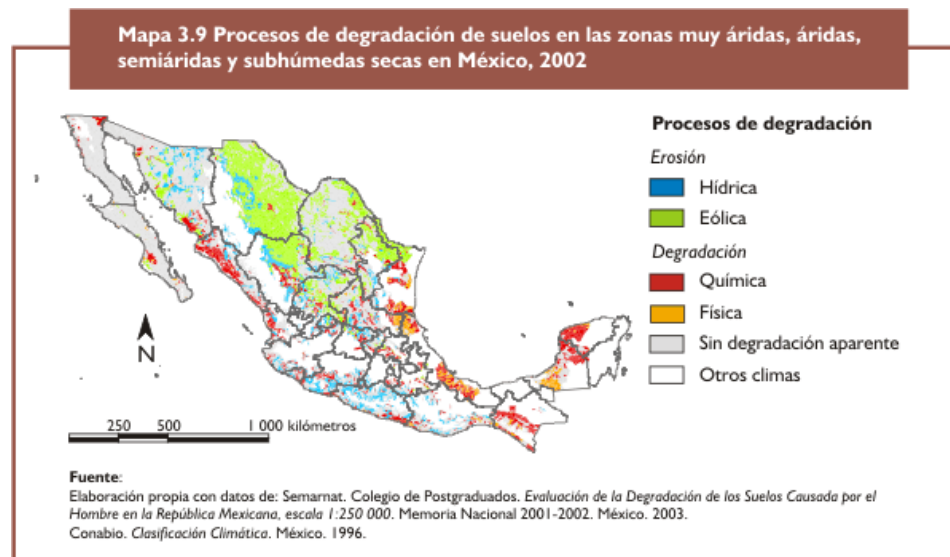
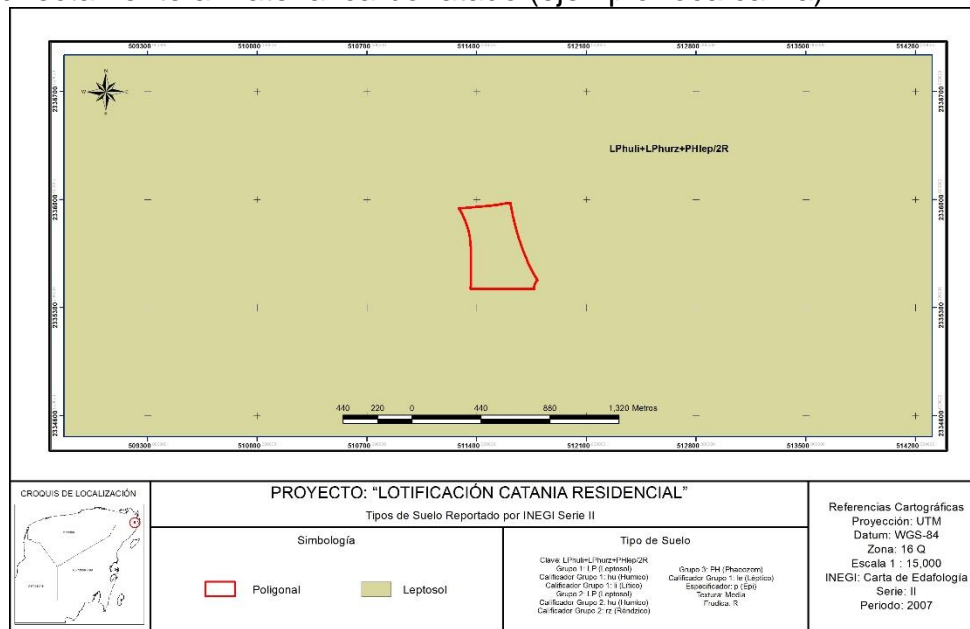


Figura No. 79 Procesos de degradación de suelos en zonas muy áridas, áridas, semiáridas subhúmedas secas (SEMARNAT 2003)

⁷ http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_2008/03_suelos/cap3_3.html

Por lo anterior podemos determinar que las tierras donde se realizara el proyecto no están catalogadas como zonas frágiles, no obstante que se encuentra fuertemente afectada parte de la vegetación, sin embargo no existe una degradación hídrica o eólica y no presentan pendientes, ni condiciones climáticas extremas (precipitación escasa y variable, temperaturas elevadas o muy bajas), y sus suelos son altamente permeables (lo anterior en base al plano temático de tipos de suelo de INEGI, que se presenta dentro del Capítulo V del presente Estudio en donde se establece que el suelo corresponde al grupo de los Leptosoles, cuya característica corresponde a Suelos muy delgados, su espesor es menor de 10 cm, descansa sobre un estrato duro y continuo, tal como roca, tepetate o caliche y suelos poco profundos (10 - 15 cm) que sobreyacen directamente a material carbonatado (ejemplo roca caliza).⁸



Plano No. 76 Tipos de suelo en el predio (INEGI, 1997).

Sin embargo conforme a la descripción de los tipos de suelos que se distribuyen en la superficie solicitada para CUSTF se puede determinar que el tipo de suelo encontrado en el predio (Leptosoles), es susceptible a la pérdida de la capacidad productiva si se les elimina la cobertura vegetal.

No obstante a lo antes mencionado se realiza el análisis de los factores naturales y humanos locales y regionales que inciden o ejercen presión sobre el área del predio y que podrían determinar la categoría de tierras frágiles para en consecuencia definir la vegetación que debe respetarse para los suelos frágiles del predio.

⁸ Pagina <http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/datosgeogra/fisigeo/principa.cfm>

Factores Naturales

De manera general debemos mencionar que el predio donde se pretende desarrollar el proyecto se ubica dentro de la traza urbana de la Ciudad de Cancún en el Municipio Benito Juárez, Quintana Roo, cercano al predio se encuentran diversos desarrollo debidamente construidas y sólo se han visto afectados por fenómenos meteorológicos y por actividades antropogénicas ilícitas intermitentes de saqueo de maderera, tierra de monte y piedra.

Respecto de la vegetación en términos generales presenta un alto grado de deterioro ya que el INEGI la ha clasificado como selva medianas subperennifolia con vegetación secundaria arbustiva contando con el 99.43% de su superficie, lo cual fue comprobado con los resultados y análisis del muestreo llevado a cabo en el sitio del proyecto; y el resto se encuentra desprovista de vegetación como consecuencia de afectaciones previas.

De manera específica para determinar las tierras frágiles en el proyecto "Lotificación Catania Residencial" se analiza las características edafológicas, climáticas, topografía y actividades humanas que pueden incidir en la determinación de una condición de ésta naturaleza.

➤ **Características edafológicas**

En la determinación de las características de los suelos del predio y de la Península de Yucatán influyó de manera determinante que haya emergido recientemente en términos geológicos la plataforma continental y su correlación con el clima de la región.

En este sentido el perfil "A" de los suelos en la porción Norte es escaso, solo presentan una capa de hojarasca sobre la roca, además es discontinua y solo en las fracturas se acumula arcilla y humus con lo que es posible el desarrollo de la vegetación. Por lo que los suelos son clasificados como Litosoles o de acuerdo a la clasificación maya como tipo Tzekeles, poco profundos y con afloramientos de roca caliza. Su grosor es de solamente 5 a 10 cm) y en las grietas presentan 40 cm de profundidad, además los suelos son muy permeables y poco evolucionados. Finalmente, se establece que los suelos presentan baja estabilidad edafológica, debido a la porosidad que permite la percolación de nutrientes.

➤ **Características climatológicas**

El clima para el predio es cálido subhúmedo con lluvias en verano presenta poca variación estacional. De acuerdo con los vientos dominantes, durante el primer semestre presentan una dirección Este-Sureste con velocidad promedio de 3.2 n/s., mientras que de Junio a Septiembre mantienen una dirección Este, pero incrementa la velocidad promedio a 3.5 n/s.

Por otra parte, es destacable la presencia de masas de aire continental polar durante la época invernal denominadas "nortes".

Por otra parte, de acuerdo a la ruta ciclónica local se presentan eventos meteorológicos de junio a octubre, estos fenómenos meteorológicos son generalmente de gran magnitud con impacto sobre la península de Yucatán.

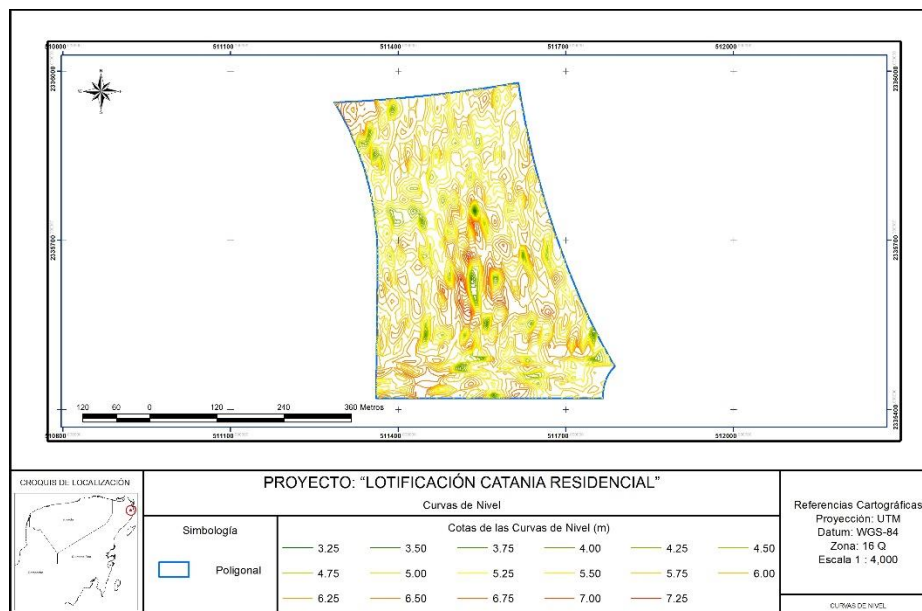
La región de la Península de Yucatán presenta un esquema de circulación local de vientos boreales o llamados nortes, en el que se registran rachectáreas fuertes, violentas o huracanadas, con dirección de NW y NE.

La época en que se registran es de noviembre a marzo. Por otra parte, otros fenómenos naturales son las tormentas tropicales y huracanes se presentan de junio a noviembre.

➤ **Características topográficas**

La topografía de la Península de Yucatán y de la porción Noreste que comprende el estado de Quintana Roo, es básicamente plana con una altura promedio de 20 m sobre el nivel del mar.

El predio del proyecto "Lotificación Catania Residencial", comprende una superficie de 18.762 hectáreas, sin la presencia de variaciones importantes de topografía tomando en consideración la generalidad de la Península. El análisis del plano topográfico del predio permitió determinar que la pendiente promedio es menor al 3% y la presencia de microdepresiones, características de las zonas cársticas que tiene la Península de Yucatán.

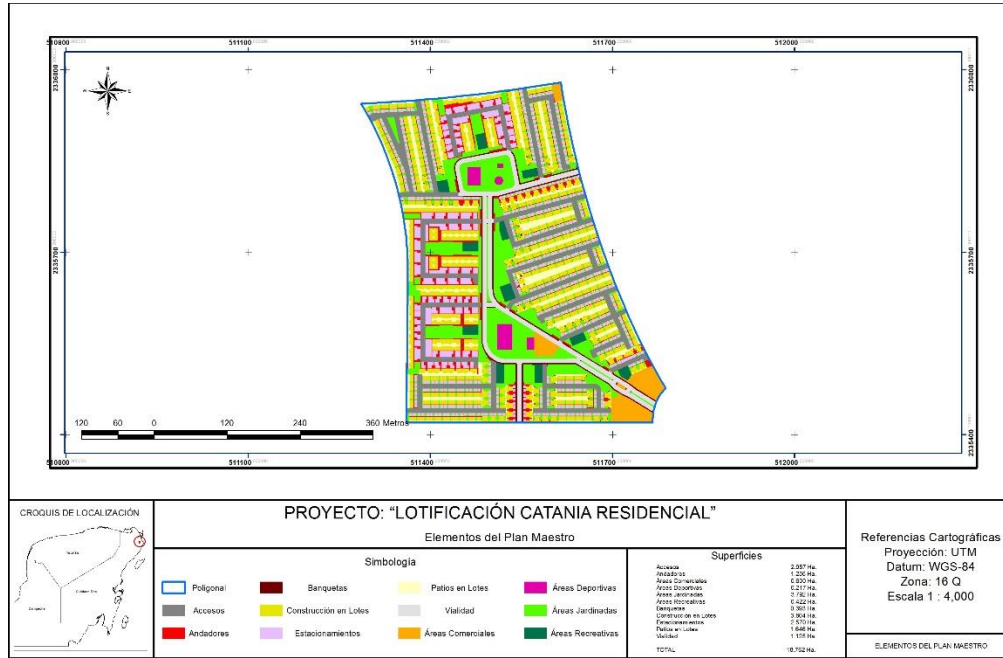


Plano No. 77 Curvas de Nivel

➤ **Factores humanos**

El proyecto "Lotificación Catania Residencial" presenta un concepto urbano debido a la zona donde se encuentra el predio y de los instrumentos normativos que lo rigen, como es el POEL y PDU.

De manera específica y en lo que se refiere al recurso vegetación, el proyecto "Lotificación Catania Residencial" tiene contemplado la afectación de una superficie de 18.656 hectáreas y el aprovechamiento de 0.126 hectáreas que actualmente carecen de vegetación pero que también se incorporan al aprovechamiento general del proyecto.



Plano No. 78 Plan maestro del proyecto.

Durante la etapa de preparación del sitio se ha contemplado un programa de rescate de flora y fauna, donde se privilegiará en caso de detectarse la recuperación de los ejemplares, pertenecientes a especies sujetas a protección por la NOM-059-SEMARNAT-2010, sin embargo también se rescatarán a individuos que aun sin estar protegidos por la normatividad, presenten tallas y condiciones sanitarias adecuadas para su sobrevivencia, y serán reubicadas principalmente en las áreas a reforestar contempladas para el proyecto.

.Análisis de riesgo de tierras frágiles

Cuadro No. 80 Factores de riesgo para la determinación de tierras frágiles en el predio del proyecto

Factor	Características	Nivel de modificación	Nivel de impacto
Edafológico	Suelo escaso, hojarasca sobre roca, muy permeables, porosidad. Percolación de nutrientes. Suelos con baja estabilidad.	Bajo	Alto. La pérdida del suelo mineral es continua por la formación geológica de los suelos de la Península, requiere obras para la formación de una capa impermeable sin fracturas y grietas.
Climatológico	Lluvias en verano, poca variación estacional, vientos con velocidad de 3.5 n/s, presencia de "nortes", ciclones de gran magnitud.	Bajo	Medio. La erosión por efecto del viento, es mínima, pero solo en las áreas desprovistas de vegetación, en lo que corresponde al hídrico también es mínimo, ya que el suelo se pierde principalmente por degradación debido a las grietas y fracturas del suelo. El clima es difícil de modificar.
Topográfico	Pendiente plana	Medio	Bajo. No es un factor que favorezca la erosión hídrica por escurrimiento.
Humano	Escasa presencia	Medio	Bajo. No incide en la actualidad en los procesos erosivos, con excepción de la zona sin cobertura vegetal dentro del predio que no influye significativamente en el proceso erosivo del predio.
Constructivo	Ambiental -Protección	alto	Mediano. El proyecto considera el establecimiento de un proyecto en el 100% del predio, sin embargo se tendrán áreas verdes jardinadas (20.2%) las cuales mantendrán en la medida de lo posible el estato arbóreo donde sea factible mantenerlo y se enriquecerán con reforestación producto de las especies rescatadas.

Determinación de las tierras frágiles

El análisis de los factores de riesgo permite determinar que debido a su condición edafológica, toda la superficie del predio presenta algún grado de erosión de manera natural, en la que el suelo se pierde principalmente por infiltración hacia las grietas y fracturas, que por el proceso de erosión laminar.

Por otra parte, los fenómenos meteorológicos como huracanes y nortes contribuyen a la pérdida del suelo al transportar en suspensión el suelo escaso hacia las zonas de fracturas y grietas. Con respecto al factor topográfico, este no represente riesgo de erosión toda vez que la pendiente del terreno es menor al 3% considerándose básicamente plana y reduciendo el traslado de partículas por gravedad.

De manera resumida podemos establecer que debido a las características naturales de la zona donde se localiza el predio, estas presentan susceptibilidad a la fragilidad, aún antes de construirse el proyecto.

El polígono del predio ha sido impactado debido a los diversos huracanes que han afectado la zona, a las fuertes actividades antropogénicas, por los habitantes de las diversas colonias que están proliferando en la zona, contribuye de la misma manera a deteriorar los ecosistemas forestales principalmente las que tienen alto valor comercial, como consecuencia se podría tener una disminución del banco semillero propiciando la pérdida de especies forestales importantes, aunado a la poca fauna silvestre ocasional dentro del predio de especies dispersoras de semillas, no permite la viabilidad natural para su germinación, dificultando dicho proceso natural.

De la misma manera estas afectaciones están contribuyendo al empobrecimiento del poco suelo existente originando la pérdida de la materia orgánica y con ella la pérdida de la capacidad de retención de nutrimentos minerales del suelo; esto se debe a que la característica porosa de los suelos existentes en el predio la erosión no se presente de forma horizontal, sino en forma vertical arrastrando el material orgánico y los nutrientes al subsuelo por el agua pluvial a través de las grietas ocasionales.

Algunas de las consideraciones más relevantes que se están estableciendo en el predio es la consideración de áreas nativas y jardinadas, puede señalarse que se buscara mantener algunos de los árboles existente y establecer acciones de mejora del suelo y enriquecimiento de especies de alto valor escénico como los árboles de ***Manilkara zapota***, ***Lysiloma latisiliquum***, ***Bursera simaruba entre otras***, que se ubiquen dentro de estas superficies; así mismo, a pesar de que la selva es importante en cuanto al paisaje y los diversos servicios que proporciona, la zona donde se encuentra el predio está destinada para asentamientos humanos con un uso **Habitacional de acuerdo al PDU y del POEL del municipio de Benito Juárez Quintana Roo.**

En este caso la fragilidad del suelo está más vinculada con la pérdida de la cubierta vegetal, ya que la acción del sol, viento y lluvia generan impactos que reducen su potencialidad como sustento de una vegetación de adecuado desarrollo; en el estudio del proyecto, se están tomando en cuenta las siguientes acciones encaminadas a la protección del suelo:

Protección del suelo

Una acción principal que debilita a los suelos es la eliminación de la vegetación contenida en ellos dejándolos expuestos a ser erosionados por la precipitación pluvial y el viento en el arrastre de los nutrientes que contengan, sin embargo para el caso del proyecto, la eliminación de la vegetación será en forma paulatina y como se vaya avanzando en la implementación de la infraestructura y primero solo se desplantaran las áreas para la urbanización de la lotificación y posteriormente se procederá a las construcción de casas, además se buscara que las áreas desmontadas permanezcan húmedas hasta en tanto se inician las obras de construcción, lo cual será por etapas dada la dimensión del predio.

Se realizara el rescate de la vegetación para que posteriormente se reforeste las áreas jardinadas y de vegetación nativa.

Manejo del agua

Dentro del desarrollo del proyecto está considerando el manejo de las aguas pluviales y residuales, por lo que no existe riesgo de escurrimientos que permitan que el sea contaminado o en su caso, sea arrastrado disminuyendo su capacidad de retención de nutrientes.

En la construcción del proyecto se colocaran sanitarios portátiles con la finalidad de tener un estricto control de los residuos fisiológicos

La degradación física se refiere principalmente a la pérdida de la capacidad del sustrato para absorber y almacenar agua. Esto ocurre cuando el suelo se compacta, se endurece (encostramiento) o es recubierto (urbanización). Aunque este tipo de degradación es de manera puntual, si es importante debido a su alto impacto, ya que es un proceso prácticamente irreversible. La superficie afectada deriva en la pérdida de la función productiva de estos terrenos.

El manejo del agua, también incluye la instalación de un drenaje pluvial, el cual contará con 50 pozos de absorción y en donde el agua se desalojará por gravedad. Por ello las calles tendrán una pendiente de 1%. De esta forma, se tiene contemplado que no se generen encharcamientos o lagunas en el lugar y han sido diseñado de tal manera que no entre basura en los ductos, mediante la colocación de rejillas y areneros a través de los cuales se podrá realizar su limpieza y desazolve periódico.

Especies que deban protegerse, establecerse o respetarse

Las especies que se encuentra enlistada en alguna categoría de riesgo en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, son las especies que se consideraran en el proceso de rescate de flora que se llevará a cabo de manera previa al proceso de desmonte, esto sin menoscabo que también se realice el rescate de otras especie que por sus carácter de importancia o de desarrollo puedan ser reubicados dentro de las áreas verdes, jardinadas y de vegetación nativa, tal y como se plantea en el programa de rescate, como parte de las actividades de mejoramiento de las condiciones y manejo de estas áreas.

La erosión del suelo reduce su fertilidad debido a que provoca la pérdida de minerales y materia orgánica (SEMARNAT 2003d). La erosión hídrica (erosión por acción del agua) se acelera cuando el ecosistema es perturbado por actividades humanas como la deforestación y/o el cambio de uso del suelo (explotación agrícola, pecuaria, forestal, vías de comunicación y asentamientos humanos) (PNUMA 2003). De acuerdo con la SEMARNAT, la erosión hídrica constituye uno de los problemas ambientales más graves que enfrenta el país, sobre todo en las zonas montañosas, cuyos suelos son especialmente vulnerables y son arrastrados por las escorrentías (SEMARNAT 2003d).

Por otra parte y atendiendo la definición de tierras frágiles que menciona el artículo 2 fracción XXXV del Reglamento de la LGDFS, con el fin de determinar si el predio tendrían tierras frágiles y determinar, si la alteración de las condiciones naturales de una porción del territorio, puede elevar el riesgo de pérdida de suelo, es por esta razón que se realiza el cálculo de erosión con base a formula de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo, desarrollada por Wischemeier y Smith (1978), con lo cual se podrá tener un valor estimado de pérdida y compararlo con un valor de referencia que permta saber si el fenómeno erosivo que ocurre en el predio se puede considerar normal o tiene una situación que se considere delicada y pueda conserdarse como frágil.

Metodología para el cálculo de la pérdida de suelo en la cuenca (La Ecuación Universal de Pérdida de Suelos, USLE)

La Ecuación Universal de Pérdida de Suelos, USLE, fue desarrollada por Wischmeier (1978), como una metodología para la estimación de la erosión laminar en parcelas pequeñas. Luego de varias modificaciones la ecuación se presenta como una metodología de gran utilidad en la planificación de obras de conservación de suelos.

Se ha considerado que la USLE (Wischmeier, 1978), hasta el momento, representa la metodología más idónea para el cálculo de las pérdidas de suelo en tierras agrícolas; por ello, se ha utilizado esta metodología como una guía para la evaluación de acciones en manejo de cuencas, en especial aquellas que conllevan a un cambio del uso de la tierra y manejo de suelos.

$$E = R * K * L * S * C * P$$

Donde:

E = Erosión del suelo en toneladas por hectárea por año (ton/ha, año).

R = Erosividad de la lluvia. Mj/ha (Megajoules/hectárea) mm/hr(milímetros/hora).

K = Erosionabilidad del suelo.

LS = Longitud y grado de pendiente.

C = Factor de vegetación.

P = Factor de prácticas mecánicas.

La erosión potencial se estima con la siguiente ecuación:

$$E_p = R * K * L * S$$

La erosión actual se estima utilizando la ecuación $E_p = R * K * L * S$ que considera los factores inmodificables R, K, L y S.

Los factores de protección como son la vegetación y las prácticas y obras de manejo para reducir las pérdidas de suelo se pueden modificar C y P.

Para utilizar este modelo, se han propuesto diferentes metodologías para estimar cada una de las variables, Wischmeier y Smith (1978) ó FAO (1980) por mencionar algunas; sin embargo la aplicación de algunas de ellas en el campo es difícil de realizar por no contar con la información necesaria. Para evitar estos problemas, en seguida se presenta una metodología simplificada y adecuada para utilizarse en nuestro país.

Erosividad de la lluvia

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

Para estimar este factor Cortés (1991) estimó el índice de erosividad para un evento para las diferentes regiones de la República Mexicana y reporta valores de erosividad que varían de 500 a 29 mil Megajoules mm/ha hr año. El propone catorce modelos de regresión a partir de datos de precipitación media anual (p) para estimar el valor de R de la EUPS.

Cuadro No. 81 Modelos de regresión para estimar el índice de erosividad

Ecuaciones	
p= precipitación promedio anual (mm)	
Región	Ecuación
1	$R=1.20785p+0.002276p^2$
2	$R=3.45552p+0.006470p^2$
3	$R=3.67516p+0.001720p^2$
4	$R=2.89594p+0.002983p^2$
5	$R=3.48801p+0.000188p^2$
6	$R=6.68471p+0.001680p^2$
7	$R=0.03338p+0.006661p^2$
8	$R=1.99671p+0.003270p^2$
9	$R=7.04579p+0.002096p^2$
10	$R=6.89375p+0.000442p^2$
11	$R=3.77448p+0.004540p^2$
12	$R=2.46190p+0.006067p^2$
13	$R=10.74273p+0.001008p^2$
14	$R=1.50046p+0.002640p^2$

De acuerdo al cuadro anterior, donde se establecen las fórmulas de las 14 regiones con diferente grado de erosividad y tomando en cuenta la ubicación del proyecto, se establece que para el caso de la península de Yucatán le corresponde la **Región XI, con la ecuación $R = 3.7748P + 0.004540P^2$** , lo cual le corresponde también al municipio de Benito Juárez del estado de Quintana Roo, la ecuación para determinar el factor R corresponde a:

$$R=3.77448p+0.004540p^2$$

Considerando una precipitación media anual de 1,302.2 mm⁹., este será el valor de P. Por lo anterior y sustituyendo los datos tenemos que:

$$R = 3.77448 (1,302.2) + 0.004540 (1,302.2)^2$$

$$R = 4,915.1278 + 7,698.5907$$

$$R= 12,613.72 \text{ Mj/ha mm/hr.}$$

Erosionabilidad del suelo (K):

Es la susceptibilidad del suelo a erosionarse; a mayor erosionabilidad, menor resistencia a la acción de los agentes erosivos. La susceptibilidad de los suelos a erosionarse depende del tamaño de las partículas del suelo, del contenido de materia orgánica, de la estructura del suelo y en especial del tamaño de los agregados y de la permeabilidad.

⁹ Valor tomado de la estación 23155, ubicada en Cancún durante el periodo 1951-2010

Para su estimación se utilizan fórmulas complicadas; para condiciones de campo se recomienda el uso del siguiente cuadro, para que con datos de la textura de los suelos y contenido de materia orgánica, se estime el valor de erosionabilidad (K).

Cuadro No. 82 Valores de K en base a textura y % de materia orgánica del suelo.

Valores de erosionabilidad de los suelos (K) estimado en función de la textura y el contenido de materia orgánica (Morgan 1986).			
Textura	% de materia orgánica		
	0.0 – 0.5	0.5 2.0	2.0-4.0
Arena	0.005	0.003	0.002
Arena fina	0.0016	0.014	0.01
Arena muy fina	0.042	0.036	0.028
Arena migajosa	0.01	0.01	0.008
Arena fina migajosa	0.024	0.02	0.016
Arena muy fina migajosa	0.044	0.038	0.03
Migajón arenosa	0.027	0.024	0.019
Migajón arenosa fina	0.035	0.03	0.024
Migajón arenosa muy fina	0.047	0.041	0.033
Migajón	0.038	0.034	0.029
Migajón limoso	0.048	0.042	0.033
Limo	0.06	0.052	0.042
Migajón arcillo arenosa	0.027	0.025	0.021
Migajón arcillosa	0.028	0.025	0.021
Migajón arcillo limosa	0.037	0.032	0.026
Arcillo arenosa	0.014	0.013	0.012
Arcillo limosa	0.025	0.023	0.019
Arcilla	0.013-0.029		

El suelo del área propuesta para el Cambio de Uso de Suelo, corresponde al grupo de Leptosoles (conforme a la carta edafológica del INEGI), es un suelo caracterizado suelo permeable, calcáreo con arcilla, textura media, la vegetación está constituida principalmente por selvas; al consultar la guía para la interpretación de cartografía de edafología, señala que este tipo de suelo y de acuerdo con la tabla de Erosionabilidad de los suelos, el porcentaje de materia orgánica va de 0.013-0.029; para el presente ejercicio se considera **el valor de K = 0.013**, en virtud de que es un área que no cuenta con abundante materia orgánica.

Longitud y Grado de pendiente (LS)

La pendiente del terreno afecta los escurrimientos superficiales imprimiéndoles velocidad. El tamaño de las partículas así como la cantidad de material que el escurrimiento puede desprender o llevar en suspensión, son una función de la velocidad con la que el agua fluye sobre la superficie.

A su vez, la velocidad depende del grado de longitud de la pendiente (Ríos, 1987). En igualdad de condiciones, conforme se incrementa el grado de pendiente, el agua fluye más rápido y en consecuencia el tiempo para la infiltración del agua al suelo es menor.

Para estimar estos valores es necesario primero determinar la pendiente media del terreno, que se obtiene determinando la diferencia de elevación del punto más alto del terreno al más bajo entre la longitud del terreno, por lo que la fórmula resulta ser la siguiente:

$$s = (H_f - H_i) / L$$

Donde:

s: Grado de pendiente (%).

H_f: Altura más elevada del terreno (m) = 7.25 m.

H_i: Altura más baja del terreno (m) = 3.25.0 m

L: Longitud del terreno (m). = 570 m

Por lo que

$$s = (7.25 - 3.25) / 570 = 0.00702$$

$$s = 0.00702 * 100$$

$$s = 0.702\%$$

De acuerdo a los datos de campo, el área solicitada para el CUSTF y sustituyendo los datos de la fórmula antes mencionada, se determinó el grado de la pendiente con 0.70%, de tal manera que el valor de **m = 0.2** de acuerdo a la categorización de pendientes establecida por Wischmeier.

Grado de pendiente (%)	Valor de m
<1	0.2
1-3	0.3
3-5	0.4
>5	0.5

Fuente: Wischmeier y Smith, 1978.

Una vez obtenido el valor de la pendiente del terreno (0.70 %) en un longitud de 570 metros y m = 0.2 se puede obtener el valor de (LS) con la siguiente ecuación.

$$LS = (\lambda)^m (0.0138 + 0.00965 S + 0.00138 S^2)$$

Donde:

LS = Factor de grado y longitud de la pendiente.

λ = Longitud de la pendiente

S = Pendiente media del terreno.

m = Parámetro en base al grados de pendiente,

Por lo tanto la ecuación sustituida queda como sigue:

$$LS = (570)^{0.2} [0.0138 + 0.00965 (0.70) + 0.00138 (0.70)^2]$$
$$LS = 3.55 (0.0138 + 0.00325 + 0.000157)$$

$$LS = 3.55 * 0.02125$$

El resultado final es entonces:

$$\underline{LS=0.0756}$$

Estimación de la erosión potencial:

De acuerdo a los valores obtenidos anteriormente (R, K, LS), se sustituye la fórmula **para estimar la erosión potencial**, que queda de la siguiente manera:

$$E=R*K*LS$$

Sustituyendo los datos tendríamos:

$$E = 12,613.71 * 0.013 * 0.0756$$

$$\underline{E = 12.3979 \text{ T/ha/año}}$$

La **erosión potencial indica** que si no existiera cobertura del suelo (suelo desnudo) y no se tienen prácticas de conservación del suelo y del agua, se pierden **12.3979 ton/ha de suelo por año**, lo que significa que se pierde una lámina de suelo de 0.1239 mm, lo anterior si consideramos que 1 mm de suelo es igual 10 t/ha/año

Factor de protección de la vegetación C.

El factor de protección C se estima dividiendo las pérdidas de suelo de un lote con un cultivo de interés y las pérdidas de suelo de un lote desnudo. Los valores de C son menores que la unidad y en promedio indican que a medida que aumenta la cobertura del suelo el valor de C se reduce y puede alcanzar valores similares a 0 por ejemplo cuando existe una selva con una cobertura vegetal alta.

Cuadro No. 83 Los valores de C que se reportan para diferentes partes del mundo y para México

Valores de C que se pueden utilizar para estimar pérdidas de suelo			
Cultivo	Nivel de productividad		
	Alto	Moderado	Bajo
Maíz	0.54		
Maíz labranza cero	0.05		
Maíz rastrojo	0.10		
Algodón	0.30	0.62	
Pastizal	0.004	0.10	0.80
Alfalfa	0.020	0.15	0.15
Trébol	0.025	0.42	0.20
Sorgo grano	0.43	0.01	0.49
Sorgo grano rastrojo	0.11	0.050	0.10
Soya	0.48	0.050	0.10
Soya después de maíz con rastrojo	0.18	0.55	0.10
Trigo	0.15	0.18	0.70
Trigo rastrojo	0.10		0.25
Bosque natural	0.001		
Sabana en buenas condiciones	0.01	0.38	0.53
Sabana sobrepastoreada	0.1	0.18	0.25
Maíz – sorgo, Mijo	0.4 a 0.9	0.01	0.10
Arroz	0.1 a 0.2	0.54	
Algodón, tabaco	0.5 a 0.7	0.22	
Cacahuete	0.4 a 0.8		
Palma, cacao, café	0.1 a 0.3		
Piña	0.1 a 0.3		
Bosques área cubierta del 100 al 75%	0,003-0.011		
Bosques área cubierta del 75 al 45 %	0.010.0.040		
Bosques área cubierta del 25 al 45% con residuos	0.41		
Bosques área cubierta del 25 al 45% sin residuos	0.84		

Para los escenarios se considerarán los siguientes valores:

Con cobertura vegetal 0.011 y sin cobertura forestal 0.01.

Escenario 1

Estimación de la Erosión Actual

Para estimar la erosión del suelo considerando que en la totalidad del terreno existe un bosque natural cubierto 75 al 100% (debido a que la cobertura vegetal del predio es una Selva Medina subperennifolia con fuertes afectaciones), entonces el valor de C que se está tomando en cuenta es el de 0.011 por lo cual la formula para obtener la erosion potencial sería:

$$E=R*K*LS*C$$

Sustituyendo los datos tendríamos:

Para área del predio con cobertura forestal

$$E= 12,613.71 *0.013*0.0756 * C$$

$$E=12.3979*0.011$$

$$**E= 0.1364 t/ha/año**$$

Considerando la superficie de 18.656 hectáreas con cobertura forestal del predio con selva mediana subperennifolia con vegetación secundaria arbustiva en proceso de degradación, se obtendría que:

$$E \text{ con cobertura: } 0.1364 * 18.656$$

$$**E con cobertura: 2.54 ton/Ha/Año**$$

En cuanto a la superficie del predio que carece de cobertura, la estimación de erosión se calcula multiplicando la superficie estimada de 0.106 hectáreas sin cobertura forestal con la erosión potencial ya calculada para una hectárea de superficie sin vegetación.

Asi las cosas la fórmula queda como se indica a continuación:

$$E \text{ sin cobertura} = E_{\text{Potencial}} * \text{Sup del predio sin veg.}$$

$$**E sin cobertura = 12.3979 * 0.106**$$

Por lo tanto la Erosión en el área descubierta del predio actualmente se estima en:

$$\underline{\mathbf{E \text{ sin cobertura} = 1.314 \text{ ton/Ha/año}}}$$

De esta manera la erosión total en el predio debe estimarse como la Erosión estimada para el área con cobertura más la Erosión estimada para el área sin cobertura forestal, esto es:

$$E \text{ predio} = E \text{ con cobertura} + E \text{ sin cobertura}$$

Sustituyendo:

$$E = 2.54 + 1.314$$

Por lo que la estimación de erosión o pérdida de suelo en las condiciones actuales (Escenario 1) del predio se tiene un valor de:

$$\underline{\mathbf{E_1 = 3.86 \text{ ton/año}}}$$

En el siguiente cuadro se hace un resumen de las estimaciones y de los valores obtenidos.

Cuadro No. 84 Escenario 1 Erosión en Condiciones actuales del predio

Tipo de asociación	Superficie total (ha)	Erosión estimada por unidad de superficie (ton/ha/año)	Erosión final en el estado actual del predio (ton/año)
Terrenos con cobertura forestal de selva mediana subperennifolia	18.656	0.1364	2.54
Areas sin cobertura forestal	0.106	12.398	1.31
Total	18.762		3.86

Tomando en cuenta el valor de referencia de erosión potencial en base a la ecuación universal de pérdida de suelo, y la clasificación de erosión de la FAO, nos permite concluir que en el predio, en su condición actual, se tendría una erosión **ligera** en la superficie del predio con cobertura forestal y da carácter **moderada** en el área sin cobertura forestal. **En términos promedios para le predio, la erosión es de 0.21 ton/ha/año, lo cual se considera como LIGERA.**

Cuadro No. 85 Clasificación del Riesgo de Erosión Hídrica de la FAO

Tasas de erosión(Ton/Ha,-Año)	Clases de riesgo de erosión
(0-10)	Ligera
(10-50)	Moderada
(50-200)	Alta
(>200)	Muy Alta

Así las cosas, se estima que la erosión que ocurre en el predio está dentro de una condición ligera y por lo tanto, se asume como de baja escala y que no pone en riesgo la condición del sitio y del suelo, de ahí que entonces el predio no se considere como una tierra frágil.

Se prevén en el preyecto diversas medidas de mitigación que se explican en el capítulo correspondiente, entre las que destacan las siguientes:

1. Se realizara el rescate de vegetación y esta se reforestarán en las áreas jardinadas.
2. Se tendrá cuidado que las áreas que sean desmontadas estas permanezcan húmedas con el fin de evitar al mínimo el proceso de erosión.
3. El cambio de uso de suelo se realizar en **forma paulatina** como se tenga el avance de las obras, con el fin de que el menor tiempo posible la superficie del predio este desprovista de vegetación.
4. Para evitar afectar la vegetación circundante no se deberá acumular los desechos producto del desmonte fuera de los límites del predio, tales residuos se trituraran y servirán como composta para las áreas jardinadas y para las áreas de recuperación del proyecto.
5. Queda prohibido tirar basura o desechos producto de la remoción o de la construcción dentro de las áreas adyacentes al predio.
6. En la construcción del proyecto se colocaran sanitarios portátiles con la finalidad de tener un estricto control de los residuos fisiológicos.

En conclusión sobre la protección a las tierras frágiles del predio se tiene que debido a las condiciones del suelo en la zona y en base a la carta de INEGI, que establece que el predio corresponde a un suelo Leptosol de textura media de acuerdo a los cálculos de la fórmula de erosionabilidad, y los valores de referencia de la FAO, se establece que en la condición actual el predio muestra una erosión ligera, que no implica una condición de tierra frágil por este factor de pérdida de suelo.

En los capítulos posteriores se podrá hacer un análisis comparativo en el cual se revisan diferentes escenarios desde la condición actual, hasta la implementación del proyecto y de las medidas de mitigación, con lo cual se demuestra que el predio no tendrá una pérdida o que se incremente la pérdida de suelo en comparación con la condición actual.

IX. IDENTIFICACION, DESCRIPCION Y EVALUACION DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

IX.1. Identificación de impactos.

Los elementos que constituyen un ecosistema se denominan componentes ambientales; a su vez, los elementos de una actividad que interactúan con el ambiente se señalan como aspectos ambientales. Cuando los efectos de estos aspectos se tornan significativos para el hombre y su ambiente, adquieren la connotación de impactos ambientales.

El objetivo de este capítulo dentro del DTU(Documento Técnico Unificado), es identificar y evaluar de manera estricta los impactos ambientales y sociales que podrían presentarse durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación del proyecto denominado "**Lotificación Catania Residencial**". Para tal efecto, se interrelacionan las acciones y/o actividades del proyecto con los componentes del ambiente, con un criterio de causa-efecto, evaluando el carácter adverso o favorable del impacto. Lo anterior pensando en las posibles formas de reducir los impactos identificados y evaluando varias alternativas para ejecutar las medidas de prevención o mitigación aplicables para cada uno de ellos.

La efectividad de la metodología utilizada para la evaluación de los impactos ambientales depende de la información ambiental con la que se cuente, del tipo de proyecto, y principalmente de la identificación de los principales factores en los que incidirá el proyecto en cada una de las etapas del desarrollo.

Para evaluar los impactos potenciales de desarrollarse con la construcción del proyecto "**Lotificación Catania Residencial**", se usó la metodología de Check List y matriz de Leopold. Por medio de estas se identificaron y analizaron los impactos provocados en las diferentes etapas de desarrollo, con el fin de no obviar ningún efecto que pueda ser mitigado.

Para evaluar de manera puntual los aspectos citados anteriormente, primeramente es importante definir: A) Cuáles serán las actividades a realizar en cada una de las etapas del proyecto y su impacto en el ambiente y B) los componentes ambientales sobre los cuales incidirán, para de esta forma poder analizar los efectos de las actividades sobre los componentes.

A) Identificación de actividades que impactarán el ambiente

Las actividades del proyecto que se identificaron como los posibles agentes de cambio en el sistema se enlistan en el Cuadro 1.

Cuadro No. 86 Actividades del proyecto en las tres etapas.

Etapa	Actividades
Preparación del Sitio	1. Notificación de inicio de las actividades con motivo del cambio de uso de suelo.
	2. Contratación y tránsito de personal.
	3. Delimitación física de toda el área de desmonte.
	4. Levantamiento topográfico, Estudio de mecánica de suelos.
	5. Inducción ambiental a los trabajadores.
	6. Preparación y acciones de rescate de especies de flora y fauna.
	7. Ubicación del vivero provisional y acomodo de plantas rescatadas dentro del vivero.
	8. Manejo de las especies vegetales para su conservación dentro del área del vivero provisional en el predio.
	9. Acciones para el desmonte y despalme de las áreas de desplante previamente señalizadas.
	10. Acopio y triturado del material vegetal resultante del desmonte
	11. Aplicación de Programas propuestos en el POEL
	12. Entrega del informe de final del CUS.
Construcción	13. Contratación y tránsito de personal.
	14. Operación de maquinaria y equipo.
	15. Excavación, relleno y nivelación del suelo.
	16. Instalación y operación de obras provisionales (almacenes, sanitarios portátiles, etc.).
	17. Delimitación de lotes para vivienda, área comercial, vialidades, accesos, andadores, estacionamientos, áreas recreativas y culturales, áreas ajardinadas y área verde natural.
	18. Construcción de accesos, andadores, áreas deportivas, áreas recreativas, banquetas, construcción en lotes, estacionamientos, vialidades y áreas ajardinadas.
	19. Trabajos de enriquecimiento y reforestación con plantas producto del desmonte.
	20. Aplicación de Programas propuestos en el POEL.
Operación	21. Construcción de viviendas y comercios.
	22. Operación y Mantenimiento de la residencial.
	23. Presencia de habitantes.
	24. Contratación de personal.
	25. Aplicación de Programas propuestos en el POEL.

Como vemos en el cuadro anterior habrá actividades cuyo efecto se evalúe de manera puntual en una etapa, pero la de otras se repita en las tres fases de desarrollo variando en su intensidad. Por ejemplo, en la etapa de preparación del sitio un impacto puntual será el desmonte y despalme, ya que su injerencia será únicamente en dicha etapa.

B) Identificación de los factores o componentes ambientales.

Con base en el cuadro anterior se determinaron 25 actividades que potencialmente pueden impactar a algún factor o componente ambiental, distribuidas en tres etapas: preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento.

Así mismo, dichas actividades tendrán un efecto en el entorno generando impactos como:

- Disminución de poblaciones de especies de flora y fauna nativa.
- Cambios en las formas del terreno.
- Fragmentación de ecosistemas.
- Dispersión de especies de fauna sean o no invasoras.
- Alteración de la hidrología superficial y/o subterránea.
- Afectación al microclima.
- Contaminación de agua y suelo.
- Generación de residuos sólidos, líquidos y peligrosos.

Para el análisis, primero se definieron los indicadores de impacto como aquellos factores ambientales que se verán afectados; en segundo término se presenta la lista de los factores ambientales. La identificación de los factores o componentes ambientales se presenta en el cuadro siguiente.

Factores Ambientales

Se definieron **15 factores ambientales** del medio biótico y abiótico que serán afectados por las actividades que se generarán con el desarrollo del proyecto.

Cuadro No. 87 Identificación de los factores ambientales para el proyecto.

Factor ambiental
Formas del terreno y suelo
Residuos sólidos y líquidos no peligrosos.
Residuos peligrosos
Agua
Aire/Clima
Vegetación
Fauna
Uso de suelo
Transporte y flujo del tráfico
Creación de infraestructura
Población
Salud humana

Factor ambiental
Economía
Paisaje
Cultura o historia

C) Identificación de indicadores de cambio:

Indicadores de impacto: Una definición genéricamente utilizada del concepto de Indicador establece que este es "un elemento del medio ambiente afectado, o potencialmente afectado, por un agente de cambio" (SEMARNAT, 2002).

Por indicadores de impacto ambiental se entiende la expresión medible de un impacto ambiental, es decir, aquella variable simple o expresión más o menos compleja que mejor representa la alteración. De esta manera un indicador debe ser capaz de representar numéricamente aquello que se pretende valorar (Gómez-Orea, 2003).

Se buscaron indicadores de impacto que fueran:

- Representativos: Se refiere al grado de información que posee el indicador respecto al impacto global de la obra.
- Relevantes: Se refiere a que la información que aporta es significativa sobre la magnitud e importancia del impacto.
- Excluyentes: Se refiere a que no exista superposición con otros distintos indicadores.
- Cuantificables: Se refiere a que sea posible medirlo en términos cuantitativos para estimar la magnitud del impacto.
- De fácil identificación: Se refiere a que su definición sea clara y concisa.

Se buscaron indicadores que reflejaran impactos significativos, considerando las características y cualidades del sistema ambiental (SA). Dentro de cada uno de estos indicadores se señalan las principales actividades y acciones que pueden afectarlos para de esta manera poder calificar e identificar adecuadamente el sistema.

Cuadro No. 88 Indicadores de impacto que se analizarán en el check list.

Factor Ambiental	Indicador de Impacto
Formas del terreno y suelo	Cambios en las topografías.
	Creación de pendientes o terraplenes inestables que puedan provocar deslizamientos, derrumbes, vuelcos.
	Efectos que impidan determinados usos del área a largo plazo
	Pérdida de suelo (capa vegetal y mineral)

Factor Ambiental	Indicador de Impacto
	Erosión del suelo (hídrica o eólica)
Residuos sólidos y líquidos no peligrosos.	Generación de residuos sólidos en grandes cantidades
	Contaminación del suelo con residuos sólidos o lixiviados
	Contaminación del agua por residuos sólidos, líquidos o lixiviados
	Residuos depositados sobre la vegetación
	Almacenaje de residuos
	Residuos peligrosos
La contaminación del suelo, manto freático, cuerpos de agua o caudales por derrame de residuos peligrosos	
Almacenaje de residuos peligrosos	
Contacto de la fauna con residuos peligrosos.	
El contacto humano con residuos peligrosos	
Agua	Altos consumos de agua
	Cambios en los índices de absorción o pautas de drenaje
	Afectación en la escorrentía superficial
	Vertidos a un sistema público o privado de aguas residuales
	Afectación del manto freático por extracción del agua del subsuelo.
Aire/Clima	Cambios en la calidad del aire del área causados por la emisión de partículas de polvo, CO2 y otras partículas.
	Aumento en el rango de afectación por los niveles sonoros
	Afectación al microclima
Vegetación	Cambio en la abundancia de alguna especie
	Cambios en la diversidad biológica del sitio
	Propiciará condiciones de establecimiento de especies exóticas o invasoras
	Afectación a especies bajo protección o endémica.
	Afectación a especies silvestres de interés comercial

Factor Ambiental	Indicador de Impacto	
	La pérdida de hábitat	
	Fragmentación de ecosistemas	
Fauna	Cambio en la abundancia de alguna especie	
	Cambios en la diversidad biológica del sitio	
	Propiciará condiciones para el establecimiento de fauna nociva o invasora	
	Afectación a especies bajo protección o endémica.	
	Afectación a especies de interés comercial	
	Afectará la movilidad de la fauna (efecto barrera)	
	Creación y colonización de nuevos hábitats	
	Ocasionará la fragmentación del hábitat específico de alguna especie protegida	
	Usos del suelo	Alterará los usos actuales o previstos del área
		Provocará un impacto en una superficie de gran tamaño.
Provocará un impacto en una superficie bajo protección		
Transporte y flujo de tráfico	Un movimiento adicional de vehículos	
	Impacto sobre los sistemas actuales de transporte	
	Un aumento en el riesgo de circulación para vehículos motorizados o bicicletas	
Creación de Infraestructura	La construcción de vías de comunicación.	
	Instalación de una planta de tratamiento de aguas residuales.	
	Instalación de una planta potabilizadora.	
Población	Alterará la distribución de la población humana	
	Alterará el tamaño de la población actual	
Salud Humana	Expondrá a las personas a riesgos potenciales para su seguridad (atropellamientos, accidentes vehiculares, accidentes de trabajo etc.)	
	Aumentará el riesgo de exposición de personas a eventos meteorológicos.	

Factor Ambiental	Indicador de Impacto
Economía	Tendrá un efecto sobre las condiciones económicas locales o regionales
	Afectará la oferta de empleo
	Cambiará el valor del suelo
Paisaje	Cambiará una vista escénica o un panorama abierto al público
	Crearé una ubicación estéticamente ofensiva a la vista del público (en contradicción con el diseño natural o urbano)
	Cambiará significativamente la escala visual o el carácter del entorno próximo
Cultura o historia	Alterará sitios o construcciones de interés arqueológico o histórico
	Afectará objetos de importancia histórica que no puedan ser redireccionados
	Afectará de alguna manera el uso de un sitio con valor cultural-tradicional.
	Afectará la cultura de la región
	Afectarán obras reguladas y protegidas

IX.2. Caracterización de los impactos.

Delimitación del área de influencia

Es necesario analizar los impactos del proyecto a través de una ponderación objetiva a nivel del sistema ambiental (SA) y en particular del área de afectación del proyecto (predio), especificando en el análisis aquellos que serán perceptibles a nivel del sistema y cuáles únicamente tendrán un impacto puntual en el área de afectación del proyecto. Además de considerar los efectos (impactos) acumulados en la zona, debido a que alrededor al sitio del proyecto se localizan fraccionamientos y viviendas particulares, las cuales causaron impactos años anteriores.

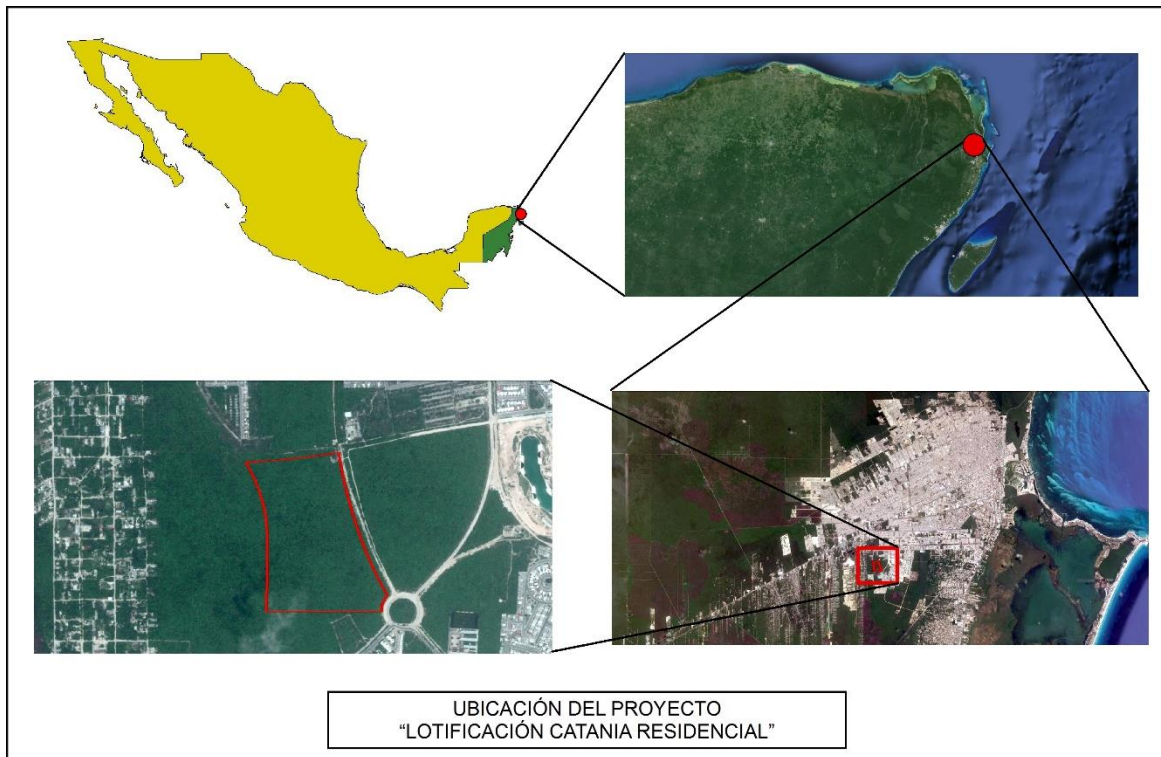


Figura No. 80 Ubicación del predio del proyecto "Lotificación Catania Residencial".

El análisis de impactos es complejo ya que implica las interacciones entre la biota y su medio, y depende de las características propias de cada indicador y de la acción que se analice. El área de influencia depende de la acción proyectada, del estado actual de los ecosistemas afectados.

Para no subestimar o sobreestimar los impactos analizados, cada indicador se calificó en el nivel que se consideró más adecuado de acuerdo con sus características y la acción creadora del impacto. De esta forma, impactos sobre la topografía y el suelo se evaluaron a nivel particular del área de afectación directa. El área de afectación directa está definida como el área que comprende el polígono del predio, misma que corresponde a una superficie de **18.762 ha**, mientras que la superficie asignada para cambio de uso de suelo corresponde a **18.656 ha**, la cual será aprovechada en su totalidad para el desarrollo del fraccionamiento.

Factores como el agua, la vegetación, la fauna y el aire, así como la generación de residuos se analizaron a nivel del sistema ambiental. Se explican los criterios para los indicadores principales a continuación.

Los impactos analizados a nivel del SA a menudo son impactos acumulativos, residuales o sinérgicos, cuya dinámica depende de su interacción a este nivel. Por ejemplo, la pérdida de la cobertura vegetal se suma a la tasa de deforestación actual reportada, creando un impacto mayor al ya existente (impacto acumulativo), sin embargo su pérdida tiene un impacto diferente dependiendo del grado de conservación que presente la vegetación. Por otro lado, el transporte y flujo de tráfico únicamente llega a ser un impacto cuando se analiza su afectación junto con el ya existente.

Cuadro No. 89 Factores analizados a nivel particular o de sistema ambiental.

Impactos analizados a nivel particular del área de afectación directa (el predio)	<p>Formas del terreno y suelo.- Las modificaciones a este indicador serán ocasionadas por efectos de la preparación del sitio y construcción, de tal manera que se analizaron a este nivel.</p>
	<p>Residuos peligrosos.- Se revisa las generación de residuos peligrosos de forma puntual, ya que su generación será mínima por el giro del proyecto, y los impactos potenciales se generaran principalmente en las etapas de preparación y construcción.</p>
	<p>Salud humana.- Se califican los impactos potenciales de producirse a la salud humana para las personas involucradas durante las diferentes etapas del proyecto, y tiene una influencia particular.</p>
	<p>Creación de infraestructura y servicio público.- Se evalúan los servicios y la infraestructura que serán creados directamente o indirectamente por el proyecto. Ya que la infraestructura es para uso solo del Residencial, este factor se analiza solo a nivel del predio.</p>
	<p>Uso de suelo.-Se analiza a nivel del predio del proyecto, ya que considera las disposiciones del ordenamiento del municipio y los usos de suelo previstos para la zona.</p>
A nivel del sistema ambiental (SA)	<p>Aire/Clima.- Las modificaciones a estos indicadores serán ocasionados principalmente en las primeras dos etapas del proyecto por movimientos de maquinaria y equipo. Sin embargo, el cambio microclimático se podrá reflejar a nivel del SA.</p>
	<p>Agua.- Durante las etapas de preparación y construcción se generará un impacto a nivel particular del agua como recurso, ya que conllevará al aumento en su consumo en la zona. Sin embargo, a nivel de sistema ambiental, la construcción y operación del proyecto puede generar impactos en la hidrología subterránea, derivado de actividades como excavaciones, relleno, etc. Considerando lo anterior, este factor se analiza a nivel del sistema ambiental.</p>
	<p>Vegetación.- El proyecto cuenta con una vegetación de selva mediana subperennifolia, sin embargo, este se encuentra inmerso dentro de una zona urbana y como resultado de la afectación por fenómenos meteorológicos, tiene cierto grado de afectación. Debido a la afectación por el crecimiento urbano que ha tenido la zona, se evalúa este factor a nivel del sistema ambiental.</p>
	<p>Fauna.- La mayor parte de las especies de fauna terrestre tiene una dinámica metapoblacional, principalmente los de mayor tamaño, por lo tanto para mantener poblaciones genéticamente viables a largo plazo se requiere examinar a una mayor escala de superficie, por lo cual se evalúa a este nivel.</p>
	<p>Residuos sólidos y líquidos no peligrosos.- Se revisa la generación de residuos en este nivel, ya que el proyecto quedara inmerso dentro de una zona urbana, por lo que los residuos que se generen en el proyecto se sumaran a los generados en la zona.</p>
	<p>Transporte y flujo de tráfico.- Debido a que el proyecto se desarrolla en una zona urbana, su construcción y operación afectará el tráfico a nivel regional.</p>
	<p>Población.- El impacto que tendrá el proyecto sobre este indicador se evaluó a nivel del sistema ambiental, ya que el personal requerido para su realización provendrá de los asentamientos humanos cercanos, además que por la naturaleza del proyecto generará cambios en la distribución de la población.</p>
	<p>Economía, cultura e historia.- Estos indicadores se analizan a nivel del SA dado que repercutirá en las poblaciones o desarrollos turísticos cercanos generando ingresos económicos para los habitantes de la zona.</p>
	<p>Paisaje.- Los impactos a este indicador tienen efectos negativos durante las etapas de preparación y construcción, debido al desmonte, despalme, la presencia del personal, maquinaria y obras de apoyo. Sin embargo, también tendrán un impacto sobre el escenario del sistema ambiental, razón por la cual se evalúan a este nivel.</p>

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La incidencia de las actividades del proyecto sobre los 15 factores ambientales (Cuadro anterior) se identificó y evaluó considerando los siguientes criterios:

- La dinámica del ecosistema.
- La aptitud y vocación del suelo y agua.
- Las condiciones ambientales del sistema ambiental.
- La resiliencia y servicios ambientales de los ecosistemas.
- Las actividades económicas existentes o previstas en su zona de influencia.
- Riesgo natural que tiene el sitio del proyecto ante fenómenos o procesos de origen natural: geológico, hidrológico, atmosférico, y los provocados por actividades humanas.
- La afectación directa o indirecta de la estructura, las funciones y los servicios ambientales de los ecosistemas involucrados.
- Los impactos específicos en cada etapa de desarrollo del proyecto: preparación, construcción y operación.
- Los actores que intervienen en cada una de estas etapas.

Para evaluar todos los aspectos anteriores se usó el check list y la matriz de Leopold, por medio de las cuales se identificaron y analizaron los impactos provocados en las diferentes etapas de desarrollo del proyecto, con el fin de no obviar ningún efecto que pueda ser mitigado.

Con la finalidad de analizar si el presente proyecto no modifica el entorno de tal manera que afecte el sistema ambiental (SA) e impida la continuidad de los procesos ecológicos existentes se realizó un análisis, considerando el área de influencia de las diferentes actividades del proyecto, y no solo la zona de impacto directo.

Cabe señalar que la evaluación de los impactos se realizó sin considerar algún tipo de medidas que pudiera prevenir, mitigar o compensar los posibles impactos del proyecto hacia el medio biótico y abiótico.

IX.3. Valoración de los impactos.

Check list o lista de control

Las listas de control pueden ser usadas para la planificación y dirección de un estudio de impacto ambiental, especialmente si se usan una o más listas específicas para el tipo de proyecto, estos proporcionan un enfoque estructural para identificar los impactos claves y factores ambientales afectados. Los factores o impactos de una lista de control simple, o descriptiva, pueden agruparse para demostrar impactos secundarios y terciarios y/o interrelaciones del sistema ambiental, lo que permite ordenar los impactos de acuerdo con su tipo e intensidad.

Para evaluar los impactos se utilizaron los 15 factores descritos previamente (Cuadro anterior). Asimismo, para cada factor se evaluaron algunos de los atributos establecidos en la Guía Para Elaborar la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular Sector Turismo de la SEMARNAT, según las siguientes definiciones de Gómez- Orea (2003).

• **Signo.-** Se refiere a si un impacto es benéfico o adverso en general para la zona donde se desarrolla el proyecto considerando aspectos ambientales, económicos y sociales, a corto, mediano y largo plazos. En la lista de control se definirá si los impactos son nulos, adversos o benéficos, clasificando a estos últimos dos de acuerdo a su significancia en no significativo, moderado y severo.

Cuadro No. 90 Significancia de los impactos en el check list.

SIGNIFICANCIA	DESCRIPCIÓN
NO SIGNIFICATIVO	Los impactos al ambiente y las poblaciones se dan a nivel local (inmediato al proyecto), de forma puntual al sitio, de tal forma que no alteran las funciones normales del sistema ambiental, son temporales y reversibles.
MODERADO	Los impactos al ambiente y las poblaciones son temporales pero permanecen el tiempo que duren las actividades del proyecto, y las condiciones previas son recuperables.
SEVERO	Los impactos al ambiente y las poblaciones son permanentes o de duración mayor de un año, visibles, perceptibles, el efecto puede ser local o regional e irreversible.

➤ **Efecto**

- **Directo.-** se refiere a los impactos cuya fuente principal es el proyecto evaluado.
- **Indirecto.-** Se refiere a los impactos ocasionados por fuentes asociadas al proyecto pero no directamente por éste.
- **Persistencia** (tiempo de permanencia de un impacto, definiciones según REAL DECRETO 1131/1988, de 30 de septiembre, España).
- **Temporal.** Aquel que supone alteración no permanente en el tiempo, con un plazo temporal de manifestación que puede estimarse o determinarse.

Los impactos pueden ser de tipo temporal por diversas razones.

Entre ellas:

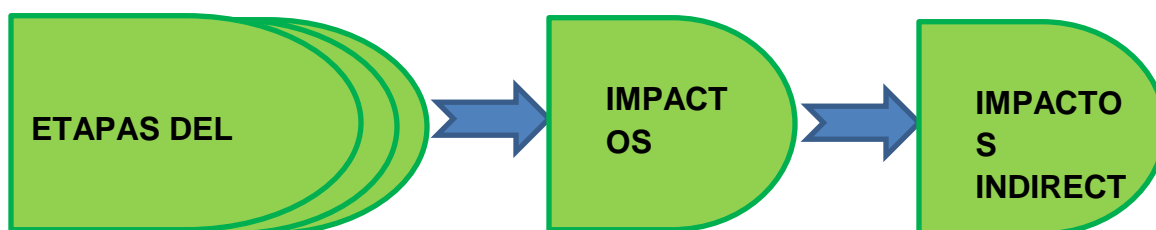
- ❖ porque cuando desaparece la acción que lo causa, desaparece el impacto.
- ❖ porque la alteración causada tiende a desaparecer de forma natural paulatinamente.
- **Permanente.** Aquél que supone una alteración indefinida en tiempo a factores ambientales o socioeconómicos.
- **Reversibilidad** (definición según la guía para la presentación de la manifestación de impacto ambiental modalidad particular, sector turismo SEMARNAT).

- **Reversible.**- ocurre cuando la alteración causada por impactos generados por la realización de obras o actividades sobre el medio natural, puede ser asimilada por el entorno debido al funcionamiento y procesos naturales de la sucesión ecológica y de los mecanismos de autodepuración del medio.
- **Irreversible.**- Aquel cuyo efecto supone la imposibilidad o dificultad extrema de retornar por medios naturales a la situación existente antes de que se ejecutara la acción que produce el impacto.
- **Interrelación** (definición según el Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental).
- **Impacto ambiental acumulativo:** el efecto en el ambiente, que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado, o que están ocurriendo en el presente.
- **Impacto ambiental sinérgico:** Aquel que se produce cuando el efecto de la presencia simultánea de varias acciones, supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente. o **Impacto ambiental residual:** el impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

Matriz de Leopold

La matriz de Leopold permite examinar la interacción de las obras y el medio ambiente por medio de un arreglo bidireccional: en una dirección se muestran las características individuales de un proyecto (actividades propuestas, elementos de impacto, etc.) y en la otra se identifican los indicadores ambientales que pueden ser afectados por éstas. Así, los efectos o impactos potenciales son individualizados confrontando las dos listas de control. Este arreglo se realiza para examinar los factores causales de impactos específicos.

La matriz de Leopold es una metodología que propone una valoración cualitativa de los impactos cuando no es posible su valoración cuantitativa. Por lo anterior, la valoración de cada uno de los impactos se consideró tomando en cuenta criterios cualitativos a partir de los cuales se identificaron como benéficos o adversos y como significativos, moderados o no significativos. La valoración cualitativa de los impactos se realizó según las definiciones propuestas por Canter (1988).



Aunque la Matriz de Leopold, engloba a cada componente ambiental y las incidencias de cada acción de manera general, no siempre resulta eficaz en la valoración de los impactos, ya que si bien un impacto puede ser considerado benéfico bajo determinadas circunstancias, en otras puede ser perjudicial si no se proponen las medidas de prevención, mitigación o compensación adecuadas, de aquí que la magnitud de un impacto estará en función de las medidas propuestas.

Para la valoración de los impactos con este método, también se asignaron valores con la descripción de Canter, asignando el máximo valor negativo (-3) a un impacto que ocasionará el máximo daño posible. Por ejemplo, se le asignará el valor de -3 a la acción del desmonte cuando ésta implique la remoción de la totalidad de la cubierta vegetal del área de estudio; sin embargo, se le otorgará un valor menor si se elimina sólo una parte de la extensión total de la vegetación del área o sólo los individuos arbustivos del mismo. De esta manera se facilita la identificación de las acciones más complejas en materia de impacto ambiental, para las cuales las medidas de mitigación serán primordiales.

Cuadro No. 91 Valores de la descripción de Canter para la Matriz de Leopold.

Calificación	Definición	Color
Adverso severo	Representa un resultado nada deseable ya sea en términos de degradación de la calidad previa del indicador ambiental o de su daño.	-3
Adverso moderado	Representa un resultado negativo ya sea en términos de degradación de la calidad calidad previa del indicador ambiental o un daño a este.	-2
Adverso no significativo	Representa una leve degradación de la calidad previa del indicador ambiental.	-1
Nulo	El factor ambiental no es aplicable en este caso o no es relevante para el proyecto que se propone.	0
Benéfico no significativo	Representa una leve mejora de la calidad o el estado previo del indicador.	+1
Benéfico moderado	Representa un resultado positivo ya sea en términos de mejorar la calidad previa del indicador o de mejorar el indicador desde una perspectiva ambiental.	+2
Benéfico severo	Representa un resultado muy deseable ya sea en términos de mejorar la calidad previa del indicador o de mejorar el indicador.	+3

Análisis del Check List (Lista de Control)

Cuadro No. 92 Análisis del Check list del proyecto "Lotificación Catania Residencial".

Factor Ambiental	Indicador de Impacto	Nulo	Signo						Efecto		Temporalidad		Reversibilidad		Interrelación		
			Adverso			Benéfico			Directo	Indirecto	Temporal	Permanente	Reversible	Irreversible	Acumulativo	Sinérgico	Simple
			No significativo	Moderadamente significativo	Severo	No significativos	Moderadamente significativo	Severo									
Formas del terreno y suelo	1. Cambios en las topografías.		*					*			*		*	*			
	2. Creación de pendientes o terraplenes inestables que puedan provocar deslizamientos, derrumbes, vuelcos.	*															
	3. Efectos que impidan determinados usos del área a largo plazo.		*					*			*		*	*			
	4. Pérdida de suelo (capa vegetal y mineral)			*				*			*		*	*			
	5. Erosión del suelo (hídrica o eólica)		*						*		*		*	*			
Residuos sólidos y líquidos no peligrosos.	6. Generación de residuos sólidos en grandes cantidades			*					*		*		*	*			
	7. Contaminación del suelo con residuos sólidos o lixiviados		*						*		*		*	*			
	8. Contaminación del agua por residuos sólidos, líquidos o lixiviados		*						*		*		*	*			
	9. Residuos depositados sobre la vegetación		*						*		*		*	*			
	10. Almacenaje de residuos			*					*		*		*	*			*
Residuos peligrosos	11. Implicará la generación de residuos peligrosos en grandes cantidades		*						*		*		*	*			
	12. La contaminación del suelo, manto freático, cuerpos de agua o caudales por derrame de residuos peligrosos		*						*		*		*	*			

Factor Ambiental	Indicador de Impacto	Nulo	Signo					Efecto		Temporalidad		Reversibilidad		Interrelación		
			Adverso			Benéfico		Directo	Indirecto	Temporal	Permanente	Reversible	Irreversible	Acumulativo	Sinérgico	Simple
			No significativo	Moderadamente significativo	Severo	No significativos	Moderadamente significativo									
	13. Almacenaje de residuos peligrosos		*					*	*		*		*	*		
	14. Contacto de la fauna con residuos peligrosos.		*					*	*			*				
	15. El contacto humano con residuos peligrosos		*					*	*			*				
Agua	16. Altos consumos de agua			*				*			*		*		*	
	17. Cambios en los índices de absorción o pautas de drenaje			*				*			*		*	*		
	18. Afectación en la escorrentía superficial			*				*			*		*	*		
	19. Vertidos a un sistema público o privado de aguas residuales			*				*			*		*	*		
	20. Afectación del manto freático por extracción del agua del subsuelo.	*														
Aire/Clima	21. Cambios en la calidad del aire del área causados por la emisión de partículas de polvo, CO2 y otras partículas.		*					*	*	*		*	*	*		
	22. Aumento en el rango de afectación por los niveles sonoros		*					*	*	*		*	*	*		
	23. Afectación al microclima			*				*		*		*	*	*		
Vegetación	24. Cambio en la abundancia de alguna especie			*				*	*	*		*	*	*		
	25. Cambios en la diversidad biológica del sitio			*				*	*	*		*	*	*		
	26. Propiciará condiciones de establecimiento de especies exóticas o invasoras.		*					*	*	*		*	*	*		

Factor Ambiental	Indicador de Impacto	Nulo	Signo						Efecto		Temporalidad		Reversibilidad		Interrelación		
			Adverso			Benéfico			Directo	Indirecto	Temporal	Permanente	Reversible	Irreversible	Acumulativo	Sinérgico	Simple
			No significativo	Moderadamente significativo	Severo	No significativos	Moderadamente significativo	Severo									
	27. Afectación a especies bajo protección o endémica.			*				*			*		*	*	*		
	28. Afectación a especies silvestres de interés comercial		*					*			*		*	*	*		
	29. La pérdida de hábitat			*				*			*		*	*	*		
	30. Fragmentación de ecosistemas		*					*			*		*	*	*		
Fauna	31. Cambio en la abundancia de alguna especie		*					*			*		*	*	*		
	32. Cambios en la diversidad biológica del sitio		*					*			*		*	*	*		
	33. Propiciará condiciones para el establecimiento de fauna nociva o invasora		*						*	*	*		*	*	*		
	34. Afectación a especies bajo protección o endémica.		*					*			*		*	*	*		
	35. Afectación a especies de interés comercial	*															
	36. Afectará la movilidad de la fauna (efecto barrera)		*						*	*	*		*	*	*		
	37. Creación y colonización de nuevos hábitats		*						*	*	*		*	*	*		
	38. Ocasionará la fragmentación del hábitat específico de alguna especie protegida	*															
Usos del suelo	39. Alterará los usos actuales o previstos del área	*															

Factor Ambiental	Indicador de Impacto	Nulo	Signo					Efecto		Temporalidad		Reversibilidad		Interrelación		
			Adverso			Benéfico		Directo	Indirecto	Temporal	Permanente	Reversible	Irreversible	Acumulativo	Sinérgico	Simple
			No significativo	Moderadamente significativo	Severo	No significativos	Moderadamente significativo									
	40. Provocará un impacto en una superficie de gran tamaño.			*					*		*	*				
	41. Provocará un impacto en una superficie bajo protección	*														
Transporte y flujo de tráfico	42. Un movimiento adicional de vehículos		*					*		*	*	*				
	43. Impacto considerable sobre los sistemas actuales de transporte	*														
	44. Un aumento en el riesgo de circulación para vehículos motorizados o bicicletas	*														
Creación de Infraestructura	45. La construcción de vías de comunicación.	*														
	46. Instalación de una planta de tratamiento de aguas residuales.	*														
	47. Instalación de una planta potabilizadora.	*														
Población	48. Alterará la distribución de la población humana		*					*		*	*	*				
	49. Alterará el tamaño de la población actual		*					*		*	*	*				
Salud Humana	50. Expondrá a las personas a riesgos potenciales para su seguridad (atropellamientos, accidentes vehiculares, accidentes de trabajo etc.)		*					*		*	*	*				
	51. Aumentará el riesgo de exposición de personas a eventos meteorológicos.		*					*		*	*	*			*	

Factor Ambiental	Indicador de Impacto	Nulo	Signo						Efecto		Temporalidad		Reversibilidad		Interrelación		
			Adverso			Benéfico			Directo	Indirecto	Temporal	Permanente	Reversible	Irreversible	Acumulativo	Sinérgico	Simple
			No significativo	Moderadamente significativo	Severo	No significativos	Moderadamente significativo	Severo									
Economía	52.Tendrá un efecto sobre las condiciones económicas locales o regionales					*			*		*		*	*			
	53.Afectará la oferta de empleo					*			*	*		*	*	*			
	54.Cambiará el valor del suelo					*		*	*	*		*	*	*			
Paisaje	55.Cambiará una vista escénica o un panorama abierto al público	*															
	56.Creará una ubicación estéticamente ofensiva a la vista del público (encontradicción con el diseño natural o urbano)	*															
	57.Cambiará significativamente la escala visual o el carácter del entorno próximo		*					*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Cultura o historia	58.Alterará sitios o construcciones de interés arqueológico o histórico	*															
	59.Afectará objetos de importancia histórica que no puedan ser redireccionados	*															
	60.Afectará de alguna manera el uso de un sitio con valor cultural-tradicional.	*															
	61.Afectará la cultura de la región	*															
	62.Afectarán obras reguladas y protegidas	*															
TOTALES		18	28	13		2	1		22	22	13	31	10	34	41	23	5

De acuerdo al análisis realizado en el check list, en donde se expusieron 62 indicadores derivados de los 15 factores ambientales del medio biótico y abiótico que serán afectados por las actividades que se generarán con el desarrollo del proyecto, se tiene que 18 (29%) posibles impactos fueron descartados y calificados como nulos. Por otro lado se identificaron 41 (66.1%) impactos adversos de los cuales, 28 (45.2%) se evaluaron como poco significativos debido al giro del proyecto y su ubicación y 13 (21%) como moderadamente significativos principalmente porque son considerados como permanentes e irreversibles. Dentro del análisis también surgieron 3 posibles impactos considerados como benéficos, de los que 2 (3.2%) se evaluaron como no significativos y 1 (1.6%) como moderadamente significativo.

Cuadro No. 93 Tipos de impactos detectados en el check list.

Tipo de Impacto	%	Cantidad
Impactos nulos	29,0	18
Impactos adversos no significativos	45,2	28
Impactos adversos moderadamenete significativos	21,0	13
Impactos beneficos no significativos	3,2	2
Impactos beneficos moderadamente significativos	1,6	1

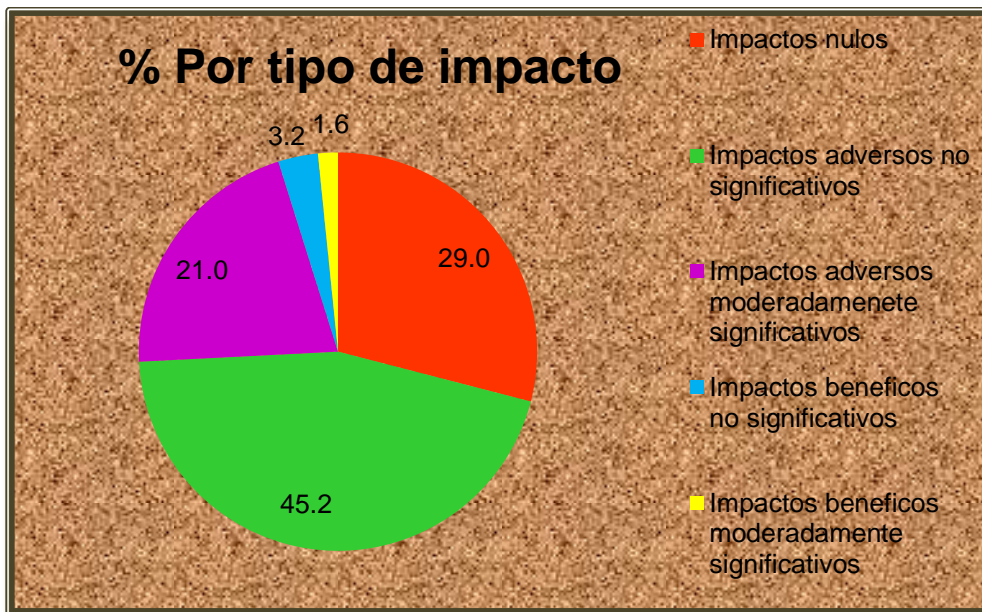


Figura No. 81 Porcentaje por tipo de impactos identificados en el análisis mediante el método Check List.

Impactos Nulos

Como podemos ver en la figura anterior, del análisis de impactos potenciales realizado mediante el check list, se obtuvo que el 29% (18) del total de los impactos potenciales a generarse fueron considerarse como nulos (marcados con azul dentro del check list, debido a que no se ocasionará impacto alguno en esos factores ambientales, debido principalmente a que el proyecto se encuentra ubicado una zona con destinada como urbana dentro de la ciudad de Cancún, Quintana Roo.

Durante el estudio de los factores ambientales que interactúan en el sitio del proyecto, se determinó que no se ocasionará impacto en ninguno de los indicadores que conforman a los factores **creación de infraestructura** y **cultura o historia**, ya que el área donde se desarrollará el proyecto no son sitios considerados como arqueológicos o históricos, no cuenta con un valor cultural tradicional y no afectara obras reguladas o protegidas. Así como tampoco, se creara infraestructura de servicios nueva para el proyecto, ya que al encontrarse en una zona urbana cuenta con todos los servicios como son iluminación eléctrica, vialidades, alcantarillado y variados servicios de comunicación satelital.

En cuanto a otros factores que no presentaron impactos o contemplan impactos nulos, se encuentran:

Topografía. No se afectará pendientes o terraplenes esto debido a que el predio del proyecto presenta una topografía plana, por lo que no se generaran terraplenes elevados que puedan ocasionar este tipo de impacto.

Agua. La ciudad de Cancún cuenta con una red de distribución de agua, por lo que el proyecto no afectará al manto freático por extracción de agua del subsuelo.

Fauna. En el factor fauna fueron calificados como nulos 2 posibles impactos mismos que son: afectación a especies de interés comercial y fragmentación del hábitat específico de alguna especie protegida. Estos impactos fueron calificados como nulos debido a que dentro de los polígonos que se someten a evaluación no se encontraron especies de interés comercial o cinegético, en lo que se refiere a la fragmentación del hábitat específico de alguna especie protegida, dentro de esta categoría únicamente se reportó a *Amazona albifrons* (Loro frentiblanco) y *Leptophis ahaetulla* (serpiente ranera).

Uso del suelo. El proyecto "Lotificación Catania Residencial" se encuentra regulado por Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Cancún, Municipio de Benito Juárez, Quintana ROO 2014-2030 (PDU) con asignación de uso de suelo Reserva (Densidad Bruta). Adicional, el predio se localiza dentro de la Unidad de Gestión Ambiental 21 (UGA-21) del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez de nombre Zona Urbana de Cancún y política ambiental de Aprovechamiento Sustentable. Por lo anterior, se determinó que el proyecto no alterará los usos previstos para el área y no provocará un impacto en una superficie bajo protección.

Transporte y Flujo de tráfico. Se consideró como impacto nulo el aumento en el riesgo de circulación para vehículos motorizados y bicicletas, ya que por estar el predio dentro de una zona urbana ya existe este riesgo y no se considera que aumente. Así como también, un impacto considerable sobre los sistemas actuales de transporte, ya que al tratarse de una zona ya desarrollada dentro de la ciudad de Cancún, ya cuenta con sistemas de transporte.

Impactos Benéficos

En cuanto a los impactos benéficos se identificaron 3, de los cuales 2 fueron considerados como no significativos y 1 como moderadamente significativo.

Como en la mayoría de los proyectos de desarrollo de infraestructura y sobre todo los ubicados dentro de zonas turísticas como es la ciudad de Cancún, estos tienen un impacto positivo en la economía local y regional, ya que se crean empleos directos e indirectos y por la construcción de la zona habitacional aumenta el valor del suelo.

Impactos Adversos

De los 41 impactos adversos analizados durante el análisis del check list, se detectó que 28 fueron calificados como impactos no significativos e involucran factores como formas del terreno y suelo, residuos sólidos y líquidos no peligrosos, residuos peligrosos, agua, aire-clima, vegetación, fauna, usos del suelo, transporte y flujo del tráfico, población, salud humana y paisaje, los cuales se determinaron de acuerdo al grado de afectación durante cada una de las etapas. Adicional, se identificaron 13 impactos considerados como adversos moderadamente significativos evaluados en los factores formas del terreno y suelo, residuos sólidos y líquidos no peligrosos, residuos peligrosos, agua, aire/clima, vegetación y fauna. Cabe señalar que el efecto de varios de estos impactos, tanto adversos no significativos como moderadamente significativos, puede disminuirse en magnitud de afectación o prevenirse, implementando correctamente medidas de mitigación, compensación o prevención, propuestas en este mismo documento.

Cuadro No. 94 Clasificación de los impactos negativos

Factor Ambiental	Adverso	
	No significativo	Moderadamente significativo
Formas del terreno y suelo	3	1
Residuos sólidos y líquidos no peligrosos.	3	2
Residuos peligrosos	5	0
Agua	0	4
Aire/Clima	2	1
Vegetación	3	4
Fauna	6	0
Usos del suelo	0	1
Transporte y flujo de tráfico	1	0
Población	2	0
Salud Humana	2	0
Paisaje	1	0
Total	28	13

Efecto

Sobre el efecto de los impactos, el análisis demostró que la mayoría de los impactos que se generarán con el desarrollo del proyecto serán directos, 22 de 44 impactos es decir el 50%, los cuales se derivan de actividades relacionadas con el desmonte, despalme, la nivelación, excavación y compactación del terreno, así como por las modificaciones permanentes que implica la construcción del proyecto. El proyecto ocasionará de forma directa cambios en la forma del terreno, cambios en el microclima ocasionado principalmente por el desmonte, aumentará el consumo significativo del recurso agua aunque esto será hasta la etapa de operación, cambios en la biodiversidad y abundancia de la flora y fauna del sitio, principalmente.

Es importante señalar que los impactos valorados como indirectos tienen especial relevancia debido a que corresponden a eventos potenciales de contaminación de suelo y agua, generación de residuos sólidos y líquidos no peligrosos, calidad del aire, niveles que pueden pasar desapercibidos al momento del desarrollo del proyecto, así como, la erosión del suelo por exposición, proliferación de especies de flora y fauna nocivas o invasoras, la generación de residuos peligrosos que podrían ocasionar impactos severos si no se aplicarán las medidas de prevención y mitigación del proyecto.

Temporalidad

En lo que se refiere a la temporalidad, el 70.5 % de los impactos se calificaron como permanentes y 29.5% como temporales. Los impactos permanentes son todos aquellos que se seguirán generando por un periodo prolongado de tiempo, el cual no dejará de producirse durante la etapa de operación del proyecto y posiblemente posteriormente a este. Dentro de los factores e indicadores evaluados y considerados como permanentes se incluyen los cambios en la forma de terreno, generación de residuos sólidos y líquidos no peligrosos, pérdida de capa vegetal y mineral, cambios en el microclima, aumento en el consumo de agua, cambios en los índices de infiltración, cambios en la abundancia y biodiversidad de flora y fauna en el sitio, el impacto que se tendrá en una superficie de gran tamaño, aumento en el tamaño de la población y cambio del panorama del sitio, principalmente.

Mientras que los impactos temporales están más relacionados con indicadores como son erosión del suelo, residuos depositados sobre la vegetación, generación de residuos peligrosos; cambios en la calidad del aire en el área por suspensión de polvo y contaminantes, debido principalmente al manejo de maquinaria y equipo durante las primeras etapas del proyecto.

Reversibilidad

De los 44 impactos potenciales identificados, 10 son considerados reversibles, mientras que 34 fueron considerados como irreversibles. Estos últimos impactos, repercutieron principalmente en los cambios en las formas del terreno, cambios en las, pérdida de capa vegetal y mineral debido principalmente a los trabajos de desmonte, despilpe, nivelación y compactación; otros indicadores que tendrán impactos irreversibles son el cambio en el microclima, cambios en los índices de infiltración o pautas de drenaje natural, cambios en la abundancia y biodiversidad en la flora y fauna del sitio, afectación a especies bajo protección, cambio en la escala visual, etc.

Los impactos considerados como reversibles recayeron sobre indicadores como son la erosión del suelo, residuos depositados sobre la vegetación, almacenaje de residuos peligrosos, cambios en la calidad del aire, la propiciación de condiciones para el establecimiento de fauna nociva o invasora, principalmente.

Interrelación

En cuanto a la interrelación de los impactos se refiere, 41 impactos fueron considerados como acumulativos, ya que la zona donde se localiza el proyecto ha sido afectada por actividades antropogénicas derivado de la cercanía a otros desarrollos y a estar inmerso dentro de la mancha urbana de la ciudad de Cancún, algunos factores ambientales como por ejemplo: la vegetación o la fauna, han sido modificados en su estructura, abundancia o diversidad, de tal manera que los impactos generados tiempo atrás en el sistema ambiental del proyecto "**Lotificación Catania Residencial**" se sumarán a los impactos que ocasionará el desarrollo, pudiendo reflejarse como acumulativos y/o sinérgicos.

En lo que se refiere a los impactos sinérgicos, 23 se calificaron dentro de esta categoría, mismos que se relacionan con pérdida del suelo, contaminación del suelo, cambios en el microclima, generación de residuos peligrosos y no peligrosos, contaminación del suelo y agua por residuos sólidos y peligrosos, cambios en la abundancia y biodiversidad de flora y fauna del sitio, afectación a especies de flora y fauna enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, entre otras.

Impactos residuales

Dado que la valoración de los impactos se realizó sin considerar la aplicación de medidas de mitigación, también se identificaron los impactos recuperables (aquellos que con la aplicación de medidas de mitigación por parte del promovente podrán recuperar en la medida de lo posible sus condiciones originales) y los irrecuperables (aquellos que aún y con la aplicación de medidas de mitigación el impacto seguirá presente por lo que deberá aplicarse medidas de compensación). Estos últimos son considerados como impactos residuales puesto que aun y con la aplicación de medidas de mitigación, permanecerán sus efectos. La valoración de irrecuperabilidad de los impactos se realizó en el entendido de que el proyecto se va a desarrollar hasta concluyan sus tres etapas: preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento.

Entre los impactos residuales irrecuperables tenemos:

1. Cambios en la forma del terreno
2. Efectos que impidan determinados usos del área
3. Cambios en las características fisicoquímicas del suelo
4. Pérdida de la capa vegetal y mineral
5. Cambios en el microclima
6. Cambios en los índices de infiltración o pautas de drenaje
7. Afectación a la escorrentía superficial
8. Cambios en la biodiversidad de flora y fauna del sitio
9. Cambio en la abundancia de flora y fauna del sitio.
10. Provocará cambios en los hábitats actuales
11. Provocará un impacto en una superficie de gran tamaño

Cuadro No. 95 Análisis Matriz de Leopold.

Factor Ambiental	Indicadores de Impacto	ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO					ETAPA DE CONSTRUCCION					ETAPA DE OPERACION				
		Contratación y tránsito de personal.	Levantamiento topográfico, Estudio de mecánica de suelos.	Acciones para el rescate de flora y fauna.	Desmote y despalme	Operación de maquinaria y equipo	Excavaciones, Nivelación y Compactaciones	Contratación y tránsito de personal.	Instalación y operación de obras provisionales (almacenes, sanitarios portátiles, etc.).	Operación de la maquinaria y equipo de construcción	Delimitación de lotes para vivienda y áreas comerciales por parte de los propietarios y construcción de área recreativa y/o áreas verdes, vialidad interna.	Construcción de accesos, andadores, áreas deportivas, áreas recreativas, banquetas, construcción en lotes, estacionamientos, vialidades y áreas ajardinadas.	Contratación y tránsito de personal.	Construcción de las viviendas y áreas comerciales por parte de los propietarios.	Operación y mantenimiento de las viviendas	Presencia de habitantes.
Formas del terreno y suelo	Cambios en las topoformas.															
	Efectos que impidan determinados usos del área a largo plazo															
	Pérdida de suelo (capa vegetal y mineral)															
	Erosión del suelo (hídrica o eólica)															
Residuos sólidos y líquidos no peligrosos.	Generación de residuos sólidos en grandes cantidades															
	Contaminación del suelo con residuos sólidos o lixiviados															
	Contaminación del agua por residuos sólidos, líquidos o lixiviados															
	Residuos depositados sobre la vegetación															

Factor Ambiental	Indicadores de Impacto	ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO					ETAPA DE CONSTRUCCION					ETAPA DE OPERACION				
		Contratación y tránsito de personal.	Levantamiento topográfico, Estudio de mecánica de suelos.	Acciones para el rescate de flora y fauna.	Desmonte y despalme	Operación de maquinaria y equipo	Excavaciones, Nivelación y Compactaciones	Contratación y tránsito de personal.	Instalación y operación de obras provisionales (almacenes, sanitarios portátiles, etc.).	Operación de la maquinaria y equipo de construcción	Delimitación de lotes para vivienda y áreas comerciales por parte de los propietarios y construcción de área recreativa y/o áreas verdes, vialidad interna.	Construcción de accesos, andadores, áreas deportivas, áreas recreativas, banquetas, construcción en lotes, estacionamientos, vialidades y áreas ajardinadas.	Contratación y tránsito de personal.	Construcción de las viviendas y áreas comerciales por parte de los propietarios.	Operación y mantenimiento de las viviendas	Presencia de habitantes.
	Almacenaje de residuos															
Residuos peligrosos	Implicará la generación de residuos peligrosos															
	La contaminación del suelo, manto freático, cuerpos de agua o caudales por derrame de residuos peligrosos															
	Almacenaje de residuos peligrosos															
	Contacto de la fauna con residuos peligrosos.															
	El contacto humano con residuos peligrosos															
Agua	Altos consumos de agua															
	Cambios en los índices de absorción o pautas de drenaje															
	Afectación en la escorrentía superficial															

Factor Ambiental	Indicadores de Impacto	ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO					ETAPA DE CONSTRUCCION					ETAPA DE OPERACION				
		Contratación y tránsito de personal.	Levantamiento topográfico, Estudio de mecánica de suelos.	Acciones para el rescate de flora y fauna.	Desmante y despalle	Operación de maquinaria y equipo	Excavaciones, Nivelación y Compactaciones	Contratación y tránsito de personal.	Instalación y operación de obras provisionales (almacenes, sanitarios portátiles, etc.).	Operación de la maquinaria y equipo de construcción	Delimitación de lotes para vivienda y áreas comerciales por parte de los propietarios y construcción de área recreativa y/o áreas verdes, vialidad interna.	Construcción de accesos, andadores, áreas deportivas, áreas recreativas, banquetas, construcción en lotes, estacionamientos, vialidades y áreas ajardinadas.	Contratación y tránsito de personal.	Construcción de las viviendas y áreas comerciales por parte de los propietarios.	Operación y mantenimiento de las viviendas	Presencia de habitantes.
	Vertidos a un sistema público o privado de aguas residuales															
Aire/Clima	Cambios en la calidad del aire del área causados por la emisión de partículas de polvo, CO2 y otras partículas.															
	Aumento en el rango de afectación por los niveles sonoros															
	Afectación al microclima															
Vegetación	Cambio en la abundancia de alguna especie															
	Cambios en la diversidad biológica del sitio															
	Propiciará condiciones de establecimiento de especies exóticas o invasoras.															

Factor Ambiental	Indicadores de Impacto	ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO					ETAPA DE CONSTRUCCION						ETAPA DE OPERACION			
		Contratación y tránsito de personal.	Levantamiento topográfico, Estudio de mecánica de suelos.	Acciones para el rescate de flora y fauna.	Desmonte y despalle	Operación de maquinaria y equipo	Excavaciones, Nivelación y Compactaciones	Contratación y tránsito de personal.	Instalación y operación de obras provisionales (almacenes, sanitarios portátiles, etc.).	Operación de la maquinaria y equipo de construcción	Delimitación de lotes para vivienda y áreas comerciales por parte de los propietarios y construcción de área recreativa y/o áreas verdes, vialidad interna.	Construcción de accesos, andadores, áreas deportivas, áreas recreativas, banquetas, construcción en lotes, estacionamientos, vialidades y áreas ajardinadas.	Contratación y tránsito de personal.	Construcción de las viviendas y áreas comerciales por parte de los propietarios.	Operación y mantenimiento de las viviendas	Presencia de habitantes.
Ambiental	Afectación a especies bajo protección o endémica.		Adverso no significativo	Adverso no significativo												
	Afectación a especies silvestres de interés comercial		Adverso no significativo	Adverso no significativo												
	La pérdida de hábitat				Adverso moderado		Adverso moderado				Adverso moderado		Adverso moderado			
	Fragmentación de ecosistemas						Adverso moderado				Adverso moderado		Adverso moderado			
Fauna	Cambio en la abundancia de alguna especie			Adverso no significativo												
	Cambios en la diversidad biológica del sitio			Adverso no significativo												
	Propiciará condiciones para el establecimiento de fauna nociva o invasora	Adverso moderado					Adverso moderado	Adverso moderado			Adverso moderado		Adverso moderado	Adverso moderado	Adverso moderado	Adverso moderado
	Afectará la movilidad de la fauna (efecto barrera)										Adverso moderado		Adverso moderado			
	Creación y colonización de nuevos hábitats				Adverso moderado	Adverso moderado	Adverso moderado						Adverso moderado			

Factor Ambiental	Indicadores de Impacto	ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO					ETAPA DE CONSTRUCCION					ETAPA DE OPERACION																		
		Contratación y tránsito de personal.	Levantamiento topográfico, Estudio de mecánica de suelos.	Acciones para el rescate de flora y fauna.	Desmante y despalle	Operación de maquinaria y equipo	Excavaciones, Nivelación y Compactaciones	Contratación y tránsito de personal.	Instalación y operación de obras provisionales (almacenes, sanitarios portátiles, etc.).	Operación de la maquinaria y equipo de construcción	Delimitación de lotes para vivienda y áreas comerciales por parte de los propietarios y construcción de área recreativa y/o áreas verdes, vialidad interna.	Construcción de accesos, andadores, áreas deportivas, áreas recreativas, banquetas, construcción en lotes, estacionamientos, vialidades y áreas ajardinadas.	Contratación y tránsito de personal.	Construcción de las viviendas y áreas comerciales por parte de los propietarios.	Operación y mantenimiento de las viviendas	Presencia de habitantes.														
	<table border="1"> <tr><td style="background-color: red;"></td><td>Adverso severo</td></tr> <tr><td style="background-color: orange;"></td><td>Adverso moderado</td></tr> <tr><td style="background-color: yellow;"></td><td>Adverso no significativo</td></tr> <tr><td style="background-color: lightgrey;"></td><td>Nulo</td></tr> <tr><td style="background-color: lightblue;"></td><td>Benéfico no significativo</td></tr> <tr><td style="background-color: blue;"></td><td>Benéfico moderado</td></tr> <tr><td style="background-color: darkblue;"></td><td>Benéfico severo</td></tr> </table>		Adverso severo		Adverso moderado		Adverso no significativo		Nulo		Benéfico no significativo		Benéfico moderado		Benéfico severo															
	Adverso severo																													
	Adverso moderado																													
	Adverso no significativo																													
	Nulo																													
	Benéfico no significativo																													
	Benéfico moderado																													
	Benéfico severo																													
Usos del suelo	Provocará un impacto en una superficie de gran tamaño.																													
Transporte y flujo de tráfico	Un movimiento adicional de vehículos																													
	Un aumento en el riesgo de circulación para vehículos motorizados o bicicletas																													
Población	Alterará la distribución de la población humana																													
	Alterará el tamaño de la población actual																													
Salud Humana	Expondrá a las personas a riesgos potenciales para su seguridad (atropellamientos, accidentes vehiculares, accidentes de trabajo etc.)																													
	Aumentará el riesgo de exposición de personas a eventos meteorológicos.																													

Factor Ambiental	Indicadores de Impacto	ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO					ETAPA DE CONSTRUCCION						ETAPA DE OPERACION			
		Contratación y tránsito de personal.	Levantamiento topográfico, Estudio de mecánica de suelos.	Acciones para el rescate de flora y fauna.	Desmonte y despalle	Operación de maquinaria y equipo	Excavaciones, Nivelación y Compactaciones	Contratación y tránsito de personal.	Instalación y operación de obras provisionales (almacenes, sanitarios portátiles, etc.).	Operación de la maquinaria y equipo de construcción	Delimitación de lotes para vivienda y áreas comerciales por parte de los propietarios y construcción de área recreativa y/o áreas verdes, vialidad interna.	Construcción de accesos, andadores, áreas deportivas, áreas recreativas, banquetas, construcción en lotes, estacionamientos, vialidades y áreas ajardinadas.	Contratación y tránsito de personal.	Construcción de las viviendas y áreas comerciales por parte de los propietarios.	Operación y mantenimiento de las viviendas	Presencia de habitantes.
Economía	Tendrá un efecto sobre las condiciones económicas locales o regionales															
	Afectará la oferta de empleo															
	Cambiará el valor del suelo															
Paisaje	Cambiará significativamente la escala visual o el carácter del entorno próximo.															

Descripción de los Impactos de Acuerdo a su Significancia

Para un análisis más a detalle de los impactos adversos se describirá su efecto sobre los principales factores ambientales.

Formas del Terreno y Suelo

Los cambios en las topoformas y la pérdida de suelo (vegetal y mineral) tendrán lugar en la etapa de preparación del sitio, debido a que es en esta etapa donde se retira la vegetación y el suelo mineral del área donde se realizará el aprovechamiento. En la etapa de construcción se lleva a cabo el relleno, nivelación y compactación del suelo para dejarlo preparado para recibir las construcciones, por tal motivo se cambia la topografía y podría ocasionar erosión.

En lo que se refiere a los efectos que impidan determinados usos del suelo a largo plazo, este impacto se consideró no significativo debido a que aquellas áreas en las que se construirán viviendas u otro tipo de infraestructura, así como toda la superficie que sea pavimentada, perderá sus cualidades naturales, por lo que no podrá ser utilizado para otros fines.

En cuanto a la erosión del suelo, las actividades de desmonte y despalme se llevarán a cabo de forma paulatina para dejar el menor tiempo posible expuesto el suelo.

Residuos sólidos y líquidos no peligrosos

En la etapa de preparación del sitio, los principales residuos sólidos que se generarán serán los provenientes del desmonte y despalme, los cuales serán almacenados dentro de una zona dentro de las áreas de aprovechamiento para su posterior triturado e inclusión en las áreas de reforestación y ajardinadas del fraccionamiento. En cuanto a los residuos líquidos al igual que en la etapa de construcción los principales serán los residuos sanitarios provenientes de los baños portátiles, los cuales de no recibir una adecuada limpieza podrían escurrirse al suelo y contaminar tanto este como el agua subterránea.

Para la etapa de construcción la generación de residuos sólidos urbanos se intensificará debido al aumento del personal en obra y la instalación de obras provisionales. Aún no existe la cultura de colocar la basura en contenedores para que no se disperse y muchas veces se deposita en el suelo, donde puede permanecer largos periodos principalmente los residuos inorgánicos. En tanto que el manejo inadecuado de los residuos orgánicos también causa la proliferación de fauna nociva y por lo tanto de enfermedades, tanto para el personal como para la fauna en el predio. Además, se generarán residuos de construcción como parte del desarrollo de las vialidades, andadores, etc., los cuales podrían depositarse en cualquier sitio dentro y fuera del predio del proyecto. Estos impactos son considerados como temporales durante esta etapa, indirectos, sinérgicos y acumulativos, sin embargo, pueden prevenirse si se aplican las correctas medidas de prevención y mitigación.

La contaminación del agua por residuos sólidos, líquidos y lixiviados fue considerado como un impacto no significativo debido a que en el predio no se cuenta con algún tipo de cuerpo de agua abierto donde pudiera darse la contaminación, y la posibilidad de que se contamine el manto freático por residuos líquidos o lixiviados es muy baja, ya que antes de llegar al manto freático serían absorbidos por el suelo, además de que la mayor parte del material permanecerá en el sitio muy poco tiempo antes de ser retirado. Además, el centro de acopio de residuos sólidos contará con un piso impermeable que no permita la filtración de lixiviados.

Durante la etapa de operación la generación de residuos sólidos urbanos aumentará, esto como parte de la construcción y operación de las residencias, por presencia de habitantes y personal. En esta etapa se considera que el impacto será permanente ya que al tratarse de un fraccionamiento, los habitantes ocuparan el sitio por un periodo indefinido, por lo que la generación de residuos tanto sólidos y líquidos no peligrosos será permanente, irreversible, acumulativa y sinérgica.

Residuos peligrosos

Los impactos ocasionados por residuos peligrosos en la etapa de preparación del sitio y construcción son los derivados, del manejo de maquinaria y equipo y al uso de materiales peligrosos durante la etapa de construcción.

En cuanto al uso de la maquinaria, de no encontrarse en buenas condiciones al momento de entrar al sitio del proyecto, esta puede presentar fugas de aceite quemado u otro residuo peligroso, lo que ocasionaría la contaminación del suelo y agua de no ser mitigado. De ocurrir derrames accidentales de aceite quemado, y aun aplicando las medidas de mitigación, se generan otro tipo de residuos peligrosos como son estopas, lonas y demás material impregnado con el aceite quemado o combustibles, por lo que en el apartado de medidas de mitigación se prevé el manejo adecuado para este tipo de residuos.

En cuanto a la etapa de operación, se generaran residuos peligrosos producto de la de la construcción de las viviendas, así como, su posterior operación y mantenimiento. De igual forma, se generarán residuos peligrosos durante el mantenimiento de áreas verdes y demás áreas comunes.

Aqua

Los principales impactos que podrían presentarse durante la etapa de preparación del sitio sobre el factor agua, recaen principalmente en los cambios que podrían sufrir los índices de infiltración y la escorrentía superficial, como efecto de los trabajos de desmonte y despalle del sitio del proyecto, estos efectos son considerados como permanentes, ocasionados directamente por el desarrollo de la residencial e irreversibles. Entre otros impactos adversos que se identificaron en esta etapa son los ocasionados por los vertidos de aguas grises generadas por el uso de sanitarios portátiles y la contaminación del manto freático por el uso de maquinaria que no se encuentre en buen estado.

Durante la etapa de construcción el personal en obra aumenta por lo que también aumenta también la cantidad de residuos líquidos sanitarios generados por desarrollo del proyecto, lo cual si no es manejado adecuadamente podría ocasionar contaminación del suelo y agua subterránea. Así también, como parte de los efectos generados por los trabajos de nivelación y compactación del área de aprovechamiento, se afectarán también de forma permanente los índices de infiltración o pautas de drenaje del sitio y la escorrentía superficial del sitio.

En cuanto a los impactos ocasionados por la presencia de personal en obra y por el aumento en el número de maquinarias presente, estos serán principalmente por el mal manejo de residuos sólidos y sanitarios, así como, por el uso de maquinaria que no se encuentre en buen estado, y pueda presentar fugas de aceite quemado u otros residuos peligrosos que puedan contaminar el agua subterránea.

En la etapa de operación es de total importancia mencionar que el aumento en el consumo de agua será un impacto moderadamente significativo, permanente e irreversible. Lo anterior, derivado de la presencia de los residentes y personal en el área, así como también de la generación de aguas residuales y su vertido al sistema de drenaje municipal. Al igual que en las etapas anteriores se podría generar contaminación del agua subterránea por el mal manejo de residuos sólidos y líquidos, que en esta etapa son generados en grandes cantidades y son un impacto permanente.

Aire/Clima

En la etapa de preparación del sitio la afectación al factor aire se dará derivado de la operación de la maquinaria por el levantamiento de polvo que puede afectar tanto a los trabajadores como a los residentes cercanos al predio, sin embargo el impacto fue considerado como adverso no significativo ya que no se contará con gran cantidad de maquinaria en el sitio. En cuanto al desmonte, este ocasionará principalmente cambios en el microclima del sitio, ya que al retirar la cubierta vegetal los rayos penetran directamente y son absorbidos por el suelo, lo que hace se eleve la temperatura del sitio, este impacto fue considerado como moderadamente significativo, directo, permanente, irreversible, acumulativo y sinérgico, ya que el área que ocupara el desplante del fraccionamiento es de 18.762ha, lo que representa la superficie total del predio.

La contaminación del aire por partículas de polvo y contaminantes se intensifica en la etapa de construcción, ya que se encuentran en el predio un mayor número de maquinaria y equipo, que generan gases contaminantes y provocan el levantamiento de polvo por el traslado constante de material pétreo y movimiento de maquinaria, sin embargo este impacto tiene una persistencia temporal y reversible una vez que se terminan las actividades de esta etapa. En cuanto al cambio en el microclima, este se ve afectado por los grandes espacios rellenos con material pétreo como es el sacab, y por la falta de cubierta vegetal, esto implica mayor absorción de calor, por lo que la temperatura se elevará; por lo anterior, el cambio de microclima fue considerado como un impacto moderadamente adverso.

En cuanto a la etapa de operación la generación de contaminación al aire, será principalmente por la presencia de vehículos automotores en el fraccionamiento, aunque este impacto podría considerarse como no significativo, éste será permanente y acumulativo.

Vegetación

Uno de los impactos de mayor afectación durante la etapa de preparación del sitio son los ocasionados por las actividades de desmonte y despalme, ya que se retira la cubierta vegetal del área de aprovechamiento y con ello se cambia la abundancia de las especies del sitio y la diversidad biológica. Dentro del predio del proyecto se detectó una especie con estatus de protección dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, Palma chit (*Thrinax radiata*). Algunos de los impactos generados en este factor son considerados como adversos moderadamente significativos, directos, permanentes, irreversibles, acumulables y sinérgicos. Todos estos cambios durante esta etapa, generará indudablemente la pérdida del hábitat de muchas especies, así como, la fragmentación del ecosistema; ya que, aunque el proyecto se encuentra inmerso dentro de una zona considerada como urbana, colinda con predios que permanecen con vegetación natural en pie, los cuales funcionan como zonas de amortiguamiento para muchas especies.

El proyecto llevará a cabo las medidas de prevención y mitigación necesarias para minimizar los efectos del desarrollo hacia las áreas colindantes con el predio que aun permanezcan con vegetación en pie, ya que éstas representan zonas de amortiguamiento dentro de las zonas urbanas. Durante esta etapa una de las principales actividades para minimizar el impacto a la flora del sitio, es llevar a cabo el rescate de vegetación, principalmente especies protegidas y de alto valor comercial, antes del inicio de las actividades de preparación del sitio. Posteriormente la vegetación que sea rescatada, será reincorporada a las áreas ajardinadas y de reforestación del proyecto.

En cuanto a la etapa de construcción, los impactos sobre la vegetación recaen principalmente a los ocasionados en las áreas con vegetación nativa en pie fuera del predio del proyecto, como resultado de la presencia de personal en obra, que muchas veces invaden estas áreas para comer o realizar sus necesidades fisiológicas, sobre todo en el caso del presente proyecto, en donde estas áreas sirven como zonas de amortiguamiento dentro de la zona urbana. En esta etapa será de vital importancia la correcta aplicación de las medidas de prevención y mitigación, que nos permitan mantener estas áreas en buen estado.

Para la etapa de operación, se colocaran letreros informativos, restrictivos e indicativos, los cuales garanticen la integridad de las áreas con vegetación en pie que colinden con el predio del proyecto. Además, se darán pláticas de inducción ambiental a los trabajadores que participen en la construcción de viviendas y lotes comerciales, con el fin de evitar la invasión de las áreas con vegetación nativa en pie que colinden con el predio, ya que estos muchas veces buscan sombra para comer o un sitio para realizar sus necesidades fisiológicas. De lo anterior se desprende que es necesario la correcta aplicación de las medidas de prevención y mitigación para este indicador.

Fauna

Al igual que en la vegetación, los principales impactos generados sobre el factor fauna se dan en la etapa de preparación del sitio. Las actividades de desmonte y despalme ocasionan efectos directos sobre la fauna que en su mayoría son permanentes e irreversibles. Sin embargo, este impacto se calificó como moderadamente significativo, ya que aunque no se detectó un gran número de especies dentro del predio, las áreas con vegetación en pie cercanas a las zonas urbanas, sirven como zonas de resguardo para algunas especies que se han ido adaptando a la presencia humana. Así como también, funcionan como zonas de descanso para aves migratorias de importancia.

Muchas de las especies de fauna de gran tamaño, con el crecimiento paulatino de la zona urbana, iniciaron a migrar hacia otras zonas donde aún se puede observar la vegetación menos fragmentada y en la actualidad aun la presencia humana es escasa, y por lo tanto el ruido aun no es cotidiano.

Sin duda, durante el periodo de preparación y obra aumentará los niveles de ruido y esto provocará migración de la fauna, aunque también contribuirá la pérdida de la cobertura vegetal.

Como ya se mencionó en general la fauna es escasa, muy probablemente debido al ruido que existe en los alrededores. Por tanto mientras se presente la maquinaria y el equipo de trabajo, irán quedando prácticamente las especies más tolerantes a la presencia humana. Así, se espera poca migración de la fauna del predio, por ello se prevé que el impacto en la movilidad de la fauna sea poco significativa en este momento.

En lo que se refiere a especies bajo protección y especies endémicas, se registraron 2 especies dentro del predio, *Amazona albifrons* (Loro frentiblanco) y *Leptophis ahaetulla* (*serpiente ranera*), mismas que aun cuando este en algún estatus de protección), sin duda son especies adaptables a la presencia humana y de constante movimiento en la zona.

Uso del Suelo

Este impacto se generará en la etapa de preparación del sitio, el cambio de uso de suelo en terrenos forestales se llevara a cabo en una superficie de 18.656 ha, y junto con las 0.106 ha sin cobertura forestal constituyen la superficie total del predio, 18.762 ha; por lo anterior, se considera que el proyecto impactara una superficie de gran tamaño, ya que el área de aprovechamiento es igual al área total del predio (18.762ha).

Transporte y Flujo de Tráfico

Durante la etapa de preparación del sitio el movimiento de vehículos no será significativo, debido a que el personal presente en la obra será mínimo y a que el proyecto está inmerso en una zona urbana.

Durante la etapa de construcción la circulación de vehículos y maquinaria aumentará, por la presencia de una mayor cantidad de personal en obra, sin embargo este fue considerado como un impacto no significativo en las tres etapas del proyecto.

Durante la etapa de operación el movimiento de vehículos será constante en el área, como parte de la presencia de habitantes.

Población

Este factor se verá impactado durante la etapa de operación, por la presencia de habitantes de la residencial, ya que al tener la zona migración constante de población proveniente de otros estados del país, aumentaran el tamaño de la población en la zona y se ampliará su distribución.

Salud Humana

Los riesgos a la salud humana fueron calificados como no significativos, ya que el personal que laborará en el proyecto contará con el equipo de seguridad necesario como botas, casco y chaleco, etc. También se darán pláticas al personal sobre la importancia del uso del equipo, respetar los límites de velocidad y dar el paso al peatón.

Al ser el estado de Quintana Roo una zona de constante actividad de fenómenos meteorológicos (huracanes), la población que se asentará en el área del proyecto "**Lotificación Catania Residencial**" se expondrá a estos eventos como parte de los riesgos de vivir en la zona.

Paisaje

Estos impactos se consideraron no significativos debido a que el predio del proyecto se encuentra en una zona de reciente crecimiento, por lo que el impacto visual se reduce a un número limitado de personas, además de que el desmonte se realizará paulatinamente para disminuir tanto el impacto visual, como el impacto por suspensión de partículas de polvo.

IX.4. Conclusiones.

Etapa de Preparación del Sitio

La etapa de preparación del sitio es la etapa donde se presentan gran cantidad de impactos adversos permanentes y generados directamente por el establecimiento del proyecto. La etapa de preparación del sitio será donde se presenten la mayor cantidad de impactos adversos moderados y no significativos que son irreversibles.

Esto deriva de las actividades que se llevarán a cabo para el desmonte y despalme los cuales afectan de manera importante a la biota local y modifican la topografía y el suelo. El diseño del proyecto plantea utilizar una superficie de 18.762 ha para aprovechamiento para la **construcción de accesos, andadores, banquetas, estacionamientos, áreas ajardinadas, áreas recreativas y deportivas, delimitación de lotes comerciales y residenciales, estacionamientos y vialidades**, es decir, el 100% de la superficie total del predio. Aunado a esto, se realizará el rescate de la flora en las 18.656 ha que se aprovecharan con cobertura forestal, priorizando aquellas enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, misma que serán trasplantadas en las áreas destinadas para reforestación del proyecto, en la etapa de construcción.

Si bien las actividades inciden durante corto tiempo, los efectos son irreversibles, ya que implican la pérdida de la cubierta vegetal por desmonte, lo que incide directamente en la alteración de la composición vegetal, disminución de la densidad, cambios en la biodiversidad, etc. Entre las consecuencias de la pérdida de cubierta vegetal y suelo alterará los patrones de escurrimiento superficial e índices de infiltración. Quizá la mayor alteración indirecta del cambio en la vegetación consiste en la afectación a la fauna por la pérdida de hábitat, sin embargo, no se omite comentar que de acuerdo con los estudios realizados en el sitio, se determinó que las poblaciones de fauna de mayor interés se han movido del predio del proyecto como resultado del crecimiento de la ciudad de Cancún.

Otros impactos adversos pero de carácter temporal, son los derivados del uso de maquinaria pesada y vehículos para el despalme. El empleo de la maquinaria y equipo implica la producción de residuos tales como polvo, gases, aceites quemados, etc., los cuales generarán contaminación del aire, suelo y agua, de no aplicarse correctamente las medidas de mitigación y prevención.

Etapa de Construcción

En esta etapa se generarán una menor cantidad de impactos adversos irreversibles en comparación con la etapa de preparación del proyecto. La mayoría de los impactos adversos no significativos están relacionados con actividades como son la delimitación de los lotes y demás áreas, la operación de la maquinaria y equipo de construcción, presencia de trabajadores, la instalación de obras provisionales, trabajos de nivelación y compactación, principalmente, lo que generará, impactos como son la producción de desechos tanto sólidos como líquidos, peligrosos y no peligrosos, contaminación de suelo y agua por acumulación de residuos, cambios en los índices de absorción por los trabajos de compactación, producción de gases contaminantes por maquinaria y equipo, expondrá a un mayor número de personas a riesgos potenciales para su seguridad. Por otro lado, aunque el impacto es directo sobre la vegetación y fauna no es tan drástico como en la etapa anterior.

Asimismo, el propio movimiento de personal representa un riesgo para la conservación de la fauna, ya que si no se realizan las pláticas de inducción ambiental adecuadas, los trabajadores, especialmente los obreros, tienden a utilizar las con vegetación nativa en pie fuera y dentro del predio, para descanso, alimentación, o como basurero, inclusive para realizar sus necesidades fisiológicas (defecación y micción). También, podría darse casos de caza de fauna del sitio para alimentación. Por lo anterior, es prioridad la correcta aplicación de las medidas de prevención y mitigación que se expondrán más adelante.

Etapa de Operación

Entre las actividades que se realizarán en esta etapa será la construcción de viviendas y áreas comerciales por los propietarios, así como también, la operación de las viviendas y demás servicios de la residencial.

A medida que avanza el desarrollo de un proyecto, la cantidad de impactos generados disminuyen, de tal manera que en la etapa de operación los impactos adversos son menores que en las etapas anteriores. Sin embargo, de no aplicarse las medidas de prevención y mitigación, esta etapa podría convertirse en un foco alarmante de contaminación del suelo y agua por el aumento radical en la generación de residuos sólidos urbanos derivado de la presencia de personal para la construcción de viviendas y posteriormente de habitantes, afectación de las áreas de conservación por los habitantes por falta de pláticas de sensibilización ambiental, etc.

En el proyecto se generan también impactos positivos o benéficos, que inciden en el presente proyecto en el factor Economía, ya que generará fuentes de empleo y cambiará el valor del suelo, sobre todo en la etapa de construcción.

Conclusiones Derivadas de los Impactos Potenciales durante el Cambio de Uso de Suelo de Terrenos Forestales

Derivado del análisis de los resultados obtenidos en la Matriz de Leopold, se determinó que los impactos más relevantes que podrían presentarse durante las actividades correspondientes al cambio de uso de suelo, son principalmente **la pérdida de la capa vegetal y mineral, erosión del suelo, residuos depositados sobre la vegetación, cambios en los índices de absorción o pautas de drenaje, afectación en la escorrentía superficial, aumento en el rango de afectación por los niveles sonoros, afectación al microclima, cambios en la abundancia y diversidad biológica de una o varias especies de flora o fauna, afectación a especies de flora y fauna bajo protección, endémicas, o de uso comercial, pérdida de hábitats, fragmentación de ecosistemas, afectará la movilidad de la fauna (efecto barrera), y provocará la creación y/o colonización de nuevos hábitats.**

Lo anterior se determinó debido a que las principales actividades en la etapa de preparación del sitio (etapa donde se realiza el cambio uso de suelo), son el desmonte, despalme y excavaciones en las áreas asignadas para desplante del proyecto. Dichas actividades generan un impacto directo, permanente, irreversible, acumulativo y sinérgico dentro del área, sin embargo, debido a la ubicación, características y al uso de suelo determinado para el sitio del proyecto, se determinó que se cuentan con ciertas ventajas que hacen aceptable su desarrollo (Ver cuadro siguiente).

Cuadro No. 96 Ventajas del desarrollo del proyecto "Lotificación Catania Residencial"

1. Existe un Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Cancún, Municipio de Benito Juárez, Quintana ROO 2014-2030 (PDU), el cual establece que a la poligonal del proyecto se le asignó un uso de suelo Reserva (Densidad Bruta) .
2. Se encuentra regulado por el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez en la Unidad de Gestión Ambiental 21 (UGA 21. Zona Urbana de Cancún) , con política de Aprovechamiento Sustentable .
3. En el sitio donde se pretende desarrollar el proyecto " Lotificación Catania Residencial " existen las condiciones propicias de logística que requiere un proyecto de esta naturaleza, al encontrar la infraestructura para dotar de inmediato de servicios al proyecto como es la energía eléctrica, agua potable y drenaje sanitario municipal, la cual se encuentra disponible por ser parte de la planeación y desarrollo de la ciudad de Cancún, ya que es la zona donde se están desarrollando diversos proyectos de carácter inmobiliario.
4. De acuerdo con lo establecido en la LGEEPA en relación a la regulación ambiental de los asentamientos humanos, el trazo de la zona urbana se realiza para reducir las tendencias a los asentamientos irregulares y por lo tanto para evitar la afectación de áreas con alto valor ambiental. De ahí que el predio del proyecto esté alineado con estos criterios ya que el uso del predio está destinado para el crecimiento de la ciudad de Cancún.
5. El predio se encuentra inmerso en una zona donde ya existen fraccionamientos y áreas urbanas por lo que puede decirse que existe una fragmentación del ecosistema. Además

<p>de lo anterior, se destaca que la región, como todo el resto del estado de Quintana Roo, está en una zona de impacto de Huracán de tal manera que la historia reciente indica que dos fenómenos de gran magnitud han influenciado sensiblemente las condiciones de vegetación en la zona, el huracán Gilberto (1988) y el Huracán Wilma (2005), por lo que la vegetación del pedio del proyecto se encuentra parcialmente deteriorada derivado de los procesos naturales y antropogénicos de la zona.</p>
<p>6. La cercanía a la ciudad reducirá la presión en las áreas forestales y el riesgo de fragmentación de otras áreas con mayor valor ecológico.</p>
<p>7. El desarrollo del proyecto se llevará a cabo posterior a la recuperación de flora de alto valor ecológico y al movimiento de fauna, por lo que se permitirá que la fauna tanto de rápido como de lento desplazamiento se mueva a nuevos sitios más alejados de la mancha urbana.</p>
<p>8. Respecto a las condiciones físicas destaca que el predio, al igual que el resto de la Península de Yucatán, cuenta con suelos jóvenes tipo Leptosol, con gran capacidad de infiltración. El predio del proyecto pretende dejar una superficie de áreas permeables correspondiente a 8.008 ha y contará con 50 pozos de absorción de aguas pluviales que se colocarán estratégicamente en las vialidades, con el fin de permitir que el área mantenga o varíe muy poco muy su capacidad de recarga al acuífero.</p>

Llevando a cabo el análisis de cada una de las ventajas presentadas en el cuadro anterior, podemos determinar que el ecosistema donde se encuentra el proyecto esta sensiblemente deteriorado y presionado, tanto por efectos naturales como antropogénicos, de tal manera que el escenario de no hacer proyecto versus realizar el proyecto propuesto, no garantiza la permanencia y ni siquiera la recuperación de las condiciones originales del predio, debido al constante crecimiento de la ciudad y a la invasión de personas en busca de madera. Por lo tanto, aunque la inserción del proyecto en la zona traiga consigo impactos relevantes, se implementaran medidas de compensación y mitigación adecuadas, las cuales garanticen que no se comprometerá la biodiversidad de la zona, no disminuirá la captación de agua para recarga del acuífero, no se provocará erosión de los suelos, entre otras. De esta manera, el proyecto se inserta en una dinámica de urbanización debidamente planificada y prevista, considerando para ello, las afectaciones a nivel puntual y de sistema ambiental, y las medidas de prevención, compensación y mitigación que podrían adoptarse.

X. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS SOBRE LOS RECURSOS FORESTALES, LA FLORA Y FAUNA SILVESTRE, APLICABLES DURANTE LAS DISTINTAS ETAPAS DE DESARROLLO DEL CAMBIO DE USO DE SUELO.

X. 1. Descripción de las Medidas de Prevención y Mitigación

Después de evaluar las condiciones que presenta actualmente el predio así como el sistema ambiental, con base en el trabajo de campo, y al conocimiento específico de acuerdo a los factores ambientales destacados en el capítulo anterior, se analizó el impacto de las actividades que se desarrollarán en el predio del proyecto, bajo lo cual se consideró que la mayor parte de las afectaciones potenciales son factibles de ser mitigadas y prevenidas si se toman las siguientes disposiciones:

- Medidas generales aplicables a las tres etapas del proyecto (preparación, construcción y operación).
- Aplicación de medidas de prevención y mitigación para cada uno de los factores ambientales descritos en el capítulo IX.
- La aplicación de medidas de compensación para darle un valor agregado al proyecto.
- Propuestas de medidas a aplicarse que sean técnica y económicamente viables.

MEDIDAS GENERALES

Durante el desarrollo del proyecto se llevarán a cabo actividades comunes en más de una etapa del desarrollo, principalmente para las etapas de preparación y construcción, como el empleo de la mano de obra, así como la adquisición y almacenamiento de materiales, por lo que se incluyen aquí las medidas para regular estas actividades:

Medidas de Prevención y Mitigación para los Impactos Potenciales Generados por la Contratación y Tránsito de Personal en el Proyecto.

Al realizar el análisis de los impactos, la contratación de mano de obra generalmente se considera un impacto positivo, ya que genera empleos directa e indirectamente, sin embargo, esto también trae consigo la generación de impactos negativos durante las diferentes etapas del proyecto.

Entre las afectaciones al entorno por la presencia del personal en el área del proyecto podemos mencionar la generación de residuos sólidos y líquidos, el tránsito por áreas destinadas a mantenerse en pie con vegetación nativa, lo que traería consigo la afectación directa o indirecta a la flora y fauna del sitio si no se tiene buena inducción ambiental, el tránsito vehicular dentro del área del proyecto, principalmente.

Durante la preparación y construcción de la mayoría de los proyectos en Quintana Roo, se contrata mano de obra de otros estados (p. ej. Yucatán, Chiapas y Tabasco), sin embargo para el presente proyecto se pretende contratar a gente que resida en el estado. Muchos de los trabajadores cuentan con un nivel de educación mínimo, lo cual ocasiona una serie de impactos como los que se mencionan a continuación:

- Obras con una gran cantidad de residuos sólidos dispersos dentro y fuera de las áreas de aprovechamiento, dando mal aspecto y ocasionando la proliferación de fauna nociva para la fauna nativa.
- Mínimo o nulo uso de los baños de obra para la defecación y micción, por la falta de limpieza, provocando además de malos olores, el uso de las áreas en obra o de conservación para realizar sus necesidades fisiológicas.
- Afectaciones a la fauna, por la costumbre de cazar especies comestibles, por la falta de cultura acerca de no dañar a los animales, por la falta de información sobre el manejo de las especies peligrosas y no peligrosas, y por el tránsito de vehículo en altas velocidades dentro del área del proyecto.
- Afectaciones a la flora, por falta de información sobre su manejo, por la introducción de personal a las áreas destinadas a conservación y por el saqueo de especies de importancia económica, cultural y/u ornamental.

Los impactos mencionados anteriormente, son generados principalmente en la etapa de preparación y construcción del proyecto, por lo que es necesario aplicar medidas generales de prevención y mitigación que los disminuyan al mínimo. Para mitigar estos impactos, la educación ambiental y la aplicación de un reglamento interno de trabajo son básicas.

El inducir ambientalmente al personal en cuanto al uso correcto de la infraestructura de apoyo (baños de obra y contenedores de residuos), así como el cuidado y respeto de la flora y la fauna, nos permitirá conservar en buen estado los recursos naturales del predio y evitar impactos por malas prácticas.

Así mismo, el mal manejo de la infraestructura de apoyo como son baños portátiles, almacenes de residuos, contenedores de residuos, etc., por parte de los encargados de supervisar su correcto manejo y funcionamiento, promueve el establecimiento de fauna nociva como ratas, ratones, moscas y cucarachas, así como, la contaminación del manto freático, así como para el mismo personal que labore en la obra, por lo que para evitar que esto suceda se proponen las siguientes medidas:

1. Concientización Ambiental de los Trabajadores

Las actividades de concientización ambiental son fundamentales para que el predio del proyecto se mantenga en buenas condiciones de limpieza, se eviten accidentes que puedan generar un daño ambiental y para evitar la afectación a la flora y la fauna por parte de los trabajadores, sobre todo durante las etapas de preparación y construcción, que son las de menor vigilancia. Para que dichas actividades den resultado se recomienda poner la información ambiental al alcance de los trabajadores, considerando su nivel de educación, de manera que sea de fácil comprensión.

Medidas de prevención y mitigación:

- Considerando que la expresión gráfica es la forma más adecuada para hacer llegar la información ambiental a todos los involucrados, ya que sin importar su nivel de educación los gráficos son de fácil comprensión, se colocarán letreros informativos, indicativos y restrictivos en sitios estratégicos dentro de la obra.

Los letreros, dependiendo de su tipo, exhibirán anuncios como los siguientes:

- **Indicativos**: flechas del sentido de circulación vehicular, velocidad máxima permitida, caminos, límites del predio, áreas de conservación, ubicación de contenedores de basura, utilización de sanitarios portátiles, cruces de fauna, entre otros.
-
- **Restrictivos**: señalarán las actividades no permitidas como la caza, la extracción de especies nativas de flora y fauna, no encender fogatas. Recordarán el no depositar desechos sólidos o líquidos de cualquier tipo en áreas de conservación u otras áreas dentro de la obra, especificarán el tipo de basura que se depositará en cada uno de los contenedores, así como las restricciones de acceso a las áreas que mantendrá el proyecto como conservación, etc.
- **Informativos**: Señalarán la ubicación de las áreas dentro de la obra (baños, almacenes), las especies de animales que se pueden encontrar dentro del predio, plantas nativas y sus características.



Figura No. 82 Ejemplos de letreros gráficos dentro del área del proyecto.

- Implementar un programa de pláticas de inducción ambiental durante cada una de las etapas del proyecto, con la finalidad de sensibilizar al personal y minimizar la afectación que se dará por su presencia en el área del proyecto.

Entre los temas incluidos en las pláticas estarán:

- La importancia de usar adecuadamente la infraestructura de apoyo como son los sanitarios portátiles, contenedores de residuos sólidos, almacenes de residuos, etc.
- Acerca de que queda prohibido el uso de áreas de conservación o cualquier otra área del proyecto como baños.
- La importancia de las especies de flora y fauna que están presentes en la obra, y acerca de las prohibiciones en cuanto a captura, extracción, caza.
- Que no se les está permitido interferir en el libre paso de la fauna.
- Que deberán avisar al encargado ambiental en caso de detectar alguna especie de fauna que se encuentre lesionada y por lo tanto no pueda moverse por sí sola.
- Se les informará acerca de los límites de velocidad.
- Como llevar a cabo el correcto uso de los contenedores de residuos colocados dentro del área del proyecto.
- Se les informara que queda prohibido depositar residuos sólidos urbanos o de construcción en el área de aprovechamiento del proyecto o dentro de las áreas jardinadas.
- Dar aviso al encargado ambiental de ser detectada una fuga de diésel o aceite quemado, de alguna maquinaria o equipo que se encuentren dentro del área del proyecto.
- Comer únicamente en las áreas destinadas para comedor.
- No introducir alimentos a las áreas del proyecto.

2. Buen manejo durante el traslado y acopio de materiales de construcción

Esta actividad se realiza principalmente en la etapa de construcción y operación del proyecto, sin embargo, como el desmonte se realizará de forma paulatina, se iniciarán algunas actividades de la etapa de construcción, como es el traslado y acopio de material pétreo, se incluyen algunas medidas de prevención y mitigación derivadas de esta actividad. No se omite mencionar, que para el traslado del material vegetal (árboles, tierra hojarasca) también se utilizarán vehículos de carga.

Medidas de prevención y mitigación

- Todos los materiales pétreos (grava, arena, polvo, material de relleno o piedra de la región) que se requieran para la obra serán adquiridos en casas comerciales y/o bancos de materiales autorizados.
- El transporte de los materiales pétreos se realizará en camiones cubiertos con lonas y con el material humedecido, para disminuir en la medida de lo posible la dispersión de partículas de polvo.
- Los materiales pétreos que se almacenen dentro del predio del proyecto se mantendrán húmedos.
- Los materiales de construcción deberán ser almacenados en bodegas temporales, que cuenten con piso de cemento, techo y permanecerá debidamente cerrado y señalizado.
- La promotora presentará copia de los recibos de la adquisición del material pétreo en centros autorizados.
- Deberá llevar bitácora de entrada y salida de camiones que transportan material pétreo.

3. Manejo adecuado de residuos sólidos

Como parte de las obras de apoyo se instalará una bodega para el resguardo de equipo y materiales, y un área específica para la toma de los alimentos; no será necesaria la instalación de cocina, ya que la comida será llevada a los trabajadores ya preparada.

En el predio del proyecto no se establecerán campamentos, ya que se cuenta con transporte público debido a que el área del proyecto se encuentra cerca de la ciudad de Cancún.

Durante la etapa de preparación del sitio se producirá la mayor cantidad de residuos orgánicos, debido a que en ésta se lleva a cabo el desmonte del área que aprovechará el proyecto, así como también, la generación de residuos de tipo urbano por la presencia de trabajadores. En cuanto a los residuos líquidos estos son principalmente las aguas grises provenientes de los baños portátiles.

Para la etapa de construcción la generación de residuos sólidos aumentará debido al aumento del personal en obra y por la instalación de obras provisionales. Esta etapa se generará la mayor cantidad de residuos de construcción producidos por el desarrollo de las vialidades, andadores, áreas comerciales, áreas ajardinadas, áreas recreativas y deportivas, estacionamientos y accesos. Los residuos líquidos en esta etapa serán los provenientes de los sanitarios portátiles que serán colocados dentro de la obra para el uso de los trabajadores.

Durante la etapa de operación la generación de residuos sólidos urbanos aumentará significativamente, esto como parte de la construcción y operación de las viviendas y áreas comerciales, por presencia de habitantes y personal. Sin embargo, tomando en cuenta que la zona está en crecimiento constante con desarrollos de la misma naturaleza, se considera que este tipo de impactos pueden ser mitigados con la aplicación de las medidas correctoras y la participación de los habitantes. Las aguas residuales generadas serán conducidas al drenaje público, para posteriormente ser canalizadas a la planta de tratamiento del municipio.

Medidas de prevención y mitigación:

Etapa de preparación del sitio, construcción y operación (construcción de viviendas).

- Como parte del programa de Capacitación Ambiental, se concientizará al personal sobre la importancia de dar un adecuado manejo a los residuos.
- La ingesta de alimentos se llevará a cabo estrictamente en una zona destinada para este propósito, y los residuos generados deberán depositarse y separarse en los contenedores correspondientes.
- Los desechos orgánicos e inorgánicos producto de la ingesta de alimentos por parte del personal, deberán ser retirados diariamente del área del proyecto, por la persona encargada de proporcionarles alimento.



•

- Durante las tres etapas del proyecto se colocarán suficientes contenedores para residuos sólidos los cuales deberán estar rotulados con gráfico y texto, que señale el tipo de desecho que se deposita en él, con el fin de fomentar una cultura de separación de residuos entre el personal y turistas.
- Los contenedores de residuos contarán con tapa y estarán rotulados con la leyenda del tipo de residuo que se deposita en él, además serán distribuidos en forma estratégica dentro de la obra, con la intención de permitir el fácil manejo de los mismos por parte de los empleados.
- Durante la etapa de construcción y operación los residuos reciclables (envases de vidrio, envases de plástico, latas de aluminio, alambro y demás) se separarán y serán canalizados a empresas encargadas de estos tipos de residuos.
- Dentro de la obra se destinarán sitios para el acopio de los diferentes tipos de residuos generados. Dichos sitios deben estar identificados con letreros de señalización, y contarán por lo menos con 3 módulos en donde se coloquen los residuos sólidos urbanos, los residuos de construcción, y el material vegetal triturado y la tierra vegetal cribada.
- Antes de finalizar la jornada de trabajo se llevará a cabo una brigada de limpieza, para recolectar los desechos que pudieron quedar dispersos en la obra.
- Para disminuir la dispersión de los residuos y evitar la proliferación de fauna nociva, al final de la jornada los residuos serán transportados a los centros de acopio temporales del proyecto.
- No se permitirá depositar escombros o materiales dentro del área del proyecto o zonas aledañas.
- El material vegetal proveniente del desmonte será trasladado a un centro de acopio dentro de un área del proyecto destinado a aprovecharlo, en donde será triturado a manera de bagazo y aserrín. Dicho sitio deberá estar debidamente señalado con un letrero que indique lo que se acopia ahí.
- La capa vegetal de tierra negra y hojarasca será colectada para ser llevada al centro de acopio para ser mezclados con el aserrín proveniente del triturado del material vegetal, para posteriormente ser usada dentro de las áreas ajardinadas del proyecto.
- Los residuos de construcción susceptibles a ser reutilizados tales como la madera, metales, cartón, etc., serán separados del resto de los residuos.



- Se reciclarán los residuos de construcción como el alambre, madera, etc., que sean susceptibles a este proceso, con la ayuda de empresas recolectoras de residuos.

- Está prohibido el uso del fuego como medio para la disposición final de residuos.
- Se colocarán sanitarios portátiles a razón de 1 por cada 10 trabajadores, mismos que deberán de ser distribuidos de tal manera que el personal tenga fácil acceso a ellos en cualquiera de las áreas en las que se encuentre laborando.
- Se colocarán letreros que indiquen el área donde se encuentran ubicados los sanitarios portátiles.
- Se llevarán bitácoras de limpieza de los sanitarios portátiles con el fin de vigilar que esto se lleve a cabo de forma continua.
- Se contratará el servicio de una empresa especializada en el manejo de aguas grises y se verificará que la empresa contratada cuente con autorización vigente para realizar dicha actividad, y por lo tanto, con los medios necesarios para efectuar el transporte y disposición adecuada de dichos residuos.



Operación (Presencia de habitantes) y Mantenimiento de Viviendas

- El manejo y disposición de residuos generados durante la operación del proyecto, serán a cargo de la empresa promovente.
- Equipar la zona del proyecto con contenedores grandes para la captación de residuos generados en las residencias, estos deberán estar debidamente señalados y colocados estratégicamente acceder fácilmente a ellos, tanto los residentes como el servicio de recolecta municipal.
- Se realizará una separación de residuos sólidos de acuerdo a su naturaleza.
 - ✓ Residuos orgánicos (restos de comida, material vegetal, papel, cartón). Los residuos vegetales generados durante el mantenimiento de los jardines, se picarán para facilitar su reintegración al suelo en esta misma actividad, o podrán ser dispersadas dentro de las áreas de conservación, siempre y cuando no sean resultantes de especies exóticas.
 - ✓ Residuos inorgánicos (Plástico, madera, metal). Los residuos sólidos susceptibles de ser reciclados, serán canalizados hacia las compañías dedicadas a su reciclaje.
- Los centros de acopio deberán contar con características como :
 - ✓ Estar delimitado, y ser identificado con letreros de señalización.
 - ✓ Deberá contar con áreas específicas para cada uno de los subproductos reciclables como son: papel y cartón, plástico, vidrio, o cualquier otro sub- producto que sea reciclable.

- ✓ Contar con zona de maniobras para los vehículos que realicen el transporte, procurando que no afecten las zonas con vegetación aledañas.



- Reducir la cantidad de residuos a través de una campaña para el reuso, reciclado y reducción de residuos entre los habitantes del desarrollo y sus visitantes.
- Con respecto a la etapa operativa, se generarán aguas residuales provenientes de todas las áreas que componen el conjunto habitacional (aguas jabonosas y aguas negras) las cuales serán dirigidas mediante una red interna, a la red de drenaje público para ser trasladada a la planta de tratamiento del municipio.

Generación de residuos peligrosos.

Los residuos peligrosos que se generarán en la etapa de preparación de sitio y construcción, son los derivados del empleo de la maquinaria y equipo, debido a que pueden ocurrir fugas accidentales de aceite quemado o gasolina, para lo cual se tiene que contar con un procedimiento para evitar la contaminación del suelo, manto freático, flora y fauna. Otro tipo de residuos peligrosos que podrían generarse son principalmente por el uso de pinturas, solventes, adhesivos y demás materiales de construcción con alguna característica CRETIB (corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables o biológicos infecciosos) que los vuelve peligrosos.

En cuanto a la etapa de operación, se generaran residuos peligrosos producto de la construcción, operación y mantenimiento de las casas, por lo que para promover un manejo adecuado de estos se implementarán las siguientes medidas:

Medidas de prevención y mitigación:

- Como medida de prevención, durante el desarrollo del proyecto se llevará a cabo un programa de señalización, se colocarán letreros que contengan información referente a la adecuada separación de residuos peligrosos como: sustancias tóxicas, corrosivas, inflamables, etc. Además, todos los involucrados en las diferentes etapas de desarrollo del proyecto, deberán cooperar y respetar todos los procedimientos y prácticas relacionadas con la seguridad y el uso de residuos peligrosos.



Figura No. 83 Ejemplo de señales de advertencia.

- El manejo de aceites y combustible, puede potencialmente generar un riesgo y afectación al ambiente, principalmente por derrame y contaminación de suelos y escurrimiento hacia mantos freáticos. Durante las actividades de la etapa de preparación y construcción, se almacenara el mínimo de combustible, tratando que el suministro de la maquinaria y equipo se realice diariamente con la ayuda de una camioneta autorizada para este fin.
- Toda la maquinaria que ingrese al predio con el fin de realizar labores o dejar material deberá estar en óptimas condiciones.
- La maquinaria y equipo que se utilice se estacionará en las áreas de maniobra designadas para ello, que serán zonas con superficies impermeables (piso de concreto, colocación de lonas plásticas, etc.) para evitar contaminación al suelo en caso de alguna fuga accidental de aceite mientras se encuentre estacionada.
- Quedará estrictamente prohibido dar mantenimiento o realizar reparaciones a maquinaria o camiones dentro del predio salvo en casos estrictamente necesarios, cuando esto suceda, la reparación o mantenimiento deberá de realizarse en sitios alejados de las áreas mantenidas con vegetación natural dentro y fuera del proyecto y deberán de tomarse todas la medidas necesarias a fin de evitar cualquier riesgo (Derrames de aceites, gasolina, etc.) que afecte a los ecosistemas tanto del predio como los de sus colindancias.
- En caso de una avería de la maquinaria y equipo, cuya reparación in situ represente un menor impacto que su traslado, se permitirá la atención al problema, siempre y cuando el lugar donde se atienda se acondicione apropiadamente para evitar el derrame de sustancias y lixiviados, tal como la colocación de plástico y aserrín a manera de tapete para contener el derrame, y siempre cumpliendo con las medidas pertinentes de seguridad y procedimientos establecidos.

- En caso de derrames accidentales de aceite o hidrocarburos al suelo, se procederá a contenerlos con "aserrín"; y se retirará el suelo que haya sido afectado para evitar lixiviados hacia el manto freático.
- El material impregnado con estos contaminantes se colocará en contenedores debidamente etiquetados y serán resguardados en el almacén temporal de residuos peligrosos, para posteriormente ser entregados a una empresa autorizada para el manejo, transporte y disposición final de los residuos peligrosos.
- En caso de detectarse que se está empleando equipo o maquinaria en malas condiciones mecánicas, éstos serán retirados del servicio que estén prestando en el momento, y se sustituirán por otros en buen estado.
- Se contará con una bodega temporal para el almacenamiento de aceites, combustibles, pinturas, solventes y demás sustancias peligrosas los cuáles cumplan con lo establecido en el Artículo 82 del *Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos*. Por lo anterior, como mínimo contará con cercado, techo de materiales no inflamables y piso de concreto el cual contará con borde o sardinel perimetral del mismo material, canaletas y fosa de recuperación en caso de derrames, estará bien ventilado y debidamente señalizada.
- Se deberá contar en el almacén con las fichas de seguridad de cada uno de los materiales peligrosos que se almacenen.
- Los recipientes donde se almacenen estos materiales peligrosos (Llamados así por sus características CRETIB. Corrosivo, reactivo, explosivo, tóxico o biológico infecciosas) estarán tapados y rotulados, indicando su contenido, y se colocarán verticalmente para evitar derrames accidentales.
- Las etiquetas de identificación colocadas en los contenedores de residuos peligrosos, deben indicar la información esencial con respecto a la identidad (nombre del residuo, nombre de la empresa a la que pertenece el contenedor), la clasificación (sólido o líquido), el peligro que puede causar y las medidas de seguridad que se han de respetar.
- El manejo de residuos peligrosos deberá hacerse exclusivamente en el sitio donde lo indique el responsable de la obra.
- Se deberá llevar un control de los residuos generados en la obra, mediante una bitácora la cual debe contener la siguiente información: tipo de residuo, cantidad, unidad, tiempo promedio de almacenamiento en días, y la disposición final de acuerdo al tipo de residuo. En el siguiente cuadro se muestra un ejemplo para el formato de la bitácora.

Tipo de residuos		Forma		Unidad	Cantidad	Tiempo de almacenamiento (días)	Disposición final
No peligroso	Peligroso	Líquido	Sólido				

- Los residuos generados durante las etapas de operación y mantenimiento de las viviendas y comercios del proyecto, serán responsabilidad de los propietarios, para lo cual, se deberán cerciorar que las empresas contratadas para dar el manejo y disposición final a cada uno de sus residuos generados cuente con las autorizaciones correspondientes.
- Se recomienda comprar productos menos perjudiciales para el medio ambiente y para la salud del usuario, como es el caso de pinturas y disolventes de origen natural o avalado por algún tipo de etiqueta ecológica que garantice un menor impacto.
- Levantar una bitácora de funcionamiento tanto de la maquinaria como del equipo de operación.
- Contar con bitácoras de cantidades generadas de residuos peligrosos.
- El almacenamiento de materiales peligrosos se hará de acuerdo a las normas establecidas.
- Durante el desarrollo de todas y cada una de las actividades relacionadas con la realización de las etapas de preparación del sitio y construcción, los contratistas a través de los supervisores de turno, vigilarán que no se dispongan los residuos peligrosos en las áreas circundantes a la zona de obras, con la finalidad de evitar daños a elementos hídricos y edáficos, por ello las zonas para el almacenamiento estarán bien definidas y serán fácilmente identificables por cualquier operador.
- Los envases de los productos químicos, una vez desocupados deberán canalizarse a un centro de acopio y transferencia, cuyo destino final deberá ser un centro de almacenaje para material tóxico, debidamente autorizado por la SEMARNAT. Esta actividad deberá ser convenida con la compañía que surta los productos agroquímicos
- En caso de que se requiera usar agroquímicos serán los que están permitidos y autorizados por la CICOPLAFEST (Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas). Además de aplicar las siguientes medidas:
 - Leer cuidadosamente la etiqueta del contenedor con agroquímico y seguir las indicaciones sobre dosificación y modo de empleo.
 - Al aplicar los herbicidas, las personas responsables Utilizar la dosis mínima efectiva y hacer el menor número posible de aplicaciones de agroquímicos.
 - de la tarea deberán estar adecuadamente protegidas con overol, guantes, mascarilla y botas de plástico, abstenerse de fumar y comer al momento de la aplicación, con el fin de evitar el contacto directo con los productos.
 - En caso de contacto directo de la piel con los productos químicos, deberán lavarse las partes del contacto con abundante agua y jabón, y de ser posible bañarse. Esto último deberá seguirse como norma, al final de una jornada de aplicaciones.

MEDIDAS ESPECÍFICAS POR FACTOR AMBIENTAL AFECTADO

Formas del Terreno y Suelo.

Las actividades de desmonte y despalme generan cambios en la forma natural del suelo, también provoca que éste se vea expuesto a procesos de erosión, debido a las inclemencias del clima, principalmente lluvia y viento, provocando de esta manera la pérdida de la capa fértil. En cuanto a los problemas de erosión que podrían presentarse, se tiene que la exposición del suelo será mínima, ya que el desmonte y despalme se llevarán a cabo de forma paulatina e inmediatamente se iniciarán con las actividades de construcción.

Por otra parte, se esperan cambios en las características fisicoquímicas del suelo, relacionadas con actividades de fecalismo al aire libre por parte de los trabajadores, por la disposición inadecuada de residuos sólidos, aguas residuales o residuos peligrosos y por los trabajos de relleno y nivelación del terreno.

De acuerdo a un estudio realizado por la SEMARNAT y el Colegio de Posgraduados sobre la Evaluación de la degradación de los suelos, elaborado en el 2003, publicado en la página de SEMARNAT se establece que en el estado de Quintana Roo, no existe Erosión Hídrica. Por otro lado y de acuerdo al tipo de suelo que presenta el predio, lo cual corresponde a suelos delgados, muy permeables y con muy poca pendiente, no se tendrían las condiciones para que se presente la erosión en la zona.

Otros de los impactos que podrían presentarse es la pérdida de la capa de suelo vegetal y mineral, esto como parte de los trabajos de desmonte, despalme y excavaciones.

Medidas de mitigación para los impactos sobre la topografía

- El desmonte y despalme se llevará a cabo únicamente en la superficie autorizada para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales.
- Antes de iniciar cualquier actividad de relleno o nivelación, se procederá al rescate de la capa fértil de tierra, la cual será acopiada para su posterior uso en las áreas verdes y áreas jardinadas.
- Las obras provisionales, como el centro de acopio de tierra vegetal, se desplantarán en las áreas previamente afectadas y contará con letrero que lo señalice.
- Se delimitarán o señalarán las áreas sujetas a aprovechamiento, con el fin de evitar afectaciones e invasiones a áreas con vegetación natural que rodean al predio.

- Las actividades de construcción del proyecto serán programadas de manera que éstas se realicen inmediatamente después del desmonte y despalme, con el fin de disminuir los tiempos de exposición de la superficie de desplante y así aminorar la dispersión de partículas por efectos del viento y evitar la erosión hídrica y eólica que podría presentarse.
- Posterior a los trabajos de nivelación y compactación del área de desplante del proyecto, se procederá a la etapa de construcción del fraccionamiento, con el fin de no exponer el sitio a procesos de erosión hídrica y física.
- Se regarán las áreas desmontadas para evitar el levantamiento de polvo y la erosión eólica del sitio.

Aire/Clima:

El retiro de la cubierta vegetal del predio conlleva cambios en el microclima, ya que implica alteraciones en la humedad y en los vientos debido a que al retirarla los rayos penetran directamente y son absorbidos por el suelo, lo que hace se eleve la temperatura del sitio.. El proyecto cuenta con una superficie total de 18.762 ha y la superficie solicitada para el cambio y uso de suelo corresponde a 18.656 ha, lo cual representa el 99.4 % del total; el 0.6% restante corresponde a una superficie sin cobertura forestal. Como podemos ver el predio no contará con vegetación original en el predio, por lo que el cambio de microclima será más evidente, aunque al tratarse de un predio inmerso en una zona urbana los efectos en el clima ya son evidentes.

Además, en la etapa de preparación del proyecto se generarán polvo y emisión de contaminantes derivados del uso de maquinaria y camiones de carga, el transporte y acumulación de materiales pétreos, trabajos de relleno y nivelación del área aprovechable y la construcción de áreas comunes. Estas partículas se dispersan en el aire y se depositan en la vegetación que permanezca en pie dentro y fuera del polígono del proyecto. Por lo tanto, es necesario establecer acciones de prevención para disminuir los posibles impactos.

Para las etapas de construcción y operación, que es cuando se construirán las áreas comerciales y las viviendas, por lo que la emisión de humos y polvos se incrementara debido al movimiento de maquinaria y camiones que transportan materiales, así como también por el almacenaje de éstos. Para prevenir se rebasen los niveles de emisión de contaminantes establecidos en las normas vigentes, se llevarán a la práctica medidas de prevención y mitigación.

Medidas de mitigación:

- Cumplimiento de la normatividad respecto a las emisiones de gases contaminantes a la atmósfera.

- El material de relleno deberá ser transportado húmedo y en camiones cubiertos con lona, evitando llenar excesivamente los mismos para evitar el desborde por malas condiciones en el camino o maniobras bruscas.
- El material pétreo que permanezca en las zonas de maniobra para su acondicionamiento será impregnado con agua y cubierto mientras se utiliza.
- La maquinaria y equipo deberá estar afinada y en óptimas condiciones para evitar emisiones contaminantes al aire fuera de los niveles permitidos por las normas correspondientes.
- La maquinaria deberá permanecer apagada durante los lapsos que no se ocupen.
- Se llevará a cabo el mantenimiento continuo en talleres autorizado del equipo y maquinaria que sea utilizado en la obra, dicha actividad se llevará a cabo únicamente fuera del área del proyecto.
- Las áreas desmontadas deberán ser regadas constantemente para evitar la dispersión de partículas de polvo.
- Durante la etapa de construcción, los caminos se deberán mantener húmedos para disminuir la suspensión de partículas.
- Se colocaran letreros que indiquen la velocidad máxima para circulación de los vehículos y camiones que ingresen a la zona de desarrollo del proyecto. La velocidad máxima permitida será de 20 km/h.

Agua

Uno de los principales problemas que se pueden generar durante las etapas de preparación del sitio y construcción para el desarrollo de viviendas es la afectación del manto freático y su contaminación debido actividades como excavaciones, mal manejo de residuos sólidos peligrosos y no peligrosos, exposición prolongada del agua subterránea, mal manejo de residuos sanitarios provenientes de los baños portátiles, aguas jabonosas generadas en el área donde toman sus alimentos el personal en obra.

Otros de los impactos que se generaran en la etapa de preparación del sitio, son los derivados de las actividades de desmonte y despalme que afectarán los índices de infiltración o pautas de drenaje y la escorrentía superficial, esto debido principalmente a la remoción de la cubierta vegetal y a los trabajos de excavación, relleno y compactación del sitio, sin embargo con la aplicación de las medidas de prevención y mitigación se podrán prevenir, mitigar o minimizar los impactos al factor agua.

En la etapa de operación es de total importancia mencionar que el aumento en el consumo de agua será un impacto permanente e irreversible, derivado de la presencia de los residentes y demás personas en el área, sin embargo, el suministro de agua potable para cubrir las demandas será a través de C.A.P.A., y será conducida a través de una red hasta cada una de las tomas domiciliarias, por lo que no será necesaria la extracción de agua cruda del manto freático.

Las aguas residuales que se generen en las casas del proyecto serán dirigidas al drenaje público para ser canalizadas a la planta de tratamiento del municipio. En cuanto a las aguas pluviales éstas serán conducidas hasta los 50 pozos de absorción colocados en las vialidades y aprovechando las pendientes que se trazaran; de igual forma se prevé mantener como áreas permeables 8.008 ha de la superficie total del predio.

En esta etapa al igual que en las etapas anteriores, se podría generar contaminación del agua subterránea por el mal manejo de residuos sólidos y líquidos, por derrames accidentales de residuos peligrosos como son aceites quemados, principalmente, por lo que es necesario adoptar las medidas de prevención y mitigación necesarias para garantizar la sustentabilidad de este vital recurso.

Medidas de mitigación:

- En la superficie ocupada para el desarrollo del proyecto "**Lotificación Catania Residencial**", las áreas verdes naturales y las ajardinadas servirán como áreas permeables para mantener la infiltración del agua pluvial hacia el manto freático.
- El proyecto mantendrá 8.008 ha como áreas permeables y junto con los **50 pozos de absorción de aguas pluviales** que servirán para mantener la recarga necesaria de agua hacia el manto freático.
- Se colocarán sanitarios portátiles en proporción de uno por cada 10 trabajadores de la obra.
- Los sanitarios deberán ubicarse en sitios estratégicos dentro de las áreas afectadas para que los trabajadores tengan fácil acceso a los mismos, y de preferencia en lugares con sombra.
- Se deberá contar con letreros que señalen los sitios en donde se encuentran ubicados los sanitarios portátiles dentro de la obra.
- Quedará estrictamente prohibido la defecación y micción al aire libre; toda persona que sea sorprendida realizando estas actividades será sancionada.
- La limpieza y mantenimiento de los sanitarios portátiles, así como la disposición adecuada de los residuos líquidos captados, la realizará una empresa especializada máximo cada tercer día.

- Se realizarán pláticas de concientización con los trabajadores acerca de la importancia del uso de los sanitarios portátiles manteniendo las normas de higiene y salubridad, y del adecuado manejo de residuos sólidos y líquidos.
- Los trabajos de desmonte y despalme se realizaran de forma paulatina, e inmediatamente se iniciaran con los trabajos de la etapa de construcción para la lotificación y construcción del proyecto, con el fin de no mantener el suelo y en su caso el manto freático expuesto por mucho tiempo.
- El encargado de la maquinaria y equipo que será utilizado durante el desarrollo del proyecto, deberán contar con procedimientos en caso de derrames accidentales o fugas de materiales o residuos peligrosos. Esto con el fin, de que cualquier persona pueda realizar actividades de mitigación en caso de requerirse y así evitar la contaminación del suelo y manto freático con residuos considerados como peligrosos.
- En caso de derrames accidentales de materiales o residuos peligrosos, como son combustibles, aceite quemado, etc. se deberá colocar charolas de contención, como son lonas de plástico impermeables, recolectar la tierra contaminada y disponerla en contenedores específicos para residuos peligrosos. La maquinaria deberá ser retirada del sitio del proyecto lo más pronto posible.
- Los residuos sólidos que se acumulen en los centros de acopio, deberán ser retirados del predio máximo cada segundo día para evitar la formación de lixiviados, que puedan infiltrarse hasta el manto freático.
- Se perforarán **50 pozos de absorción** de aguas pluviales en las vialidades con que contará el fraccionamiento, para evitar los encharcamientos en las calles y propiciar la normalización de flujos laminares del agua en la zona.
- La construcción del pozo de absorción de agua de lluvia, se llevará a cabo de acuerdo a los lineamientos de Comisión Nacional del Agua.
- Las superficies de rodamiento de las calles y la vialidad tendrán una pendiente hacia los pozos para evitar encharcamientos. Los pozos contarán con rejillas para la captación de residuos sólidos de gran tamaño, para evitar el azolvamiento de los ductos de aguas pluviales.
- Se deberán revisar de manera periódica las condiciones de las rejillas en la entrada de los pozos de absorción, para limpiar cualquier tipo de basura que obstruya la circulación del agua.
- Debido a que el área del proyecto se encuentra inmerso en una zona urbana, el requerimiento de agua potable será abastecido a través de la red de CAPA.
- Durante la etapa de operación, las viviendas estarán conectadas al sistema de alcantarillado y drenaje de CAPA.
- Las aguas residuales que se generen durante la etapa de operación de las viviendas, serán conducidas a través de la red de drenaje municipal a la planta de tratamiento del municipio.

Vegetación

Uno de los impactos de mayor afectación durante la etapa de preparación del sitio son los ocasionados por las actividades de desmonte y despalme, ya que se retira la cubierta vegetal del área de aprovechamiento y con ello se cambia la abundancia de las especies del sitio y la diversidad biológica. Dentro del predio del proyecto se detectó una especie con estatus de protección dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 Palma chit (*Thrinax radiata*) y/o algunas especies de importancia comercial. Los impactos generados por el desmonte y despalme, son los que manifiestan mayor daño al ambiente del sitio, por lo que la aplicación de medidas de prevención y mitigación serán necesarias para conservar el equilibrio ambiental en la zona.

La remoción de la vegetación, también implica la pérdida de hábitats para la fauna, así como la interrupción de procesos biológicos, como los de sucesión (recuperación de la zona), áreas de migración, anidación, alimentación y reproducción, polinización, dispersión de semillas, depredación, etc., de acuerdo con las especies avistadas en el sitio del proyecto.

El proyecto "**Lotificación Catania Residencial**" está solicitando el cambio de uso de suelo en terrenos forestales para una superficie de 18.656 ha con vegetación caracterizada como **selva mediana subperennifolia**, lo cual representa el 99.4 % de la superficie total del predio y el 100% de la superficie con cobertura forestal.

Medidas de mitigación

- Antes de realizar el desmonte y despalme en el área autorizada para ello, se llevarán a cabo las actividades de rescate de vegetación, para lo cual se delimitará físicamente el perímetro del área a desmontar, con el fin de no rebasar los límites del área permitida para realizar estas actividades.
- Las actividades de desmonte y despalme se realizará iniciando con las zonas más impactadas del predio, con lo cual se permitirá a la fauna desplazarse hacia zonas más seguras dentro y fuera del predio.
- Las actividades de desmonte y despalme en las superficies circundantes a las áreas verdes naturales, deberán ser manuales para evitar su afectación.
- Las actividades de rescate de vegetación se dará prioridad a especies de mayor importancia ecológica como son las enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, plantas jóvenes y semillas (germoplasma).
- Se colocara un vivero provisional, en el cual se depositaran los ejemplares de flora rescatada; se irán colocando en orden, de tal forma que etiquetaran los ejemplares por nombre común, especie y familia.

- Se levantará una bitácora de plantas rescatadas y colocadas en el vivero, la cual deberá llenarse diariamente, durante la etapa de rescate, mantenimiento en vivero y ubicación de plantas rescatadas en áreas ajardinadas del proyecto.
- El rescate de la vegetación se realizará en las primeras horas del día para evitar el daño de las raíces por la exposición al sol y al viento.
- Se dará el mantenimiento necesario a las plantas producto del rescate y se conservarán en el vivero con la finalidad de mantenerlas en óptimas condiciones, hasta su posterior trasplante en zonas de ajardinado, áreas verdes, etc.
- Quedará estrictamente prohibido el uso del fuego durante las actividades de desmonte, o prender fogatas en cualquier etapa del proyecto.
- Se mantendrá vigilancia sobre los trabajadores con el fin de prevenir daños a flora y fauna.
- Los desechos sólidos resultado del desmonte serán retirados de forma inmediata y canalizados a las zonas de acopio, mismas que deberán encontrarse en áreas desprovistas de vegetación y cumpliendo con las características mencionadas en el apartado de residuos sólidos.
- Se colocara una zona de acopio de material vegetal debidamente señalado, en el cual se llevara a cabo el triturado de troncos y demás material vegetal, para posteriormente utilizar el bagazo en las áreas ajardinadas del proyecto, o para su donación al municipio.
- Se pondrá a disposición de las autoridades a todo trabajador que afecte o extraiga de manera ilegal a alguna especie de flora o fauna.
- Se establecerá un horario de trabajo del personal y de los equipos, limitándose a un horario diurno (7:00 a 18:00 horas).
- Se colocaron letreros indicativos y restrictivos de inducción ambiental, con el fin de establecer un código de conducta interno, que deberá ser cumplido por el personal que trabaje en las diferentes etapas del proyecto.
- Se llevarán a cabo actividades de limpieza rutinarias en los márgenes del predio que colinden con áreas con vegetación nativa en pie.
- Se mantendrá vigilancia sobre los trabajadores con el fin de prevenir daños a flora y fauna.
- Durante las etapas de preparación del sitio y construcción se delimitará el predio con malla con cubierta plástica, para evitar la dispersión de polvo y la afectación de la vegetación de los predios colindantes con el proyecto.

Fauna

La etapa de preparación del sitio, además de la pérdida de la vegetación por el desmonte del predio, también implica una afectación a la fauna, por la pérdida y disminución del hábitat, además de afectar algunos de los procesos biológicos que se dan en el sitio, sobre todo al encontrarse en una zona urbana y servir como zona de amortiguamiento.

Dentro del predio se reportaron 2 especies con consideradas como amenazadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, *Amazona albifrons* (Loro frentiblanco) y *Leptophis ahaetulla* (*serpiente ranera*). La protección de estas se lograra con la aplicación de las medidas de prevención y mitigación del proyecto, ya que con estas se espera que las especies de fauna presente en el área del proyecto se desplacen por si solas hacia zonas aledañas al predio.

Medidas de mitigación para la fauna

- Antes del inicio del desmonte se deberá realizar el rescate de fauna conforme el Programa de Rescate de Flora y Fauna, el cual esta anexado al presente documento.
- Previo a las labores de preparación se realizará un recorrido con el fin de localizar a los organismos de lento desplazamiento, para permitirles trasladarse a otros sitios antes de iniciar con las actividades de preparación del sitio.
- Con dos días de anterioridad al desmonte con maquinaria pesada y después de realizado el rescate de vegetación, se desmontarán franjas de vegetación con motosierras para provocar una gran cantidad de ruido y provocar el desplazamiento de la fauna.
- Se colocarán letreros que indiquen a los trabajadores y los visitantes que no se moleste, capture o dañe la fauna que pudiese transitar en el área de influencia, así como también se deberá permitir el libre paso a las áreas aledañas menos perturbadas.
- Si algún ejemplar de fauna nativa resulta herida por efecto de las actividades de construcción, recibirá atención médica veterinaria y será mantenida en el área del proyecto hasta que presente mejorías, o bien será reubicada donde lo disponga la autoridad.
- Se colocaran letreros que indiquen el límite de velocidad de 20 km/hr, los cuales deberán ser respetados por cada uno de los vehículos o maquinaria que transite dentro del área del proyecto, con el fin de evitar que la fauna sea atropellada.
- Se colocarán reductores de velocidad a lo largo de las vialidades, así como señalamientos que indiquen cruce de fauna y adviertan a los conductores sobre su obligación de bajar la velocidad.
- Quedará estrictamente prohibida la introducción de especies exóticas, silvestres o domésticas, principalmente perros y gatos, ya que pueden causar severos daños a las poblaciones nativas del sitio.
- Se pondrá a disposición de las autoridades a toda persona que afecte de manera ilegal a alguna especie de flora o fauna.
- Se colocarán algunas señalizaciones para reforzar la transmisión de las medidas propuestas
 - No alimentar a la fauna.
 - Indicarán qué animales pueden encontrarse en la zona.
 - No molestar a la fauna.
 - No depositar residuos fuera de las zonas indicadas.

- No salir fuera de las veredas y zonas peatonales.
- No provocar ruido innecesario.
- No remover, colectar o dañar vegetación.
- No remover, colectar o dañar ningún tipo de fauna.

Usos de suelo

Este factor contempla los daños producidos por el cambio de uso de suelo considerando las disposiciones del ordenamiento y usos del suelo previstos de la zona. El proyecto "**Lotificación Catania Residencial**" se encuentra regulado por **Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Cancún, Municipio de Benito Juárez, Quintana ROO 2014-2030 (PDU)** con asignación de uso de suelo **Reserva (Densidad Bruta)**. Adicional, el predio se localiza dentro de la Unidad de Gestión Ambiental 21 (**UGA-21**) del **Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez** de nombre Zona Urbana de Cancún y política ambiental de **Aprovechamiento Sustentable**.

La superficie total del predio, donde se realizará la lotificación del proyecto "**Lotificación Catania Residencial**" es de 18.762 ha. El predio está solicitando para **cambio de uso de suelo una superficie de 18.656 ha**, debido a que las **0.106 ha restantes** no cuentan con cobertura forestal, sin embargo, el promovente pretende llevar a cabo el desplante del proyecto en el 100% de la superficie del predio.

Medidas de prevención y mitigación:

Para evitar posibles afectaciones al uso de suelo de áreas colindantes con las obras y que pretenden realizarse, se proponen las siguientes medidas:

- Apegarse a todo lo dispuesto en el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez y al Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Cancún, Municipio de Benito Juárez, Quintana ROO 2014-2030.
- Únicamente se realizarán trabajos de desmonte y despalme, en las áreas autorizadas para cambio de uso de suelo.
- Se respetarán los usos de suelo así como los Coeficientes de Ocupación del Suelo autorizados por las autoridades.
- Delimitar el área de trabajo ya sea con palizadas y/o malla electrosoldada.
- Se evitará la disposición de restos de material pétreo fuera de las áreas de trabajo.

Transporte y flujo de tráfico

El movimiento y flujo de tráfico durante el desarrollo del proyecto "Lotificación Catania Residencial", será principalmente por el movimiento de maquinaria y equipo durante las etapas de preparación del sitio y construcción, sin embargo este impacto será mínimo y temporal, debido a que el proyecto se encuentra en una zona urbana.

Medidas de prevención y mitigación:

- Toda unidad que entre al predio deberá estar en perfectas condiciones mecánicas.
- Se establecerán señalamientos de la velocidad máxima permitida (20km/hr.) durante todas las etapas de desarrollo del proyecto.
- Se hará hincapié a los transportistas sobre la importancia de respetar los caminos y no invadir otras áreas para transitar dentro del área del proyecto. Así mismo, se les recomendará que circulen con cuidado dentro del predio y en caso de observar algún ejemplar de fauna silvestre en el camino deberán detenerse para permitir su paso.
- Para evitar accidentes, se recomendará a los transportistas seguir las normas básicas de seguridad.
- Se señalarán las áreas de restricción peatonal dentro de la obra.
- Se instalará la señalización e iluminación adecuada para permitir el tránsito seguro de los usuarios.

Paisaje

Las actividades que se realicen en esta etapa alterarán el paisaje de la zona por la presencia de empleados, el uso de maquinaria, la acumulación de residuos, etc., por lo que se deben implementar medidas para evitar una mala imagen a las personas que habitan en las zonas cercanas del predio y a las que transitan por este lugar. Este impacto a pesar de temporalidad permanente, no es un impacto severo ya que el proyecto se encuentra inmerso en una zona urbana.

Medidas de mitigación:

- Se colocarán los recipientes de basura necesarios para evitar la dispersión de la basura dentro del sitio del proyecto, o afuera cercano a las residencias.
- Colocar una malla de protección en la periferia del predio durante el desarrollo del proyecto.
- El movimiento de material se programará, con el fin de no provocar conflictos viales en la zona.

- Se llevarán a cabo actividades de limpieza diariamente.
- No se permitirá almacenar residuos sólidos sobre las banquetas.

X.2. Impactos residuales.

Se entiende por impacto residual al efecto que permanece en el ambiente después de aplicar las medidas de mitigación, por la naturaleza misma del proyecto, se considera que en este caso los impactos residuales se restringen al área donde se ubicará estrictamente la infraestructura de la obra. El predio tiene una superficie total de 18.762 ha, el promoventes está solicitando el cambio de uso de suelo para 18.656 ha que es Selva Mediana Subperennifolia y junto con las áreas sin cobertura forestales (0.106 ha), representan la superficie total de aprovechamiento del proyecto.

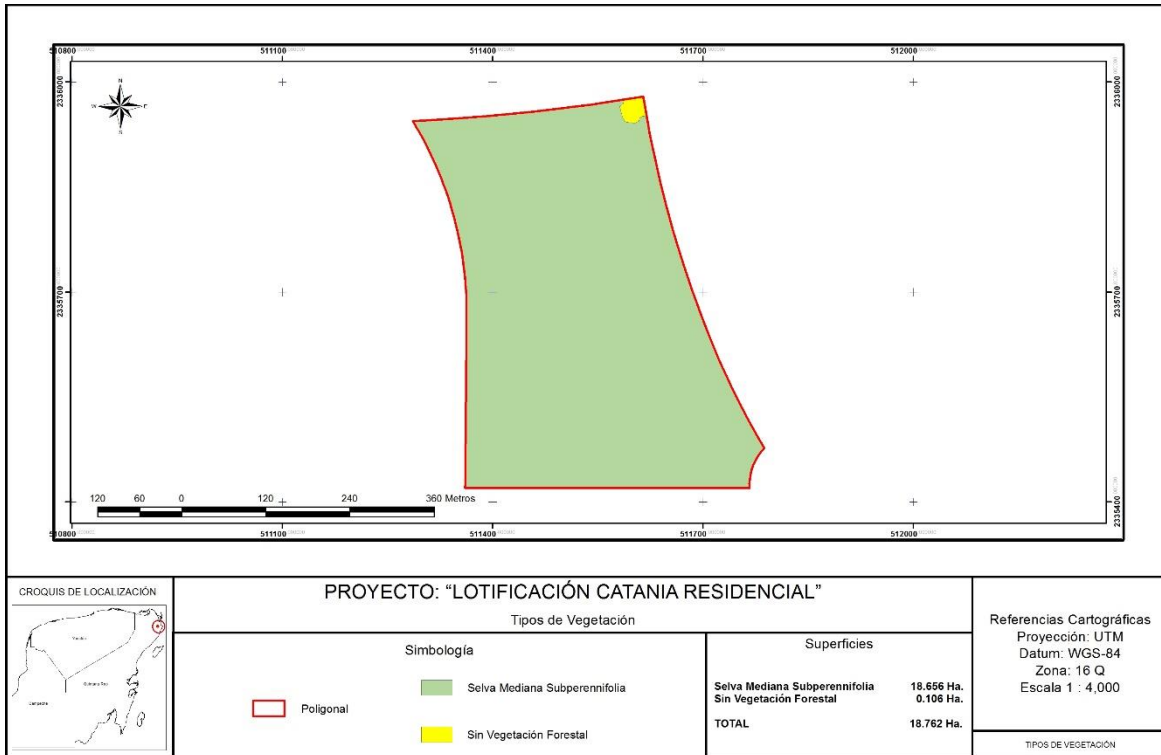
La valoración de irrecuperabilidad de los impactos se realizó en el entendido de que el proyecto se va a desarrollar hasta concluyan sus tres etapas: preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento.

Entre los impactos residuales irrecuperables tenemos:

12. Cambios en la forma del terreno
13. Efectos que impidan determinados usos del área
14. Cambios en las características fisicoquímicas del suelo
15. Pérdida de la capa vegetal y mineral
16. Cambios en el microclima
17. Cambios en los índices de infiltración o pautas de drenaje
18. Afectación a la escorrentía superficial
19. Cambios en la biodiversidad de flora y fauna del sitio
20. Cambio en la abundancia de flora y fauna del sitio.
21. Provocará cambios en los hábitats actuales
22. Provocará un impacto en una superficie de gran tamaño

X. 3. Descripción y análisis del escenario sin proyecto.

El tipo de vegetación identificado en el predio corresponde a selva mediana subperennifolia y abarca una superficie de 18.762 ha; las 0.106 ha restantes corresponden a las áreas sin cobertura forestal. Es importante mencionar, que al estar dentro de una zona urbana de constante crecimiento el predio del proyecto "**Lotificación Catania Residencial**" presenta afectación por actividades antropogénicas y por el paso de huracanes.

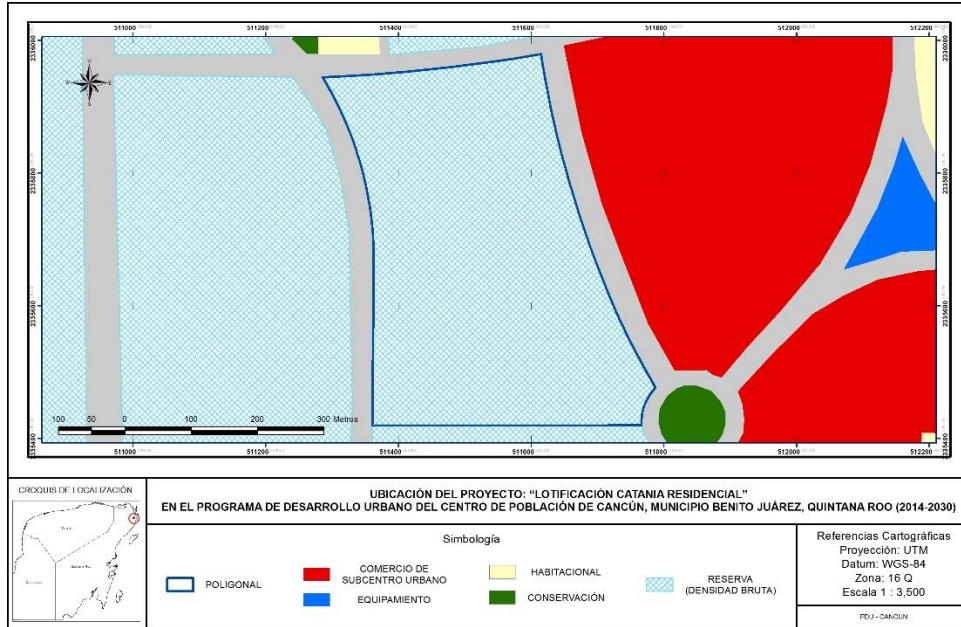


Plano No. 79 Tipo de Vegetación presente en el predio del proyecto "Lotificación Catania Residencial".

Para el caso del predio sólo se detectó una especie de flora enlistada en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, palma chit (*Thrinax radiata*). El predio se avisto la presencia de fauna o de huellas de esta, entre las que encontramos dos especies que están enlistadas en la NOM-059-SEMARNAR-2010, *Amazona albifrons* (Loro frentiblanco) y *Leptophis ahaetulla* (serpiente ranera) (subrayadas en azul en el cuadro), catalogadas como de protección especial y amenazada, respectivamente.

El predio ha sido afectado y se encuentra rodeado por desarrollos urbanos en los que se ha realizado el cambio de uso de suelo desde ya hace varios años, por lo que la fauna de gran tamaño se ha ido desplazando a nuevos sitios alejados del ruido de la ciudad.

El proyecto "Lotificación Catania Residencial" se encuentra regulado por Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Cancún, Municipio de Benito Juárez, Quintana ROO 2014-2030 (PDU) con asignación de uso de suelo Reserva (Densidad Bruta).



Plano No. 80 Ubicación del proyecto dentro del Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Cancún, Municipio de Benito Juárez.

Adicional, el predio se localiza dentro de la Unidad de Gestión Ambiental 21 (UGA-21) del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez de nombre Zona Urbana de Cancún y política ambiental de Aprovechamiento Sustentable.

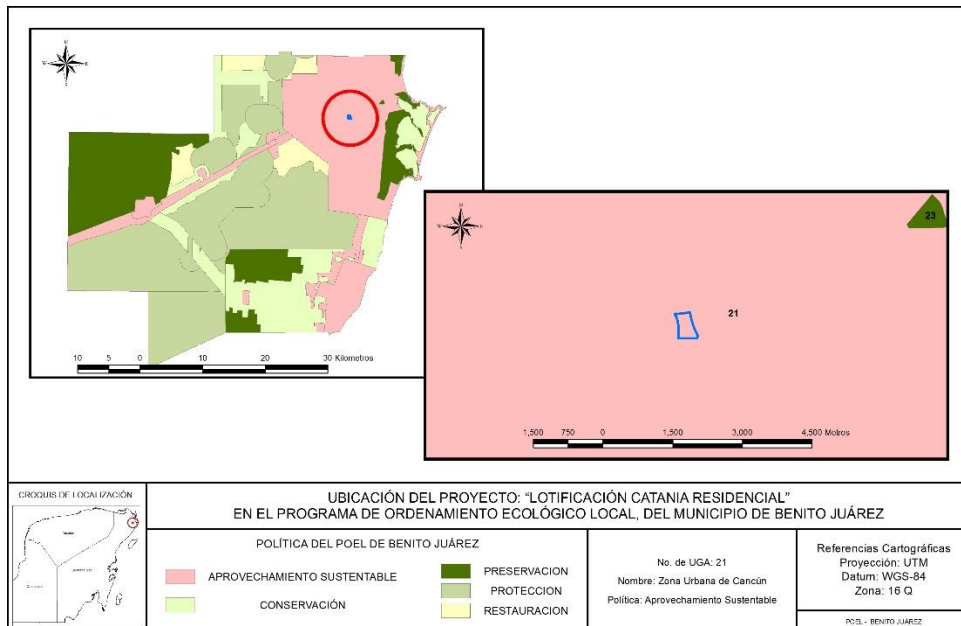


Figura No. 84 Ubicación del proyecto dentro del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez.

Sin la construcción del proyecto en el sitio del proyecto no se genera contaminación por partículas de polvo y por gases procedentes de maquinaria empleada en la obra, sin embargo, el predio del proyecto se encuentra inmerso en una zona urbana en la cual transitan vehículos que generan gases que contaminan el aire, así como, también los aires acondicionados, uso de aerosoles, etc.

El predio cuenta con suelo natural el cual permite la infiltración del agua pluvial al subsuelo y no afecta la escorrentía superficial. Sin el desarrollo del proyecto, no se cuenta con vertidos de aguas residuales a sistemas público o privado para su tratamiento y no se generan contaminantes que pudieran afectar el manto freático.

X. 4. Descripción y análisis del escenario con proyecto.

Cuando se desarrollan proyectos sin la aplicación de medidas de prevención y mitigación, viene una seria de impactos ambientales que pueden ser considerados como permanentes e irreversibles, ya que no hay ningún tipo de actividad que minimice su efecto. Entre los impactos que podrían presentarse en los diferentes factores ambientales están los siguientes:

- El proyecto no realizará la recuperación de la capa fértil del suelo por lo que no será aprovechado dicho recurso.
- Por las maniobras del proceso constructivo del proyecto se compactarán los suelos de las áreas no previstas para el aprovechamiento.
- Por el mal manejo de los residuos urbanos y peligrosos existirá contaminación del suelo.
- La maquinaria y equipo en obra no se encuentra en buena estado, por lo que habrá accidentes de fugas de residuos peligrosos como es aceite quemado y otros combustibles.
- Se incrementarán los niveles de erosión en áreas colindantes a la construcción del proyecto, donde la afectación por el tránsito de personal sin control y de maquinaria podría cambiar la topografía.
- El personal realiza sus necesidades fisiológicas en cualquier área dentro del predio del proyecto, por lo que dichos residuos se infiltran al subsuelo y contaminan las aguas subterráneas.
- Por los trabajos de relleno y nivelación se compactara el suelo cambiando con esto los índices de infiltración del suelo sin ninguna compensación.
- La vegetación se desmontará sin control y no se llevará acabo el rescate de especies de flora de importancia ecológica, como es la palma chit (*Thrinax radiata*) que se encuentran enlistada en la NOM-059-SEMARNAR-2010.
- El sitio podría ser susceptible para el establecimiento de especies exóticas e invasoras, toda vez que se podrían emplear especies no indicadas por la CONABIO para las actividades de arborización y ajardinado.

- El personal de obra dañará la flora por impactos directos la extracción de especies.
- La presencia de trabajadores en la obra provocará la contaminación de los ecosistemas ya que dispondrán los residuos en cualquier sitio, lo que a su vez provocará la proliferación de fauna nociva y muerte de fauna silvestre.
- La fauna que habita actualmente en el predio se verá afectada por la pérdida de la vegetación, lo que provocará su desplazamiento hacia otras áreas y una mayor competitividad por hábitat y alimento, tomando en cuenta que la mayor parte del área que circunda al proyecto ya se encuentra urbanizada.
- Los obreros molestarán e incluso cazarán fauna nativa, por lo que la presencia de ésta disminuirá, aun en el caso de las especies tolerantes.
- Seguirán depositándose residuos dentro del predio del proyecto.
- Se generarán focos de infección y de contaminación al ambiente y por lo tanto las condiciones ambientales del predio serán deterioradas cada vez más.
- La salud de los obreros, visitantes así como de la fauna, se verá afectada por la acumulación de residuos que representan focos de infecciones.
- La generación de residuos líquidos generarán lixiviados que provocarán la contaminación del manto freático.
- Los residuos peligrosos que se generen contaminarán el suelo y agua subterránea.
- No se recolectarán los residuos peligrosos que se generen.
- No se contará con almacenes adecuados para el resguardo de materiales y residuos peligrosos.

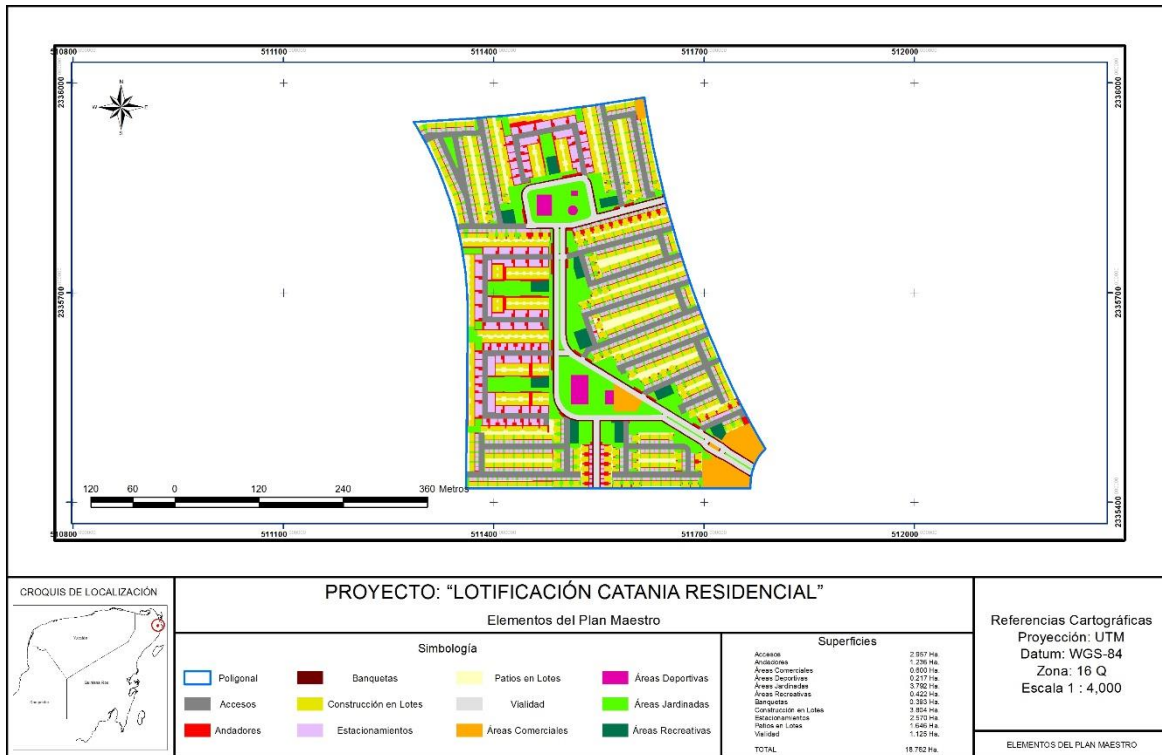
X. 5. Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación.

Cuando se lleva a cabo la aplicación de medidas de prevención y mitigación los impactos que se presentan por el desarrollo del proyecto, pueden verse minimizados o incluso mitigados en su totalidad. A continuación se presenta el escenario que se tendría dentro del sitio del proyecto con la aplicación de medidas compensatorias.

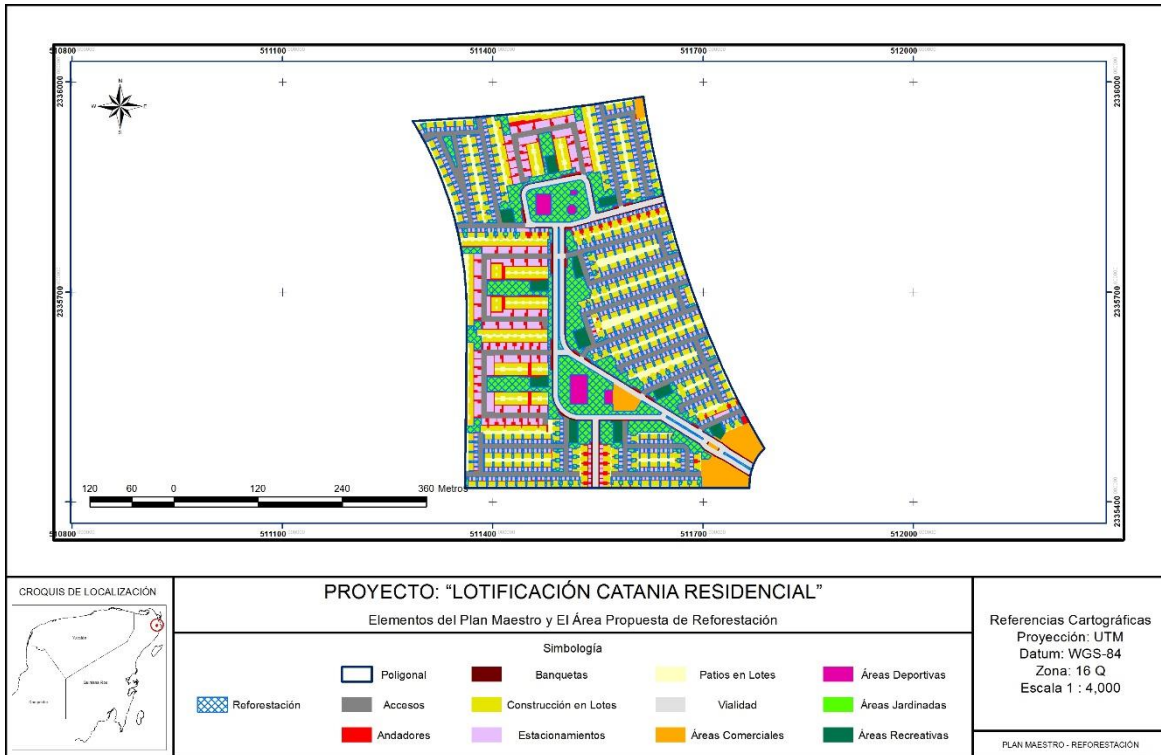
- La capa fértil del suelo será almacenada en un área específica del proyecto, para después ser incorporada a las áreas ajardinadas del proyecto.
- Se delimitará la zona de aprovechamiento con malla ciclónica y plástico, para no causar un gran impacto visual al público y para no ocasionar el movimiento del personal hacia otras áreas.
- Se llevará a cabo un manejo adecuado de los residuos sólidos y líquidos que se generen en la obra, para lo que se contará con contenedores debidamente rotulados y un almacén temporal, además de que se darán pláticas de inducción ambiental para el personal en obra. Con lo anterior se pretende mantener un adecuado manejo de los residuos evitando que se dispondan en el suelo.

- Únicamente se permitirá entrar al área del proyecto, a la maquinaria que se encuentre en buen estado, por lo que esto disminuirá los riesgos por fugas de aceite o combustibles hacia el suelo.
- Se llevará un seguimiento de la bitácora de mantenimiento de la maquinaria y equipo en talleres autorizados localizados fuera del área del proyecto.
- Durante la etapa de preparación y construcción del sitio, se mantienen regadas las áreas de desplante que son desmontadas y posteriormente rellenas con material pétreo para evitar el levantamiento de polvo.
- Se cuenta con horario de trabajo de 07:00- a 18:00 horas, por lo que se respeta los hábitos nocturnos de la fauna local circundante.
- Se contarán con baños portátiles en la etapa de preparación del sitio y construcción para garantizar el manejo adecuado de los residuos sanitarios.
- En la etapa de preparación del sitio y construcción, el suministro de agua será a través de pipas y será almacenada en contenedores tipo rotoplas de 5,000 litros.
- En la etapa de operación se conectarán las casas al drenaje público, para así tratar las aguas residuales a través de CAPA.
- En la etapa de operación el suministro de agua potable para el proyecto, será a través de la red municipal, por lo que no será necesario la perforación de pozos de extracción de agua.
- Antes de iniciar las actividades de desmonte el proyecto pondrá en marcha un Programa de Rescate de Flora y fauna, que se enfocará al rescate de la flora y fauna de las áreas que serán susceptibles de aprovechamiento.
- Durante el rescate de vegetación, se establecerán medidas que garanticen un 80% de sobrevivencia de las plantas rescatadas y reincorporarlas en las áreas de conservación y reforestación del proyecto, ubicándolas de acuerdo a su hábitat natural.
- Se rescatará la capa fértil del suelo, misma que será acopiada para su posterior uso en las actividades de arborización y ajardinado.
- Se acondicionará un vivero temporal para el resguardo de las especies producto del rescate, mismas que serán reubicadas posteriormente en las áreas ajardinadas del proyecto.
- Se vigilará que el proyecto desmonte únicamente lo que la autoridad haya autorizado como superficie de aprovechamiento.
- Se vigilará que las actividades que desarrollen los trabajadores no dañen a la vegetación aledaña al predio del proyecto.
- Se implementará pláticas de inducción ambiental para el personal en obra, en el que se establecerán acciones y medidas en pro de la conservación de los ecosistemas, el buen manejo de los residuos sólidos y líquidos, tanto peligrosos como no peligrosos, el cuidado a la fauna, el uso de los sanitarios portátiles por parte de los trabajadores, etc.
- Se aplicarán medidas para el manejo adecuado de los residuos sólidos de modo que se evite la dispersión de estos dentro y fuera del área del proyecto.

- Se colocaran áreas permeables así como pozos de absorción para garantizar la recarga de los acuíferos.
- Se manejaran adecuadamente los residuos sanitarios.
- Se implementara un Programa de Reforestación.
- Se reforestaran las áreas ajardinadas con especies nativas provenientes del rescate.
- Se mantendrán en pie algunos árboles grandes, que se encuentren dentro de las áreas ajardinadas y no interfieran con el desarrollo del proyecto.



Plano No. 81 Elementos del plan maestro del proyecto "Lotificación Catania Residencial".



Plano No. 82 Plan maestro del proyecto "Lotificación Catania Residencial" con áreas que serán reforestadas.

X. 5. 1. Pronóstico ambiental.

Derivado del análisis anterior, en donde se planteó las condiciones actuales del predio sin proyecto, y el escenario del predio con proyecto con y sin medidas compensatorias, se determinó que el proyecto no afectará significativamente las condiciones ambientales locales y del sistema ambiental. Lo anterior se determinó ya que el proyecto "Lotificación Catania Residencial" se encuentra inmerso en la zona urbana de la ciudad de **Cancún** y ha sido impactada por los trabajos de urbanización que rodean al sitio, por lo que la flora y fauna ya han sido afectadas y no se encuentran en condiciones originales debido a afectaciones naturales y antropogénicas. Adicional, el sitio donde se pretende desarrollar el proyecto cuenta con las condiciones propicias de logística que requiere un proyecto de esta naturaleza, al contar con la infraestructura para dotar de inmediato al proyecto de servicios de energía eléctrica, agua potable, drenaje sanitario municipal, vialidades de acceso y transporte.

X. 6. Programa de Manejo y Vigilancia Ambiental. Seguimiento y Control.

La manejo y vigilancia ambiental en los proyectos es un aspecto importante del trabajo de la Evaluación de Impacto Ambiental. Es el sistema mediante el cual se puede comprobar de qué manera se están ejecutando las medidas preventivas y de corrección propuestas en el DTU-A, determinar su eficacia y detectar los impactos no previstos en el estudio. Lo anterior con el fin de advertir sobre los valores alcanzados por los indicadores de impactos seleccionados, teniendo en cuenta los niveles críticos o umbrales de alertas establecidos y en su caso obtener información útil para mejorar el conocimiento de las repercusiones ambientales de proyectos del mismo tipo en ámbitos similares.

OBJETIVOS

- Vigilar el cabal cumplimiento de las medidas de prevención y mitigación propuestas para el DTU-A del proyecto **"Lotificación Catania Residencial"**.
- Corregir o complementar las medidas de prevención y mitigación propuestas en el estudio, para minimizar el impacto ambiental ocasionado en el sitio por el desarrollo del proyecto.

PROCEDIMIENTOS

En la siguiente tabla se plantea la línea que deberá seguir el promovente como parte de la vigilancia ambiental, el seguimiento y el control, con el fin de garantizar el cabal cumplimiento de las medidas de prevención y mitigación propuestas en el DTU-A para cada uno de los factores ambientales evaluados en el proyecto **"Lotificación Catania Residencial"**.

Factor Ambiental	Indicador de Impactos	Medidas de mitigación propuestas	Etapas de aplicación de las medidas de mitigación	Procedimiento de Supervisión	Procedimiento de Corrección y Aplicación de medidas.
Formas del terreno y suelo	Cambios en las topografías.	<ul style="list-style-type: none"> • El desmonte y despalle se El desmonte y despalle se llevará a cabo únicamente en la superficie 	Etapa de preparación del sitio	Se contratará a una persona encargada de la supervisión ambiental en obra y un	- Se elaborarán informes semanales de las condiciones

Factor Ambiental	Indicador de Impactos	Medidas de mitigación propuestas	Etapas de aplicación de las medidas de mitigación	Procedimiento de Supervisión	Procedimiento de Corrección y Aplicación de medidas.
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Efectos que impidan determinados usos del área a largo plazo. ➤ Pérdida de suelo (capa vegetal y mineral). ➤ Erosión del suelo (hídrica o eólica) 	<p>autorizada para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Antes de iniciar cualquier actividad de relleno o nivelación, se procederá al rescate de la capa fértil de tierra, la cual será acopiada para su posterior uso en las áreas verdes y áreas ajardinadas. • Las obras provisionales, como el centro de acopio de tierra vegetal, se desplantarán en las áreas previamente afectadas y contará con letrero que lo señalice. • Se delimitarán o señalarán las áreas sujetas a aprovechamiento, con el fin de evitar afectaciones e invasiones a áreas con vegetación natural en pie dentro y fuera del predio. • Las actividades de construcción del proyecto serán programadas de manera que éstas se realicen inmediatamente después del desmonte y despalme, con el fin de disminuir los tiempos de exposición de la superficie de desplante y así aminorar la dispersión de partículas por efectos del viento y evitar la erosión hídrica y eólica que podría presentarse. • Posterior a los trabajos de nivelación y compactación del área de desplante del proyecto, se procederá a la etapa de construcción del fraccionamiento, con el fin de no exponer el sitio a procesos de erosión hídrica y física. • Se regarán las áreas desmontadas para evitar el levantamiento de polvo y la erosión eólica del sitio. 		<p>asesor ambiental, que verifique el cumplimiento puntual de las medidas de prevención y mitigación propuestas para este factor.</p> <p>Entre las actividades del supervisor ambiental en campo estarán las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se harán recorridos por la mañana y tarde en el área de desplante del proyecto, por lo menos una vez por semana. - Se llevará a cabo el levantamiento de bitácoras de las actividades realizadas para prevenir y mitigar los impactos que se generen de acuerdo a la etapa. - Se solicitará a las empresas contratistas copia de los recibos de compra de material pétreo y verificará que se haya comprado en casas de materiales autorizadas. - El supervisor ambiental en obra dará las pláticas de inducción ambiental para los trabajadores en obra. Las pláticas se llevarán a cabo por grupos considerando el nivel escolar de los trabajadores. 	<p>ambientales del sitio del proyecto, tomando en cuenta lo propuesto en las medidas de prevención y mitigación, además se revisará el cumplimiento de las observaciones hechas la semana anterior.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Quincenalmente el supervisor ambiental en obra y el asesor ambiental, tendrán reuniones con el supervisor de obra y jefes contratistas, para determinar el grado de cumplimiento de cada una de las medidas de prevención y mitigación. - Como resultado de las reuniones se levantarán minutas y se asentarán los compromisos en materia ambiental adquiridos por el supervisor de obra y los contratistas., así como también, las correcciones y mejoras que se pueden realizar a las medidas establecidas en DTU-A, de acuerdo con las necesidades del proyecto. - Se elaborarán informes de cumplimiento ambiental, de acuerdo a lo solicitado por la autoridad en el resolutive.

Factor Ambiental	Indicador de Impactos	Medidas de mitigación propuestas	Etapas de aplicación de las medidas de mitigación	Procedimiento de Supervisión	Procedimiento de Corrección y Aplicación de medidas.
Residuos sólidos y líquidos no peligrosos.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Generación de residuos sólidos en grandes cantidades. ➤ Contaminación del suelo con residuos sólidos o lixiviados. ➤ Contaminación del agua por residuos sólidos, líquidos o lixiviados. ➤ Residuos depositados sobre la vegetación. ➤ Almacenaje de residuos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Como parte del programa de Capacitación Ambiental, se concientizará al personal sobre la importancia de dar un adecuado manejo a los residuos. • La ingesta de alimentos se llevará a cabo estrictamente en una zona destinada para este propósito, y los residuos generados deberán depositarse y separarse en los contenedores correspondientes. • Los desechos orgánicos e inorgánicos producto de la ingesta de alimentos por parte del personal, deberán ser retirados diariamente del área del proyecto, por la persona encargada de proporcionarles alimento. • Durante las tres etapas del proyecto se colocarán suficientes contenedores para residuos sólidos los cuales deberán estar rotulados con gráfico y texto, que señale el tipo de desecho que se deposita en él, con el fin de fomentar una cultura de separación de residuos entre el personal y turistas. • Los contenedores de residuos contarán con tapa y estarán rotulados con la leyenda del tipo de residuo que se deposita en él, además serán distribuidos en forma estratégica dentro de la obra, con la intención de permitir el fácil manejo de los mismos por parte de los empleados. • Durante la etapa de construcción y operación los residuos reciclables (envases de vidrio, envases de plástico, latas de aluminio, alambón y demás) se separarán y serán 	Preparación del sitio. Construcción Operación	<p>Se contratará a una persona encargada de la supervisión ambiental en obra y un asesor ambiental, que verifique el cumplimiento puntual de las medidas de prevención y mitigación propuestas para este factor.</p> <p>Entre las actividades del supervisor ambiental en campo estarán las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se harán recorridos por la mañana y tarde en el área de desplante del proyecto, por lo menos una vez por semana. - Se llevará a cabo el levantamiento de bitácoras de las actividades realizadas para prevenir y mitigar los impactos que se generen de acuerdo a la etapa. - Se solicitará a las empresas contratistas copia de los recibos de la disposición de residuos sólidos urbanos y los residuos de manejo especial. - El supervisor ambiental en obra dará las pláticas de inducción ambiental para los trabajadores en obra. Las pláticas se llevarán a cabo por grupos considerando el nivel 	<ul style="list-style-type: none"> - Se elaborarán informes semanales de las condiciones ambientales del sitio del proyecto, tomando en cuenta lo propuesto en las medidas de prevención y mitigación, además se revisará el cumplimiento de las observaciones hechas la semana anterior. - Quincenalmente el supervisor ambiental en obra y el asesor ambiental, tendrán reuniones con el supervisor de obra y jefes contratistas, para determinar el grado de cumplimiento de cada una de las medidas de prevención y mitigación. - Como resultado de las reuniones se levantarán minutas y se asentarán los compromisos en materia ambiental adquiridos por el supervisor de obra y los contratistas., así como también, las correcciones y mejoras que se pueden realizar a las medidas establecidas en DTU-A, de acuerdo con las necesidades del proyecto.

Factor Ambiental	Indicador de Impactos	Medidas de mitigación propuestas	Etapas de aplicación de las medidas de mitigación	Procedimiento de Supervisión	Procedimiento de Corrección y Aplicación de medidas.
		<p>canalizados a empresas encargadas de estos tipos de residuos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dentro de la obra se destinarán sitios para el acopio de los diferentes tipos de residuos generados. Dichos sitios deben estar identificados con letreros de señalización, y contarán por lo menos con 3 módulos en donde se coloquen los residuos sólidos urbanos, los residuos de construcción, y el material vegetal triturado y la tierra vegetal cribada. • Antes de finalizar la jornada de trabajo se llevará a cabo una brigada de limpieza, para recolectar los desechos que pudieron quedar dispersos en la obra. • Para disminuir la dispersión de los residuos y evitar la proliferación de fauna nociva, al final de la jornada los residuos serán transportados a los centros de acopio temporales del proyecto. • No se permitirá depositar escombros o materiales dentro del área del proyecto o zonas aledañas. • El material vegetal proveniente del desmonte será trasladado a un centro de acopio dentro de un área del proyecto destinado a aprovecharlo, en donde será triturado a manera de bagazo y aserrín. Dicho sitio deberá estar debidamente señalado con un letrero que indique lo que se acopia ahí. • La capa vegetal de tierra negra y hojarasca será colectada para ser llevada al centro de acopio para ser mezclados con el aserrín proveniente del triturado del material vegetal, para posteriormente ser usada dentro de las áreas ajardinadas del proyecto. 		<p>escolar de los trabajadores.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Otra de las funciones del supervisor será verificar el cabal cumplimiento de lo propuesto en el Programa de Manejo de Residuos Sólidos Líquidos y Peligrosos. - El supervisor en obra, se encargara de llevar una bitácora de la cantidad aproximada de residuos generados. 	<ul style="list-style-type: none"> - Se elaborarán informes de cumplimiento ambiental, de acuerdo a lo solicitado por la autoridad en el resolutive.

Factor Ambiental	Indicador de Impactos	Medidas de mitigación propuestas	Etapas de aplicación de las medidas de mitigación	Procedimiento de Supervisión	Procedimiento de Corrección y Aplicación de medidas.
		<ul style="list-style-type: none"> • Los residuos de construcción susceptibles a ser reutilizados tales como la madera, metales, cartón, etc., serán separados del resto de los residuos. Se reciclarán los residuos de construcción como el alambre, madera, etc., que sean susceptibles a este proceso, con la ayuda de empresas recolectoras de residuos. • Está prohibido el uso del fuego como medio para la disposición final de residuos. • Se colocarán sanitarios portátiles a razón de 1 por cada 10 trabajadores, mismos que deberán de ser distribuidos de tal manera que el personal tenga fácil acceso a ellos en cualquiera de las áreas en las que se encuentre laborando. • Se colocarán letreros que indiquen el área donde se encuentran ubicados los sanitarios portátiles. • Se llevarán bitácoras de limpieza de los sanitarios portátiles con el fin de vigilar que esto se lleve a cabo de forma continua. • Se contratará el servicio de una empresa especializada en el manejo de aguas grises y se verificará que la empresa contratada cuente con autorización vigente para realizar dicha actividad, y por lo tanto, con los medios necesarios para efectuar el transporte y disposición adecuada de dichos residuos. • Operación (Presencia de habitantes) y Mantenimiento de Viviendas • El manejo y disposición de residuos generados durante la operación del proyecto, serán a cargo de la empresa promovente. 			

Factor Ambiental	Indicador de Impactos	Medidas de mitigación propuestas	Etapas de aplicación de las medidas de mitigación	Procedimiento de Supervisión	Procedimiento de Corrección y Aplicación de medidas.
		<ul style="list-style-type: none"> • Equipar la zona del proyecto con suficientes contenedores para el adecuado depósito de residuos sólidos, los cuales se encuentren debidamente señalados. • Se realizará una separación de residuos sólidos de acuerdo a su naturaleza. • Residuos orgánicos (restos de comida, material vegetal, papel, cartón). Los residuos vegetales generados durante el mantenimiento de los jardines, se picarán para facilitar su reintegración al suelo en esta misma actividad, o podrán ser dispersadas dentro de las áreas de conservación, siempre y cuando no sean resultantes de especies exóticas. • Residuos inorgánicos (Plástico, madera, metal). Los residuos sólidos susceptibles de ser reciclados, serán canalizados hacia las compañías dedicadas a su reciclaje. • Los centros de acopio deberán contar con características como : <ul style="list-style-type: none"> • Estar delimitado, y ser identificado con letreros de señalización. • Deberá contar con áreas específicas para cada uno de los subproductos reciclables como son: papel y cartón, plástico, vidrio, o cualquier otro sub- producto que sea reciclable. • Contar con zona de maniobras para los vehículos que realicen el transporte, procurando que no afecten las zonas con vegetación aledañas. • Reducir la cantidad de residuos a través de una campaña para el reuso, reciclado y reducción de residuos 			

Factor Ambiental	Indicador de Impactos	Medidas de mitigación propuestas	Etapas de aplicación de las medidas de mitigación	Procedimiento de Supervisión	Procedimiento de Corrección y Aplicación de medidas.
		<p>entre los habitantes del desarrollo y sus visitantes.</p> <ul style="list-style-type: none"> Con respecto a la etapa operativa, se generarán aguas residuales provenientes de todas las áreas que componen el conjunto habitacional (aguas jabonosas y aguas negras) las cuales serán dirigidas mediante una red interna, a la red de drenaje público para ser trasladada a la planta de tratamiento del municipio. Aplicación del siguiente programa: <ul style="list-style-type: none"> ✓ PROGRAMA DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS LÍQUIDOS Y PELIGROSOS (SE ANEXA AL DOCUMENTO). 			
Residuos peligrosos	<ul style="list-style-type: none"> Implicará la generación de residuos peligrosos. La contaminación del suelo, manto freático, cuerpos de agua o caudales por derrame de residuos peligrosos. Almacenaje de residuos peligrosos. Contacto de la fauna con residuos peligrosos. 	<ul style="list-style-type: none"> Como medida de prevención, durante el desarrollo del proyecto se llevará a cabo un programa de señalización, se colocarán letreros que contengan información referente a la adecuada separación de residuos peligrosos como: sustancias tóxicas, corrosivas, inflamables, etc. Además, todos los involucrados en las diferentes etapas de desarrollo del proyecto, deberán cooperar y respetar todos los procedimientos y prácticas relacionadas con la seguridad y el uso de residuos peligrosos. Quedará estrictamente prohibido dar mantenimiento o realizar reparaciones a maquinaria o camiones dentro del predio salvo en casos estrictamente 	Preparación del sitio. Construcción Operación	<p>Se contratará a una persona encargada de la supervisión ambiental en obra y un asesor ambiental, que verifique el cumplimiento puntual de las medidas de prevención y mitigación propuestas para este factor.</p> <p>Entre las actividades del supervisor ambiental en campo estarán las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> Se harán recorridos por la mañana y tarde en el área de desplante del proyecto, por lo menos una vez por semana. Se llevará a cabo el levantamiento de bitácoras 	<ul style="list-style-type: none"> Se elaborarán informes semanales de las condiciones ambientales del sitio del proyecto, tomando en cuenta lo propuesto en las medidas de prevención y mitigación, además se revisará el cumplimiento de las observaciones hechas la semana anterior. Quincenalmente el supervisor ambiental en obra y el asesor ambiental, tendrán reuniones con el supervisor de obra y jefes contratistas, para determinar el grado de cumplimiento de cada

Factor Ambiental	Indicador de Impactos	Medidas de mitigación propuestas	Etapas de aplicación de las medidas de mitigación	Procedimiento de Supervisión	Procedimiento de Corrección y Aplicación de medidas.
	El contacto humano con residuos peligrosos.	<p>necesarios, cuando esto suceda, la reparación o mantenimiento deberá de realizarse en sitios alejados de las áreas mantenidas con vegetación natural dentro y fuera del proyecto y deberán de tomarse todas la medidas necesarias a fin de evitar cualquier riesgo (Derrames de aceites, gasolina, etc.) que afecte a los ecosistemas tanto del predio como los de sus colindancias.</p> <ul style="list-style-type: none"> • En caso de una avería de la maquinaria y equipo, cuya reparación <i>in situ</i> represente un menor impacto que su traslado, se permitirá la atención al problema, siempre y cuando el lugar donde se atienda se acondicione apropiadamente para evitar el derrame de sustancias y lixiviados, tal como la colocación de plástico y aserrín a manera de tapete para contener el derrame, y siempre cumpliendo con las medidas pertinentes de seguridad y procedimientos establecidos. • En caso de derrames accidentales de aceite o hidrocarburos al suelo, se procederá a contenerlos con "aserrín"; y se retirará el suelo que haya sido afectado para evitar lixiviados hacia el manto freático. • El material impregnado con estos contaminantes se colocará en contenedores debidamente etiquetados y serán resguardados en el almacén temporal de residuos peligrosos, para posteriormente ser entregados a una empresa autorizada para el 		<p>de las actividades realizadas para prevenir y mitigar los impactos que se generen de acuerdo a la etapa.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se solicitará a las empresas contratistas y promovente de acuerdo a la etapa, copia de los recibos del manejo y disposición de residuos peligrosos; además, se solicitará copia de la autorización de la empresa contratada para el manejo y disposición de residuos peligrosos. - El supervisor ambiental en obra dará las pláticas de inducción ambiental para los trabajadores en obra. Las pláticas se llevarán a cabo por grupos considerando el nivel escolar de los trabajadores. - Otra de las funciones del supervisor será verificar el cabal cumplimiento de lo propuesto en el Programa de Manejo de Residuos Sólidos Líquidos y Peligrosos. - El supervisor en obra, se encargara de llevar una bitácora de la cantidad aproximada de residuos generados. 	<p>una de las medidas de prevención y mitigación.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Como resultado de las reuniones se levantarán minutas y se asentarán los compromisos en materia ambiental adquiridos por el supervisor de obra y los contratistas., así como también, las correcciones y mejoras que se pueden realizar a las medidas establecidas en la DTU-B, de acuerdo con las necesidades del proyecto. - Se elaborarán informes de cumplimiento ambiental, de acuerdo a lo solicitado por la autoridad en el resolutivo.

Factor Ambiental	Indicador de Impactos	Medidas de mitigación propuestas	Etapas de aplicación de las medidas de mitigación	Procedimiento de Supervisión	Procedimiento de Corrección y Aplicación de medidas.
		<p>manejo, transporte y disposición final de los residuos peligrosos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • En caso de detectarse que se está empleando equipo o maquinaria en malas condiciones mecánicas, éstos serán retirados del servicio que estén prestando en el momento, y se sustituirán por otros en buen estado. • Se contará con una bodega temporal para el almacenamiento de aceites, combustibles, pinturas, solventes y demás sustancias peligrosas los cuáles cumplan con lo establecido en el Artículo 82 del <i>Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos</i>. Por lo anterior, como mínimo contará con cercado, techo de materiales no inflamables y piso de concreto el cual contará con borde o sardinel perimetral del mismo material, canaletas y fosa de recuperación en caso de derrames, estará bien ventilado y debidamente señalizada. • Se deberá contar en el almacén con las fichas de seguridad de cada uno de los materiales peligrosos que se almacenen. • Los recipientes donde se almacenen estos materiales peligrosos (Llamados así por sus características CRETIB. Corrosivo, reactivo, explosivo, tóxico o biológico infecciosas) estarán tapados y rotulados, indicando su contenido, y se colocarán verticalmente para evitar derrames accidentales. 			

Factor Ambiental	Indicador de Impactos	Medidas de mitigación propuestas	Etapas de aplicación de las medidas de mitigación	Procedimiento de Supervisión	Procedimiento de Corrección y Aplicación de medidas.
		<ul style="list-style-type: none"> • Las etiquetas de identificación colocadas en los contenedores de residuos peligrosos, deben indicar la información esencial con respecto a la identidad (nombre del residuo, nombre de la empresa a la que pertenece el contenedor), la clasificación (sólido o líquido), el peligro que puede causar y las medidas de seguridad que se han de respetar. • El manejo de residuos peligrosos deberá hacerse exclusivamente en el sitio donde lo indique el responsable de la obra. • Se deberá llevar un control de los residuos generados en la obra, mediante una bitácora la cual debe contener la siguiente información: tipo de residuo, cantidad, unidad, tiempo promedio de almacenamiento en días, y la disposición final de acuerdo al tipo de residuo. En el siguiente cuadro se muestra un ejemplo para el formato de la bitácora. • Los residuos generados durante las etapas de operación y mantenimiento del proyecto, serán responsabilidad de los propietarios, para lo cual, se deberán cerciorar que las empresas contratadas para dar el manejo y disposición final a cada uno de sus residuos generados cuente con las autorizaciones correspondientes. • Se recomienda comprar productos menos perjudiciales para el medio ambiente y para la salud del usuario, como es el caso de pinturas y disolventes de origen 			

Factor Ambiental	Indicador de Impactos	Medidas de mitigación propuestas	Etapas de aplicación de las medidas de mitigación	Procedimiento de Supervisión	Procedimiento de Corrección y Aplicación de medidas.
		<p>natural o avalado por algún tipo de etiqueta ecológica que garantice un menor impacto.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Levantar una bitácora de funcionamiento tanto de la maquinaria como del equipo de operación. • Contar con bitácoras de cantidades generadas de residuos peligrosos. • El almacenamiento de materiales peligrosos se hará de acuerdo a las normas establecidas. • Durante el desarrollo de todas y cada una de las actividades relacionadas con la realización de las etapas de preparación del sitio y construcción, los contratistas a través de los supervisores de turno, vigilarán que no se dispongan los residuos peligrosos en las áreas circundantes a la zona de obras, con la finalidad de evitar daños a elementos hídricos y edáficos, por ello las zonas para el almacenamiento estarán bien definidas y serán fácilmente identificables por cualquier operador. • Los envases de los productos químicos, una vez desocupados deberán canalizarse a un centro de acopio y transferencia, cuyo destino final deberá ser un centro de almacenaje para material tóxico, debidamente autorizado por la SEMARNAT. Esta actividad deberá ser convenida con la compañía que surta los productos agroquímicos. En caso de que se requiera usar agroquímicos serán los que están permitidos y 			

Factor Ambiental	Indicador de Impactos	Medidas de mitigación propuestas	Etapas de aplicación de las medidas de mitigación	Procedimiento de Supervisión	Procedimiento de Corrección y Aplicación de medidas.
		<p>autorizados por la CICOPRAFEST (Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas). Además de aplicar las siguientes medidas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Leer cuidadosamente la etiqueta del contenedor con agroquímico y seguir las indicaciones sobre dosificación y modo de empleo. • Al aplicar los herbicidas, las personas responsables Utilizar la dosis mínima efectiva y hacer el menor número posible de aplicaciones de agroquímicos. • de la tarea deberán estar adecuadamente protegidas con overol, guantes, mascarilla y botas de plástico, abstenerse de fumar y comer al momento de la aplicación, con el fin de evitar el contacto directo con los productos. • En caso de contacto directo de la piel con los productos químicos, deberán lavarse las partes del contacto con abundante agua y jabón, y de ser posible bañarse. Esto último deberá seguirse como norma, al final de una jornada de aplicaciones. • Aplicación del siguiente programa: <ul style="list-style-type: none"> ✓ PROGRAMA DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS LÍQUIDOS Y PELIGROSOS (SE ANEXA AL DOCUMENTO). 			
Agua	▶ Altos consumos de agua.	<ul style="list-style-type: none"> • En la superficie ocupada para el desarrollo del proyecto 	Preparación del sitio.	Se contratará a una persona encargada de la supervisión	- Se elaborarán informes semanales de las

Factor Ambiental	Indicador de Impactos	Medidas de mitigación propuestas	Etapas de aplicación de las medidas de mitigación	Procedimiento de Supervisión	Procedimiento de Corrección y Aplicación de medidas.
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Cambios en los índices de absorción o pautas de drenaje. ➤ Afectación en la escorrentía superficial. ➤ Vertidos a un sistema público o privado de aguas residuales. 	<p>"Lotificación Catania Residencial", las áreas verdes naturales y las ajardinadas servirán como áreas permeables para mantener la infiltración del agua pluvial hacia el manto freático.</p> <ul style="list-style-type: none"> • El proyecto mantendrá 5.643 ha como áreas permeables y junto con los 50 pozos de absorción de aguas pluviales servirán para mantener la recarga necesaria de agua hacia el manto freático. • Se colocarán sanitarios portátiles en proporción de uno por cada 10 trabajadores de la obra. • Los sanitarios deberán ubicarse en sitios estratégicos dentro de las áreas afectadas para que los trabajadores tengan fácil acceso a los mismos, y de preferencia en lugares con sombra. • Se deberá contar con letreros que señalen los sitios en donde se encuentran ubicados los sanitarios portátiles dentro de la obra. • Quedará estrictamente prohibido la defecación y micción al aire libre; toda persona que sea sorprendida realizando estas actividades será sancionada. • La limpieza y mantenimiento de los sanitarios portátiles, así como la disposición adecuada de los residuos líquidos captados, la realizará una empresa especializada máximo cada tercer día. • Se realizarán pláticas de concientización con los trabajadores acerca de la importancia del uso de los sanitarios portátiles manteniendo 	<p>Construcción Operación</p>	<p>ambiental en obra y un asesor ambiental, que verifique el cumplimiento puntual de las medidas de prevención y mitigación propuestas para este factor.</p> <p>Entre las actividades del supervisor ambiental en campo estarán las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se harán recorridos por la mañana y tarde en el área de desplante del proyecto, por lo menos una vez por semana. - Se llevará a cabo el levantamiento de bitácoras de las actividades realizadas para prevenir y mitigar los impactos que se generen de acuerdo a la etapa. - Se solicitará a la promotora copia de las autorizaciones para la concesión de los pozos de absorción de aguas pluviales. - Durante la etapa de operación se solicitará evidencia del mantenimiento de las rejillas de entrada de los pozos pluviales. - El supervisor ambiental en obra dará las pláticas de inducción ambiental para los trabajadores en obra. Las pláticas se llevarán a cabo por grupos 	<p>condiciones ambientales del sitio del proyecto, tomando en cuenta lo propuesto en las medidas de prevención y mitigación, además se revisará el cumplimiento de las observaciones hechas la semana anterior.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Quincenalmente el supervisor ambiental en obra y el asesor ambiental, tendrán reuniones con el supervisor de obra y jefes contratistas, para determinar el grado de cumplimiento de cada una de las medidas de prevención y mitigación. - Como resultado de las reuniones se levantarán minutas y se asentarán los compromisos en materia ambiental adquiridos por el supervisor de obra y los contratistas., así como también, las correcciones y mejoras que se pueden realizar a las medidas establecidas en el DTU-A, de acuerdo con las necesidades del proyecto. - Se elaborarán informes de cumplimiento ambiental, de acuerdo a lo solicitado por la

Factor Ambiental	Indicador de Impactos	Medidas de mitigación propuestas	Etapas de aplicación de las medidas de mitigación	Procedimiento de Supervisión	Procedimiento de Corrección y Aplicación de medidas.
		<p>las normas de higiene y salubridad, y del adecuado manejo de residuos sólidos y líquidos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los trabajos de desmonte y despalme se realizaran de forma paulatina, e inmediatamente se iniciaran con los trabajos de la etapa de la lotificación y construcción del proyecto, con el fin de no mantener el suelo y en su caso el manto freático expuesto por mucho tiempo. • El encargado de la maquinaria y equipo que será utilizado durante el desarrollo del proyecto, deberán contar con procedimientos en caso de derrames accidentales o fugas de materiales o residuos peligrosos. Esto con el fin, de que cualquier persona pueda realizar actividades de mitigación en caso de requerirse y así evitar la contaminación del suelo y manto freático con residuos considerados como peligrosos. • En caso de derrames accidentales de materiales o residuos peligrosos, como son combustibles, aceite quemado, etc. se deberá colocar charolas de contención, como son lonas de plástico impermeables, recolectar la tierra contaminada y disponerla en contenedores específicos para residuos peligrosos. La maquinaria deberá ser retirada del sitio del proyecto lo más pronto posible. • Los residuos sólidos que se acumulen en los centros de acopio, deberán ser retirados del predio máximo cada segundo día 		<p>considerando el nivel escolar de los trabajadores.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Otra de las funciones del supervisor será verificar el cabal cumplimiento de lo propuesto en el Programa de Manejo de Residuos Sólidos Líquidos y Peligrosos. - El supervisor en obra, se encargara de llevar una bitácora de la cantidad aproximada de residuos generados. 	<p>autoridad en el resolutive.</p>

Factor Ambiental	Indicador de Impactos	Medidas de mitigación propuestas	Etapas de aplicación de las medidas de mitigación	Procedimiento de Supervisión	Procedimiento de Corrección y Aplicación de medidas.
		<p>para evitar la formación de lixiviados, que puedan infiltrarse hasta el manto freático.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se perforarán 50 pozos de absorción de aguas pluviales en las vialidades con que contará el fraccionamiento, para evitar los encharcamientos en las calles y propiciar la normalización de flujos laminares del agua en la zona. • La construcción del pozo de absorción de agua de lluvia, se llevará a cabo de acuerdo a los lineamientos de Comisión Nacional del Agua. • Las superficies de rodamiento de las calles y la vialidad tendrán una pendiente hacia los pozos para evitar encharcamientos. Los pozos contarán con rejillas para la captación de residuos sólidos de gran tamaño, para evitar el azolvamiento de los ductos de aguas pluviales. • Se deberán revisar de manera periódica las condiciones de las rejillas en la entrada de los pozos de absorción, para limpiar cualquier tipo de basura que obstruya la circulación del agua. • Debido a que el área del proyecto se encuentra inmerso en una zona urbana, el requerimiento de agua potable será abastecido a través de la red de CAPA. • Durante la etapa de operación, las viviendas estarán conectadas al sistema de alcantarillado y drenaje de CAPA. • Aplicación del siguiente programa: 			

Factor Ambiental	Indicador de Impactos	Medidas de mitigación propuestas	Etapas de aplicación de las medidas de mitigación	Procedimiento de Supervisión	Procedimiento de Corrección y Aplicación de medidas.
		<ul style="list-style-type: none"> ✓ PROGRAMA DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS LÍQUIDOS Y PELIGROSOS (SE ANEXA AL DOCUMENTO). 			
Aire/Clima	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Cambios en la calidad del aire del área causados por la emisión de partículas de polvo, CO2 y otras partículas. ▶ Aumento en el rango de afectación por los niveles sonoros. ▶ Afectación al microclima 	<ul style="list-style-type: none"> • Cumplimiento de la normatividad respecto a las emisiones de gases contaminantes a la atmósfera. • El material de relleno deberá ser transportado húmedo y en camiones cubiertos con lona, evitando llenar excesivamente los mismos para evitar el desborde por malas condiciones en el camino o maniobras bruscas. • El material pétreo que permanezca en las zonas de maniobra para su acondicionamiento será impregnado con agua y cubierto mientras se utiliza. • La maquinaria y equipo deberá estar afinada y en óptimas condiciones para evitar emisiones contaminantes al aire fuera de los niveles permitidos por las normas correspondientes. • La maquinaria deberá permanecer apagada durante los lapsos que no se ocupen. • Se llevará a cabo el mantenimiento continuo en talleres autorizado del equipo y maquinaria que sea utilizado en la obra, dicha actividad se llevará a cabo únicamente fuera del área del proyecto. • Las áreas desmontadas deberán ser regadas constantemente para evitar la dispersión de partículas de polvo. • Durante la etapa de construcción, los caminos se deberán mantener 	<p>Preparación del sitio. Construcción</p>	<p>Se contratará a una persona encargada de la supervisión ambiental en obra y un asesor ambiental, que verifique el cumplimiento puntual de las medidas de prevención y mitigación propuestas para este factor.</p> <p>Entre las actividades del supervisor ambiental en campo estarán las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se harán recorridos por la mañana y tarde en el área de desplante del proyecto, por lo menos una vez por semana. - Se llevará a cabo el levantamiento de bitácoras de las actividades realizadas para prevenir y mitigar los impactos que se generen de acuerdo a la etapa. - Se solicitará a las empresas contratistas copia de los recibos del servicio de mantenimiento de la maquinaria y equipo que se encuentra dentro de la obra. - El supervisor ambiental en obra dará las pláticas de inducción ambiental para los trabajadores en obra. 	<ul style="list-style-type: none"> - Se elaborarán informes semanales de las condiciones ambientales del sitio del proyecto, tomando en cuenta lo propuesto en las medidas de prevención y mitigación, además se revisará el cumplimiento de las observaciones hechas la semana anterior. - Quincenalmente el supervisor ambiental en obra y el asesor ambiental, tendrán reuniones con el supervisor de obra y jefes contratistas, para determinar el grado de cumplimiento de cada una de las medidas de prevención y mitigación. - Como resultado de las reuniones se levantarán minutas y se asentarán los compromisos en materia ambiental adquiridos por el supervisor de obra y los contratistas., así como también, las correcciones y mejoras que se pueden realizar a las medidas establecidas en el DTU-A, de acuerdo con las

Factor Ambiental	Indicador de Impactos	Medidas de mitigación propuestas	Etapas de aplicación de las medidas de mitigación	Procedimiento de Supervisión	Procedimiento de Corrección y Aplicación de medidas.
		<p>húmedos para disminuir la suspensión de partículas.</p> <ul style="list-style-type: none"> Se colocaran letreros que indiquen la velocidad máxima para circulación de los vehículos y camiones que ingresen a la zona de desarrollo del proyecto. La velocidad máxima permitida será de 20 km/h. 		<p>Las pláticas se llevarán a cabo por grupos considerando el nivel escolar de los trabajadores.</p>	<p>necesidades del proyecto.</p> <ul style="list-style-type: none"> Se elaborarán informes de cumplimiento ambiental, de acuerdo a lo solicitado por la autoridad en el resolutive.
Vegetación	<ul style="list-style-type: none"> Cambio en la abundancia de alguna especie. Cambios en la diversidad biológica del sitio. Propiciará condiciones de establecimiento de especies exóticas Afectación a especies bajo protección o endémica.o invasoras. Afectación a especies silvestres de interés comercial. La pérdida de hábitat. Fragmentación de ecosistemas. 	<ul style="list-style-type: none"> Antes de realizar el desmote y despalme en el área autorizada para ello, se llevarán a cabo las actividades de rescate de vegetación, para lo cual se delimitará físicamente el perímetro del área a desmontar, con el fin de no rebasar los límites del área permitida para realizar estas actividades. Las actividades de desmote y despalme se realizará iniciando con las zonas más impactadas del predio, con lo cual se permitirá a la fauna desplazarse hacia zonas más seguras dentro y fuera del predio. Las actividades de desmote y despalme en las superficies circundantes a las áreas verdes naturales, deberán ser manuales para evitar su afectación. Las actividades de rescate de vegetación se dará prioridad a especies de mayor importancia ecológica como son las enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, plantas jóvenes y semillas (germoplasma). Se colocara un vivero provisional, en el cual se depositaran los ejemplares de flora rescatada; se irán colocando en orden, de tal 	<p>Preparación del sitio. Construcción Operación</p>	<p>Se contratará a una persona encargada de la supervisión ambiental en obra y un asesor ambiental, que verifique el cumplimiento puntual de las medidas de prevención y mitigación propuestas para este factor.</p> <p>Entre las actividades del supervisor ambiental en campo estarán las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> Se harán recorridos por la mañana y tarde en el área de desplante del proyecto, por lo menos una vez por semana. Se llevará a cabo el levantamiento de bitácoras de las plantas rescatadas y ubicadas en el vivero del complejo. Se solicitará al promovente la relación de plantas que serán utilizadas para el enriquecimiento de las áreas ajardinadas, tomando en cuenta que no se pueden utilizar especies consideradas como invasoras y exóticas. 	<ul style="list-style-type: none"> Se elaborarán informes semanales de las condiciones ambientales del sitio del proyecto, tomando en cuenta lo propuesto en las medidas de prevención y mitigación, además se revisará el cumplimiento de las observaciones hechas la semana anterior. Quincenalmente el supervisor ambiental en obra y el asesor ambiental, tendrán reuniones con el supervisor de obra y jefes contratistas, para determinar el grado de cumplimiento de cada una de las medidas de prevención y mitigación. Como resultado de las reuniones se levantarán minutas y se asentarán los compromisos en materia ambiental adquiridos por el supervisor de obra y los contratistas., así como también, las correcciones y mejoras

Factor Ambiental	Indicador de Impactos	Medidas de mitigación propuestas	Etapas de aplicación de las medidas de mitigación	Procedimiento de Supervisión	Procedimiento de Corrección y Aplicación de medidas.
		<p>forma que etiquetaran los ejemplares por nombre común, especie y familia.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se levantará una bitácora de plantas rescatadas y colocadas en el vivero, la cual deberá llenarse diariamente, durante la etapa de rescate, mantenimiento en vivero y ubicación de plantas rescatadas en áreas ajardinadas del proyecto. • El rescate de la vegetación se realizará en las primeras horas del día para evitar el daño de las raíces por la exposición al sol y al viento. • Se dará el mantenimiento necesario a las plantas producto del rescate y se conservarán en el vivero con la finalidad de mantenerlas en óptimas condiciones, hasta su posterior trasplante en zonas de ajardinado, áreas verdes, etc. • Quedará estrictamente prohibido el uso del fuego durante las actividades de desmonte, o prender fogatas en cualquier etapa del proyecto. • Se mantendrá vigilancia sobre los trabajadores con el fin de prevenir daños a flora y fauna. • Los desechos sólidos resultado del desmonte serán retirados de forma inmediata y canalizados a las zonas de acopio, mismas que deberán encontrarse en áreas desprovistas de vegetación y cumpliendo con las características mencionadas en el apartado de residuos sólidos. • Se colocara una zona de acopio de material vegetal debidamente 		<ul style="list-style-type: none"> - El supervisor ambiental en obra dará las pláticas de inducción ambiental para los trabajadores en obra. Las pláticas se llevarán a cabo por grupos considerando el nivel escolar de los trabajadores. - Otra de las funciones del supervisor será verificar el cabal cumplimiento de lo propuesto en los siguientes programas: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Programa de Rescate y Reforestación de Flora. (se anexa al documento). 	<p>que se pueden realizar a las medidas establecidas en el DTU-A, de acuerdo con las necesidades del proyecto.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se elaborarán informes de cumplimiento ambiental, de acuerdo a lo solicitado por la autoridad en el resolutive.

Factor Ambiental	Indicador de Impactos	Medidas de mitigación propuestas	Etapas de aplicación de las medidas de mitigación	Procedimiento de Supervisión	Procedimiento de Corrección y Aplicación de medidas.
		<p>señalizado, en el cual se llevara a cabo el triturado de troncos y demás material vegetal, para posteriormente utilizar el bagazo en las áreas ajardinadas del proyecto, o para su donación al municipio.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se pondrá a disposición de las autoridades a todo trabajador que afecte o extraiga de manera ilegal a alguna especie de flora o fauna. • Se establecerá un horario de trabajo del personal y de los equipos, limitándose a un horario diurno (7:00 a 18:00 horas). • Se colocaron letreros indicativos y restrictivos de inducción ambiental, con el fin de establecer un código de conducta interno, que deberá ser cumplido por el personal que trabaje en las diferentes etapas del proyecto. • Se llevarán a cabo actividades de limpieza rutinarias en los márgenes del predio que colinden con áreas con vegetación nativa en pie. • Se mantendrá vigilancia sobre los trabajadores con el fin de prevenir daños a flora y fauna. • Durante las etapas de preparación del sitio y construcción se delimitará el predio con malla con cubierta plástica, para evitar la dispersión de polvo y la afectación de la vegetación de los predios colindantes con el proyecto. • Aplicación de los siguientes programas: <ul style="list-style-type: none"> ✓ PROGRAMA DE RESCATE Y REFORESTACIÓN DE 			

Factor Ambiental	Indicador de Impactos	Medidas de mitigación propuestas	Etapas de aplicación de las medidas de mitigación	Procedimiento de Supervisión	Procedimiento de Corrección y Aplicación de medidas.
		FLORA. (SE ANEXA AL DOCUMENTO).			
Fauna	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Cambio en la abundancia de alguna especie. ➤ Cambios en la diversidad biológica del sitio. ➤ Propiciará condiciones para el establecimiento de fauna nociva o invasora. ➤ Afectación a especies de interés comercial ➤ Afectará la movilidad de la fauna (efecto barrera). ➤ Creación y colonización de nuevos hábitats. 	<ul style="list-style-type: none"> • Antes del inicio del desmonte se deberá realizar el rescate de fauna conforme el Programa de Rescate de Flora y Fauna, el cual esta anexado al presente documento. • Previo a las labores de preparación se realizará un recorrido con el fin de localizar a los organismos de lento desplazamiento, para permitirles trasladarse a otros sitios antes de iniciar con las actividades de preparación del sitio. • Con dos días de anterioridad al desmonte con maquinaria pesada y después de realizado el rescate de vegetación, se desmontarán franjas de vegetación con motosierras para provocar una gran cantidad de ruido y provocar el desplazamiento de la fauna. • Se colocarán letreros que indiquen a los trabajadores y los visitantes que no se moleste, capture o dañe la fauna que pudiese transitar en el área de influencia, así como también se deberá permitir el libre paso a las áreas aledañas menos perturbadas. • Si algún ejemplar de fauna nativa resulta herida por efecto de las actividades de construcción, recibirá atención médica veterinaria y será mantenida en el área del proyecto hasta que presente mejorías, o bien será reubicada donde lo disponga la autoridad. • Se colocaran letreros que indiquen el límite de velocidad de 20 km/hr, 	Preparación del sitio. Construcción Operación	<p>Se contratará a una persona encargada de la supervisión ambiental en obra y un asesor ambiental, que verifique el cumplimiento puntual de las medidas de prevención y mitigación propuestas para este factor.</p> <p>Entre las actividades del supervisor ambiental en campo estarán las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se harán recorridos por la mañana y tarde en el área de desplante del proyecto, por lo menos una vez por semana. - Se llevará a cabo el levantamiento de bitácoras de las actividades realizadas para prevenir y mitigar los impactos que se generen de acuerdo a la etapa. - Se solicitará a la empresa encargada del rescate o reubicación de fauna, una bitácora de actividades. - El supervisor ambiental en obra dará las pláticas de inducción ambiental para los trabajadores en obra. Las pláticas se llevarán a cabo por grupos considerando el nivel escolar de los trabajadores. 	<ul style="list-style-type: none"> - Se elaborarán informes semanales de las condiciones ambientales del sitio del proyecto, tomando en cuenta lo propuesto en las medidas de prevención y mitigación, además se revisará el cumplimiento de las observaciones hechas la semana anterior. - Quincenalmente el supervisor ambiental en obra y el asesor ambiental, tendrán reuniones con el supervisor de obra y jefes contratistas, para determinar el grado de cumplimiento de cada una de las medidas de prevención y mitigación. - Como resultado de las reuniones se levantarán minutas y se asentarán los compromisos en materia ambiental adquiridos por el supervisor de obra y los contratistas., así como también, las correcciones y mejoras que se pueden realizar a las medidas establecidas en el DTU-A, de acuerdo con las necesidades del proyecto.

Factor Ambiental	Indicador de Impactos	Medidas de mitigación propuestas	Etapas de aplicación de las medidas de mitigación	Procedimiento de Supervisión	Procedimiento de Corrección y Aplicación de medidas.
		<p>los cuales deberán ser respetados por cada uno de los vehículos o maquinaria que transite dentro del área del proyecto, con el fin de evitar que la fauna sea atropellada.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se colocarán reductores de velocidad a lo largo de las vialidades, así como señalamientos que indiquen cruce de fauna y adviertan a los conductores sobre su obligación de bajar la velocidad. • Quedará estrictamente prohibida la introducción de especies exóticas, silvestres o domésticas, principalmente perros y gatos, ya que pueden causar severos daños a las poblaciones nativas del sitio. • Se pondrá a disposición de las autoridades a toda persona que afecte de manera ilegal a alguna especie de flora o fauna. • Se colocarán algunas señalizaciones para reforzar la transmisión de las medidas propuestas <ul style="list-style-type: none"> - No alimentar a la fauna. - Indicarán qué animales pueden encontrarse en la zona. - No molestar a la fauna. - No depositar residuos fuera de las zonas indicadas. - No salir fuera de las veredas y zonas peatonales. - No provocar ruido innecesario. - No remover, coleccionar o dañar vegetación. - No remover, coleccionar o dañar ningún tipo de fauna. 		<p>- Otra de las funciones del supervisor será verificar el cabal cumplimiento de lo propuesto en los siguientes programas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Programa de Rescate y Reubicación de Fauna. 	<p>- Se elaborarán informes de cumplimiento ambiental, de acuerdo a lo solicitado por la autoridad en el resolutive.</p>

Factor Ambiental	Indicador de Impactos	Medidas de mitigación propuestas	Etapas de aplicación de las medidas de mitigación	Procedimiento de Supervisión	Procedimiento de Corrección y Aplicación de medidas.
		<ul style="list-style-type: none"> Aplicación del siguiente programa: <ul style="list-style-type: none"> ✓ PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE FAUNA. 			
Usos del suelo	Provocará un impacto en una superficie de gran tamaño.	<ul style="list-style-type: none"> Apegarse a todo lo dispuesto en el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez y en el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Cancún, Municipio de Benito Juárez, Quintana ROO 2014-2030. Únicamente se realizarán trabajos de desmonte y despalme, en las áreas autorizadas para cambio de uso de suelo. Se respetarán los usos de suelo así como los Coeficientes de Ocupación del Suelo autorizados por las autoridades. Delimitar el área de trabajo ya sea con palizadas, malla electrosoldada, cinta de seguridad o cualquier otro mecanismo que permita resguardar las áreas con vegetación nativa aledañas al predio del proyecto]. Se evitará la disposición de restos de material pétreo fuera de las áreas de trabajo. 	Preparación del sitio. Construcción	<p>Se contratará a una persona encargada de la supervisión ambiental en obra y un asesor ambiental, que verifique el cumplimiento puntual de las medidas de prevención y mitigación propuestas para este factor.</p> <p>Entre las actividades del supervisor ambiental en campo estarán las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se harán recorridos por la mañana y tarde en el área de desplante del proyecto, por lo menos una vez por semana. - Se llevará a cabo el levantamiento de bitácoras de las actividades realizadas para prevenir y mitigar los impactos que se generen de acuerdo a la etapa. - Se vigilará que no se rebase el desmonte de la superficie autorizada para cambio de uso de suelo, y que solo se desmonten dichas áreas. - El supervisor ambiental en obra dará las pláticas de inducción ambiental para 	<ul style="list-style-type: none"> - Se elaborarán informes semanales de las condiciones ambientales del sitio del proyecto, tomando en cuenta lo propuesto en las medidas de prevención y mitigación, además se revisará el cumplimiento de las observaciones hechas la semana anterior. - Quincenalmente el supervisor ambiental en obra y el asesor ambiental, tendrán reuniones con el supervisor de obra y jefes contratistas, para determinar el grado de cumplimiento de cada una de las medidas de prevención y mitigación. - Como resultado de las reuniones se levantarán minutas y se asentarán los compromisos en materia ambiental adquiridos por el supervisor de obra y los contratistas., así como también, las correcciones y mejoras que se pueden realizar a las medidas

Factor Ambiental	Indicador de Impactos	Medidas de mitigación propuestas	Etapas de aplicación de las medidas de mitigación	Procedimiento de Supervisión	Procedimiento de Corrección y Aplicación de medidas.
				los trabajadores en obra. Las pláticas se llevarán a cabo por grupos considerando el nivel escolar de los trabajadores.	establecidas en el DTU-A, de acuerdo con las necesidades del proyecto. - Se elaborarán informes de cumplimiento ambiental, de acuerdo a lo solicitado por la autoridad en el resolutivo.
Salud Humana	▶ Expondrá a las personas a riesgos potenciales para su seguridad (atropellamientos, accidentes vehiculares, accidentes de trabajo etc.). ▶ Aumentará el riesgo de exposición de personas a eventos meteorológicos.	<ul style="list-style-type: none"> • Todo trabajador que ingrese al área del proyecto, deberá contar con el equipo de seguridad básico, es decir, chaleco antireflejante, casco y botas con casquillo. • Se contará en el área del proyecto con botiquín de primeros auxilios en caso de algún accidente. • Se darán pláticas de inducción ambiental, que hagan referencia al uso del equipo de seguridad. • Se contará con letreros con gráfico que hagan alusión al uso del equipo de seguridad. • Se deberá contar en el sitio con procedimiento en caso de presencia de huracanes. Lo anterior principalmente para las etapas de construcción y operación del sitio. 	Preparación del sitio. Construcción Operación	Se contratará a una persona encargada de la supervisión ambiental en obra y un asesor ambiental, que verifique el cumplimiento puntual de las medidas de prevención y mitigación propuestas para este factor. Entre las actividades del supervisor ambiental en campo estarán las siguientes: - Se harán recorridos por la mañana y tarde en el área de desplante del proyecto, por lo menos una vez por semana. - Se llevará a cabo el levantamiento de bitácoras de las actividades realizadas para prevenir y mitigar los impactos que se generen de acuerdo a la etapa. - Se vigilará que todo trabajador en obra lleve consigo el equipo de seguridad e higiene necesarios para garantizar su integridad.	- Se elaborarán informes semanales de las condiciones ambientales del sitio del proyecto, tomando en cuenta lo propuesto en las medidas de prevención y mitigación, además se revisará el cumplimiento de las observaciones hechas la semana anterior. - Quincenalmente el supervisor ambiental en obra y el asesor ambiental, tendrán reuniones con el supervisor de obra y jefes contratistas, para determinar el grado de cumplimiento de cada una de las medidas de prevención y mitigación. - Como resultado de las reuniones se levantarán minutas y se asentarán los compromisos en materia ambiental adquiridos por el supervisor de obra y los contratistas., así como también, las

Factor Ambiental	Indicador de Impactos	Medidas de mitigación propuestas	Etapas de aplicación de las medidas de mitigación	Procedimiento de Supervisión	Procedimiento de Corrección y Aplicación de medidas.
				<p>- El supervisor ambiental en obra dará las pláticas de inducción ambiental para los trabajadores en obra. Las pláticas se llevarán a cabo por grupos considerando el nivel escolar de los trabajadores.</p>	<p>correcciones y mejoras que se pueden realizar a las medidas establecidas en el DTU-A, de acuerdo con las necesidades del proyecto.</p> <p>- Se elaborarán informes de cumplimiento ambiental, de acuerdo a lo solicitado por la autoridad en el resolutive.</p>
Paisaje	Cambiará significativamente la escala visual o el carácter del entorno próximo.	<ul style="list-style-type: none"> • Se colocarán los recipientes de basura necesarios para evitar la dispersión de la basura dentro del sitio del proyecto, o afuera cercano a las residencias. • Colocar una malla de protección en el perímetro del predio durante el desarrollo del proyecto. • El movimiento de material se programará, con el fin de no provocar conflictos viales en la zona. • Se llevarán a cabo actividades de limpieza diariamente. • No se permitirá almacenar residuos sólidos sobre las banquetas. 	Preparación del sitio. Construcción Operación	<p>Se contratará a una persona encargada de la supervisión ambiental en obra y un asesor ambiental, que verifique el cumplimiento puntual de las medidas de prevención y mitigación propuestas para este factor.</p> <p>Entre las actividades del supervisor ambiental en campo estarán las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se harán recorridos por la mañana y tarde en el área de desplante del proyecto, por lo menos una vez por semana. - Se llevará a cabo el levantamiento de bitácoras de las actividades realizadas para prevenir y mitigar los impactos que se generen de acuerdo a la etapa. - El supervisor ambiental en obra dará las pláticas de inducción ambiental para 	<ul style="list-style-type: none"> - Se elaborarán informes semanales de las condiciones ambientales del sitio del proyecto, tomando en cuenta lo propuesto en las medidas de prevención y mitigación, además se revisará el cumplimiento de las observaciones hechas la semana anterior. - Quincenalmente el supervisor ambiental en obra y el asesor ambiental, tendrán reuniones con el supervisor de obra y jefes contratistas, para determinar el grado de cumplimiento de cada una de las medidas de prevención y mitigación. - Como resultado de las reuniones se levantarán minutas y se asentarán los compromisos en materia ambiental adquiridos por el

Factor Ambiental	Indicador de Impactos	Medidas de mitigación propuestas	Etapas de aplicación de las medidas de mitigación	Procedimiento de Supervisión	Procedimiento de Corrección y Aplicación de medidas.
				los trabajadores en obra. Las pláticas se llevarán a cabo por grupos considerando el nivel escolar de los trabajadores.	supervisor de obra y los contratistas., así como también, las correcciones y mejoras que se pueden realizar a las medidas establecidas en el DTU-A, de acuerdo con las necesidades del proyecto. - Se elaborarán informes de cumplimiento ambiental, de acuerdo a lo solicitado por la autoridad en el resolutivo.

XI. SERVICIOS AMBIENTALES QUE PUDIERAN PONERSE EN RIESGO POR EL CAMBIO DE USO DE SUELO PROPUESTO

De acuerdo con la **Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable**, los **Servicios ambientales** son:

XXXVII. Servicios ambientales: Los que brindan los ecosistemas forestales de manera natural o por medio del manejo sustentable de los recursos forestales, tales como: la provisión del agua en calidad y cantidad; la captura de carbono, de contaminantes y componentes naturales; la generación de oxígeno; el amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales; la modulación o regulación climática; la protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida; la protección y recuperación de suelos; el paisaje y la recreación, entre otros;

EL predio donde se pretende realizar el proyecto “Lotificación Catania Residencial”, se encuentra en un área con vegetación de selva mediana subperennifolia con vegetación secundaria arbustiva en proceso de degradación ocasionada por los diversos fenómenos meteorológicos que han azotado la zona y la presión antropogénica que tiene en la zona del proyecto por estar dentro de la zona de urbanización de la ciudad de Cancún. Por otra parte el polígono donde se establecerá el proyecto se encuentra en una UGA de aprovechamiento sustentable (UGA 21).

Como se ha visto, sobre el territorio nacional se desarrolla un ensamble de ecosistemas naturales que producen bienes y servicios ambientales estratégicos y de alto valor, a través de una densa red de interconexiones de materiales y energía entre seres vivos que tiene una naturaleza dinámica y un equilibrio relativamente frágil. En el caso de la región donde se ubica el predio, se superponen complejas relaciones sociales de propiedad con los ecosistemas y los bienes y servicios vitales que estos generan, los cuales tienen características o funciones de tipo público.

Los servicios ambientales se pueden definir como el conjunto de condiciones y proceso naturales que la sociedad puede utilizar y que ofrecen las áreas naturales por su simple existencia. Dentro de este conglomerado de servicios se pueden señalar, la conservación de germoplasma y la biodiversidad con uso potencial para el beneficio humano, la estabilidad climática, la contribución a ciclos básicos (agua, carbono y otros nutrientes) y la conservación de suelos, entre otros.

Un análisis general de lo que estaría sucediendo con el cambio de uso de suelo forestal, es la disminución de los servicios ambientales que ofrecen los ecosistemas en donde se encuentra el predio.

Los ecosistemas de una cuenca brindan numerosos servicios ambientales no sólo a la zona en la que se encuentran, sino también a regiones cercanas y, de manera indirecta, al resto del país. Entre estos servicios se cuentan la regulación de los ciclos biogeoquímicos (por ejemplo, por la captura de carbono y generación de oxígeno), el mantenimiento de los flujos hidrológicos, la recarga de los acuíferos, el mantenimiento de la productividad biológica y la biodiversidad, la regulación climática, la oferta de agua dulce, la protección y recuperación de suelos, el amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales, el reciclaje de nutrientes y la generación de espacios habitables para las poblaciones humanas

La SEMARNAT señala que los servicios ambientales o ecosistémicos, son los beneficios intangibles que los diferentes ecosistemas ponen a disposición de la sociedad, ya sea de manera natural o por medio de su manejo sustentable. En consecuencia, la base de los servicios ambientales se encuentre en los componentes y procesos que integran los ecosistemas.

Por lo anterior de los servicios ambientales se destacan los siguientes:

- La provisión de agua en calidad y cantidad suficientes
- La captura de carbono y La generación de Oxígeno
- La captura de contaminantes y componentes naturales
- La regulación del clima y el amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales
- La protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y las formas de vida.
- El control de la erosión, así como la generación, conservación y recuperación de suelos
- La belleza del paisaje y la recreación

Podemos entender los servicios ambientales como los procesos y las funciones de los ecosistemas que, además de influir directamente en el mantenimiento de la vida, generan beneficios y bienestar para las personas y las comunidades.

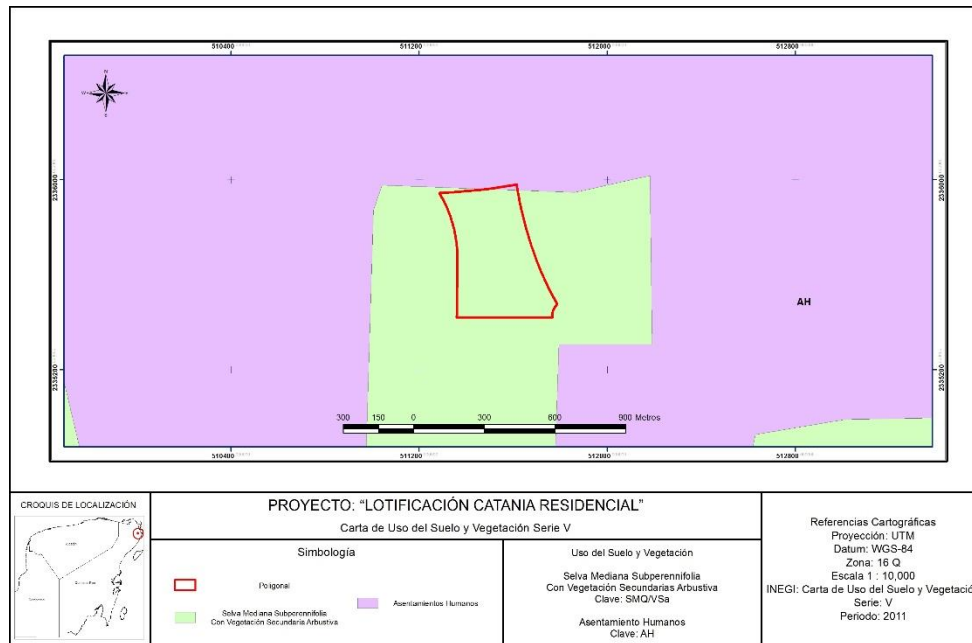
Cada una de nuestras acciones enfocadas a obtener bienes y servicios del medio natural así como los fenómenos naturales, pueden tener la capacidad de vencer la resiliencia de los ecosistemas y suspender de manera temporal o permanente la capacidad de generar servicios ambientales.

En relación a lo solicitado en el presente apartado solo se van a analizar y determinar la afectación puntual que se generara por el cambio de uso del suelo en terrenos forestales del predio en cuestión, indicando marco de referencia; para aquellos servicios ambientales que puedan ser cuantificables y que brinda la superficie forestal actual del predio y que pudiese ponerse en riesgo con la implementación del Cambio de Uso de Suelo para el desarrollo del proyecto.

Tal y como se establece en el capítulo V del DTU, el proyecto se ubica dentro de la Región hidrológica 32 ubicada en la Península de Yucatán y denominada R.H. Yucatán Norte. Esta región hidrológica ocupa casi el 47% de la Península de Yucatán. La parte Norte del estado se encuentra dentro de la cuenca y subcuenca (a) Quintana Roo RH32Aa, y comprende las ciudades de Cancún, Cozumel e Isla Mujeres, playa del Carmen y Puerto Morelos, con una superficie aproximada de 1,177,216 Hectáreas. Y en lo que respecta a la Cuenca Hidrológico-

Forestal, la ubicación de la zona de estudio está considerada dentro del área de la provincia Fisiográfica denominada Karts Yucateco, cuya extensión alcanza las 6.09 millones de hectáreas y que corresponde a un 50.0% de la superficie total de la Península de Yucatán.

Por otro lado como se ha mencionado en el capítulo V, de acuerdo con lo establecido por INEGI serie V, que el predio se localiza en una zona de vegetación de selva mediana subperennifolia con vegetación secundaria arbustiva en proceso de degradación lo cual coincide con lo observado a nivel de campo, cabe señalar que **INEGI en la Serie V establece al predio del proyecto, rodeada de una zona de asentamientos humanos.**



Plano No. 83 El predio rodeado de Asentamientos humanos en la ciudad de Cancun (INEGI serie V)

Mediante la realización de un muestreo forestal a través del cual se definieron los parámetros cuantitativos de la masa forestal presentes en el predio se ha podido ratificar la existencia de un solo tipo de vegetación que corresponde a una selva mediana subperennifolia con vegetación secundaria arbustiva en proceso de degradación por impactos debido a actividades antropogénicas y fenómenos hidrometeorológicos. La superficie con esta condición es de 18.656 hectáreas. Se identificó una superficie del predio por el orden de las 0.106 hectáreas como superficies sin cobertura forestal por afectaciones previas.

Los suelos de estas selvas derivan principalmente de materiales calizos de diversas características, o bien de materiales metamórficos muy antiguos. En el caso del predio los suelos son muy someros y la topografía es cárstica, de colores oscuros, con abundantes contenidos de materia orgánica y valores de pH cercanos a la neutralidad; es común encontrar roca aflorante, especialmente caliza.

El drenaje de estos suelos es por lo general muy rápido, debido principalmente a la naturaleza porosa de las rocas y el material calizo. Es probable que esta característica sea la que hace que la vegetación a pesar de encontrarse en un clima de selva mediana subperennifolia, reduzca de manera notable, en 25 a 50% de sus especies, el follaje en la época de sequía.

La vegetación juega un rol fundamental ya que favorece la recarga de los mantos acuíferos (aguas subterráneas) de donde obtenemos gran parte del agua que utilizamos en nuestra vida diaria; es el hogar de la fauna silvestre, plantas, insectos y de muchos organismos microscópicos importantes para el equilibrio de la vida y la biodiversidad. Los árboles y las plantas capturan el bióxido de carbono del aire y liberan oxígeno al ambiente, creando de esta manera tan compleja hermosos paisajes, lugares de descanso y espacios para llevar a cabo actividades educativas, recreativas y turísticas; también disminuyen los efectos de fenómenos naturales como huracanes, ciclones o tormentas que pueden causar inundaciones, deslaves u otros, desastres y nos proporcionan frutos, madera y diversas materias primas para fabricar medicinas, y alimentos

Bajo las condiciones actuales de la vegetación que se desarrolla en el predio, es de notarse que aún prevalece la generación de algunos servicios ambientales importantes.

A continuación se hace una revisión de los servicios ambientales que pudieran verse afectados y su impacto.

XI.1. La provisión de agua en calidad y cantidad suficientes.

El subsuelo de la Península de Yucatán está conformado por roca calcárea; es decir, porosa, lo que lo hace sumamente permeable; asimismo, la zona carece de cuerpos de agua superficiales, pues la mayoría corre de forma subterránea entrelazándose a manera de intrincadas redes de ríos localizados a niveles de poca profundidad. Por lo que la presencia de una cubierta vegetal le sirve como receptor y purificador del agua proveniente de la lluvia misma que es conducida hacia el subsuelo; a nivel local la demanda de agua de la ciudad de Cancún crece de manera exponencial, lo que confirma la relevancia en este servicio que muchas veces pasa inadvertido.

De acuerdo a la CONABIO, la hidrología de la península es del cretácico medio e inferior, terciario, con rocas sedimentarias marinas predominantemente calcáreas (calizas y areniscas), con alta permeabilidad

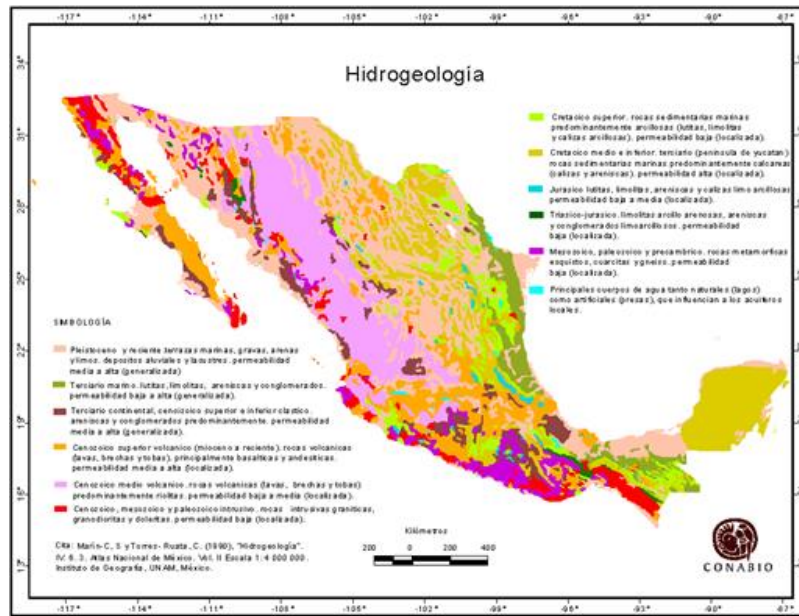


Figura No. 85 Plano de hidrogeología

Por otra parte y de acuerdo a las referencias bibliográficas los suelos originales presentaban las características siguientes:

Suelos de tipo Leptosol: Son suelos muy someros y con un espesor de 0 a 10 cm, limitados por un estrato duro, continuo y coherente. Presentan una estructura granular fina y bien desarrollada, la textura es arcillosa y son de color pardo oscuro. Tienen un contenido de materia orgánica relativamente alto. Debido a la escasa profundidad de estos suelos se recomienda, que no se lleven a cabo prácticas agrícolas en ellos, por lo cual se deberá mantener la cubierta vegetal natural que en ellos se desarrolla.

Para este tipo de suelo y de acuerdo con la información que refiere en INEGI (1984), se encuentra un punto de verificación ubicado en la periferia de la ciudad para el cual se reportan el siguiente análisis de campo. La profundidad del suelo es de 11 cm, misma que se ve limitada por la roca madre; tienen una textura fina; con una reacción muy débil ante el HCl/NaF; la forma es de bloques subangulares; el tamaño es medio; y, el desarrollo moderado.

La Comisión Nacional del Agua, en sus "Estadísticas del Agua en México. Edición 2014", indica que las aguas de la región Península de Yucatán tienen los siguientes atributos:

En la Península de Yucatán se cuenta con 6,740 m³/hab/año de "agua renovable" en tanto que a nivel nacional la media es de 3,982 m³/hab/año; ocupa el primer lugar a nivel nacional en la recarga de acuíferos (entre los tres estados) al contabilizar un total de 25,316 Hm³/año, parámetros que indican la cantidad de agua disponible para la región.

Figura No. 86 Regiones Hidrológicas Administrativas

Clave	RHA	Agua renovable 2011 (hm ³ /año)	Población 2013 a medio año (mill. hab.)	Agua renovable per cápita al 2013 (m ³ /hab/año)	Escorrentamiento natural medio superficial total 2011 (hm ³ /año)	Recarga media total de acuíferos 2011 (hm ³ /año)
I	Península de Baja California	4 999.2	4.29	1 165	3 341	1 658
II	Noroeste	8 324.9	2.76	3 011	5 073	3 251
III	Pacífico Norte	25 939.1	4.42	5 863	22 650	3 290
IV	Balsas	22 898.7	11.56	1 980	17 057	5 842
V	Pacífico Sur	32 350.6	4.99	6 488	30 800	1 551
VI	Río Bravo	12 757.2	12.00	1 063	6 857	5 900
VII	Cuencas Centrales del Norte	8 064.7	4.47	1 806	5 745	2 320
VIII	Lerma-Santiago-Pacífico	35 754.0	23.60	1 515	26 005	9 749
IX	Golfo Norte	28 114.6	5.19	5 421	24 146	3 969
X	Golfo Centro	95 124.5	10.40	9 149	90 419	4 705
XI	Frontera Sur	163 845.5	7.48	21 906	141 128	22 718
XII	Península de Yucatán	29 856.3	4.43	6 740	4 541	25 316
XIII	Aguas del Valle de México	3 468.4	22.82	152	1 112	2 357
	Total Nacional	471 497.6	118.40	3 982	378 873	92 625

Los recursos de agua renovable de una región o país se refieren a la cantidad de agua máxima que es factible explotar anualmente, es decir, la cantidad de agua que es renovada por la lluvia y por el agua proveniente de otras regiones o países (importaciones).

El agua renovable se calcula como el escurrimiento natural medio superficial interno anual, más la recarga total anual de los acuíferos, más las importaciones de agua de otras regiones o países, menos las exportaciones de agua a otras regiones o países. En el caso de México, para el escurrimiento natural medio superficial interno anual y la recarga de los acuíferos se utilizan los valores medios determinados a partir de los estudios que se hayan hecho en la región.

La cantidad de agua renovable anual dividida por el número de habitantes en la región o país da como resultado el agua renovable per cápita. Se considera que **un país o región vive en estado de estrés hídrico si su agua renovable es de 1 700 m³/hab/año o menos** (FUENTE: Gleick, P. *The World's Water 2002-2003. The biennial report on freshwater resources 2002-2003*. 2002 citado por CNA, 2010)

Para el caso de los acuíferos de la Región Península de Yucatán la CNA (2014) establece que existen 4 grandes acuíferos de los cuales ninguno está sobreexplotado y uno de ellos tiene aguas subterráneas salobres (corresponde al acuífero de Xpujil, en Campeche).

Clave	RHA	Total	Sobreexplotado	Con intrusión marina	Bajo el fenómeno de salinización de suelos y aguas subterráneas salobres	Recarga media 2013 (hm ³)
I	Península de Baja California	88	15	10	4	1 658
II	Noroeste	62	10	5		3 207
III	Pacífico Norte	24	2			3 076
IV	Balsas	45	1			5 351
V	Pacífico Sur	36				1 936
VI	Río Bravo	102	18		8	5 900
VII	Cuencas Centrales del Norte	65	23		18	2 320
VIII	Lerma-Santiago-Pacífico	128	32			9 670
IX	Golfo Norte	40	1			4 069
X	Golfo Centro	22				4 705
XI	Frontera Sur	23				22 718
XII	Península de Yucatán	4			1	25 316
XIII	Aguas del Valle de México	14	4			2 346
Total		653	106	15	31	92 271

Figura No. 87 Acuíferos en las Regiones Hidrológicas Administrativas

En la figura se identifican los acuíferos sobreexplotados y los acuíferos con intrusión salina o con aguas salobres.

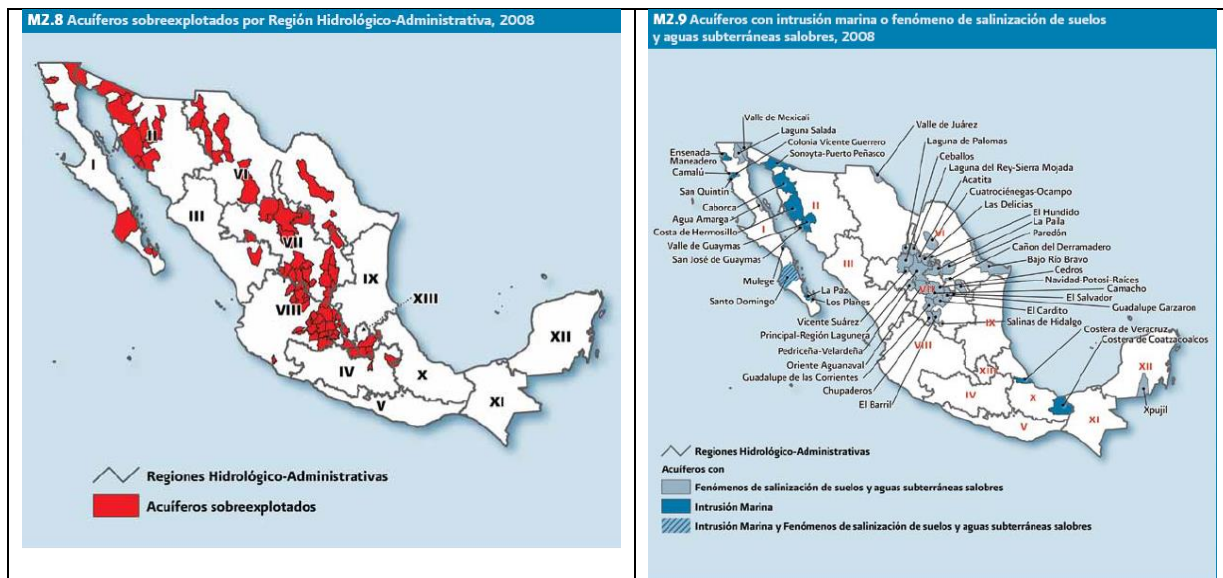


Figura No. 88 Acuíferos sobreexplotados y acuíferos con problemas de aguas salobres o intrusión salina (CONAGUA, 2010)

Finalmente en el tema de la calidad del agua, la misma CONAGUA reporta que las aguas de la Península de Yucatán, tienen altos niveles de calidad y que cumplen con la mayoría de los estándares requeridos por las Normas Oficiales aplicables en este tema.

La evaluación de la calidad del agua se lleva a cabo utilizando tres indicadores: la Demanda Bioquímica de Oxígeno a cinco días (DBO5), la Demanda Química de Oxígeno (DQO) y los Sólidos Suspendidos Totales (SST). La DBO5 y la DQO se utilizan para determinar la cantidad de materia orgánica presente en los cuerpos de agua provenientes principalmente de las descargas de aguas residuales de origen municipal y no municipal.

La primera determina la cantidad de materia orgánica biodegradable y la segunda mide la cantidad total de materia orgánica. El incremento de la concentración de estos parámetros incide en la disminución del contenido de oxígeno disuelto en los cuerpos de agua con la consecuente afectación a los ecosistemas acuáticos. Por otro lado, el aumento de la DQO indica presencia de sustancias provenientes de descargas no municipales.

Los SST tienen su origen en las aguas residuales y la erosión del suelo. El incremento de los niveles de SST hace que un cuerpo de agua pierda la capacidad de soportar la diversidad de la vida acuática. Estos parámetros permiten reconocer gradientes que van desde una condición relativamente natural o sin influencia de la actividad humana hasta agua que muestra indicios o aportaciones importantes de descargas de aguas residuales municipales y no municipales, así como áreas con deforestación severa.

Para medir la calidad del agua se indican los estándares previstos en los monitoreos realizados por la CONAGUA en el cuadro siguiente.

T2.17 Escalas de clasificación de la calidad del agua		
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)		
Criterio (mg/l)	Clasificación	Color
DBO ₅ ≤ 3	EXCELENTE. No contaminada.	AZUL
3 < DBO ₅ ≤ 6	BUENA CALIDAD. Aguas superficiales con bajo contenido de materia orgánica biodegradable.	VERDE
6 < DBO ₅ ≤ 30	ACEPTABLE. Con indicio de contaminación. Aguas superficiales con capacidad de autodepuración o con descargas de aguas residuales tratadas biológicamente.	AMARILLO
30 < DBO ₅ ≤ 120	CONTAMINADA. Aguas superficiales con descargas de aguas residuales crudas, principalmente de origen municipal.	NARANJA
DBO ₅ > 120	FUERTEMENTE CONTAMINADA. Aguas superficiales con fuerte impacto de descargas de aguas residuales crudas municipales y no municipales.	ROJO
Demanda Química de Oxígeno (DQO)		
DQO ≤ 10	EXCELENTE. No contaminada.	AZUL
10 < DQO ≤ 20	BUENA CALIDAD. Aguas superficiales con bajo contenido de materia orgánica biodegradable y no biodegradable.	VERDE
20 < DQO ≤ 40	ACEPTABLE. Con indicio de contaminación. Aguas superficiales con capacidad de autodepuración o con descargas de aguas residuales tratadas biológicamente.	AMARILLO
40 < DQO ≤ 200	CONTAMINADA. Aguas superficiales con descargas de aguas residuales crudas, principalmente de origen municipal.	NARANJA
DQO > 200	FUERTEMENTE CONTAMINADA. Aguas superficiales con fuerte impacto de descargas de aguas residuales crudas municipales y no municipales.	ROJO
Sólidos Suspendedos Totales (SST)		
SST ≤ 25	EXCELENTE. Clase de excepción, muy buena calidad.	AZUL
25 < SST ≤ 75	BUENA CALIDAD. Aguas superficiales con bajo contenido de sólidos suspendidos, generalmente condiciones naturales. Favorece la conservación de comunidades acuáticas y el riego agrícola irrestricto.	VERDE
75 < SST ≤ 150	ACEPTABLE. Aguas superficiales con indicio de contaminación. Con descargas de aguas residuales tratadas biológicamente. Condición regular para peces. Riego agrícola restringido.	AMARILLO
150 < SST ≤ 400	CONTAMINADA. Aguas superficiales de mala calidad con descargas de aguas residuales crudas. Agua con alto contenido de material suspendido.	NARANJA
SST > 400	FUERTEMENTE CONTAMINADA. Aguas superficiales con fuerte impacto de descargas de aguas residuales crudas municipales y no municipales con alta carga contaminante. Mala condición para peces.	ROJO

Los resultados emitidos por la CONAGUA 2013 en base a los muestreos realizados para los principales parámetros utilizados en la calidad del agua se muestran en el cuadro siguiente, en el que se destaca que las aguas muestreadas para la Península de Yucatán, y en particular para la zona sur del estado de Quintana Roo (puesto que es en esta zona donde se llevaron a cabo los muestreos), la calidad del agua está dentro del rango de excelente o de buena calidad para los tres parámetros en comento como se muestra en las siguientes figuras.

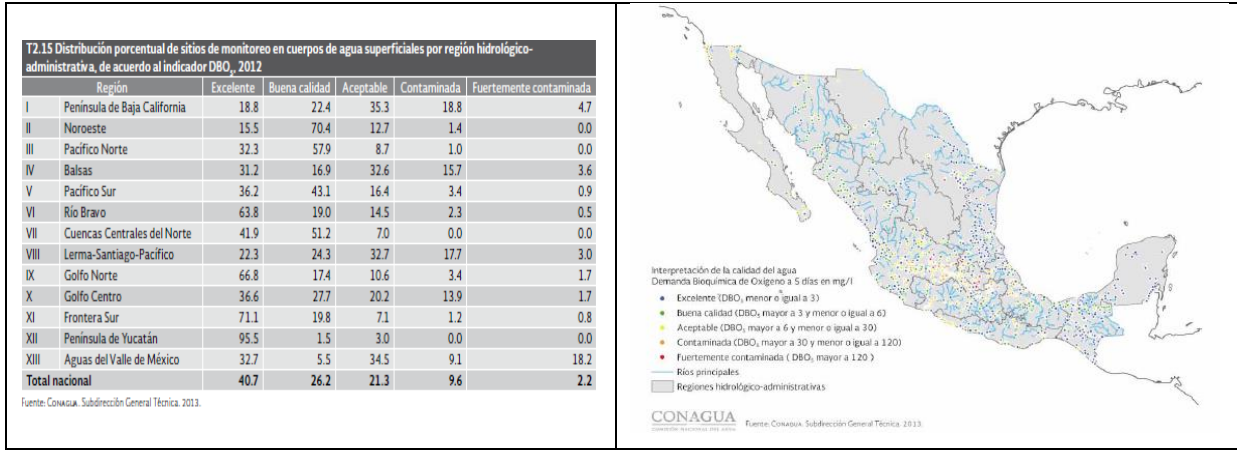


Figura No. 89 Demanda bioquímica de Oxígeno en Aguas superficiales de México.

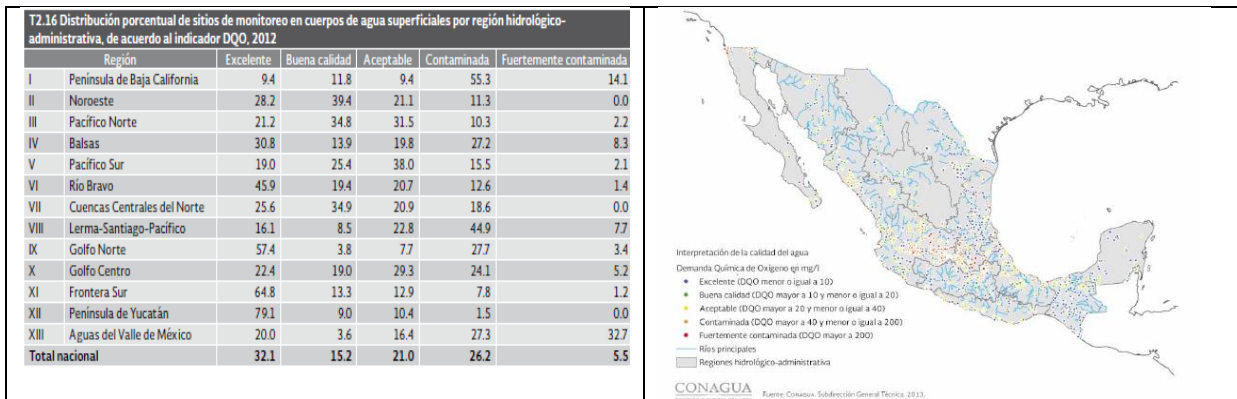


Figura No. 90 Demanda química de Oxígeno en Aguas Superficiales

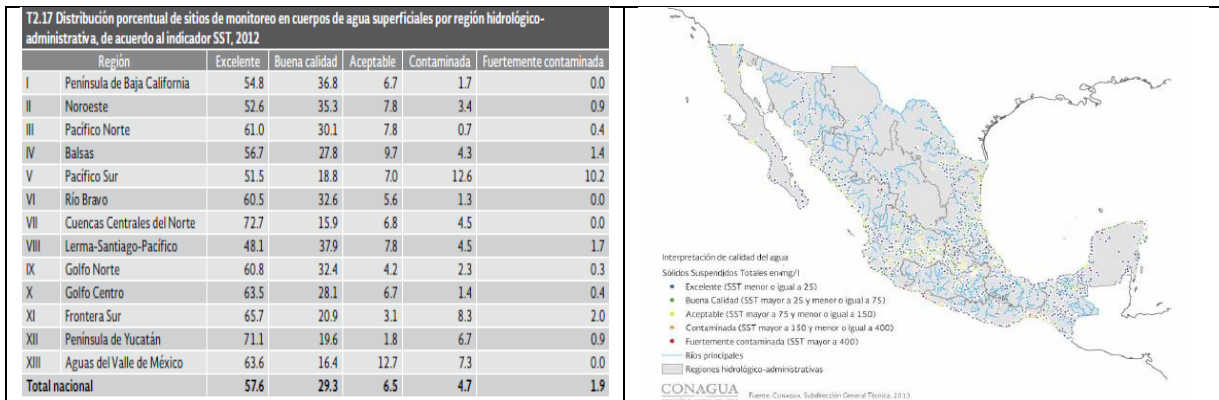


Figura No. 91 Sólidos suspendidos totales.

Para el caso de las zonas de playa, todos los destinos de Quintana Roo como Cancún, Playa del Carmen, Tulum, Cozumel, entre otros, muestran buena calidad, lo cual está influenciado por el adecuado manejo de residuos que se generan en la zona.



Figura No. 92 Calidad de agua en las playa de principales destinos turísticos (CONAGUA, 2014)

Respecto al grado de presión que se tienen sobre el agua, la Península de Yucatán es una de las regiones menos presionada, debido a la gran cantidad de agua almacenada en los acuíferos de la región, por lo que no existe en el mediano o largo plazos, riesgo de abasto; el problema principal radicará en evitar que esos mantos acuíferos se contaminen. De esta manera la CONAGUA define a la zona de la Península de Yucatán con un Grado de Presión calificada como Baja.

Figura No. 93 Niveles de presión para las Regiones Hidrológicas de México.

T3.7 Grado de presión sobre el recurso hídrico por región hidrológico-administrativa, 2012					
No	Región hidrológico-administrativa	Volumen total de agua concesionado (hm ³)	Agua renovable 2011-2018 (hm ³ /año)	Grado de presión (%)	Clasificación del grado de presión
I	Península de Baja California	3 895	4 999	77.9	Alto
II	Noroeste	6 989	8 325	83.9	Alto
III	Pacífico Norte	10 460	25 939	40.3	Alto
IV	Balsas	10 652	22 899	46.5	Alto
V	Pacífico Sur	1 508	32 351	4.7	Sin estrés
VI	Río Bravo	9 397	12 757	73.7	Alto
VII	Cuencas Centrales del Norte	3 734	8 065	46.3	Alto
VIII	Lerma-Santiago-Pacífico	15 047	35 754	42.1	Alto
IX	Golfo Norte	5 630	28 115	20.0	Bajo
X	Golfo Centro	5 076	95 124	5.3	Sin estrés
XI	Frontera Sur	2 273	163 845	1.4	Sin estrés
XII	Península de Yucatán	3 353	29 856	11.2	Bajo
XIII	Aguas del Valle de México	4 720	3 468	136.1	Muy alto
Total nacional		82 734	471 498	17.5	Bajo

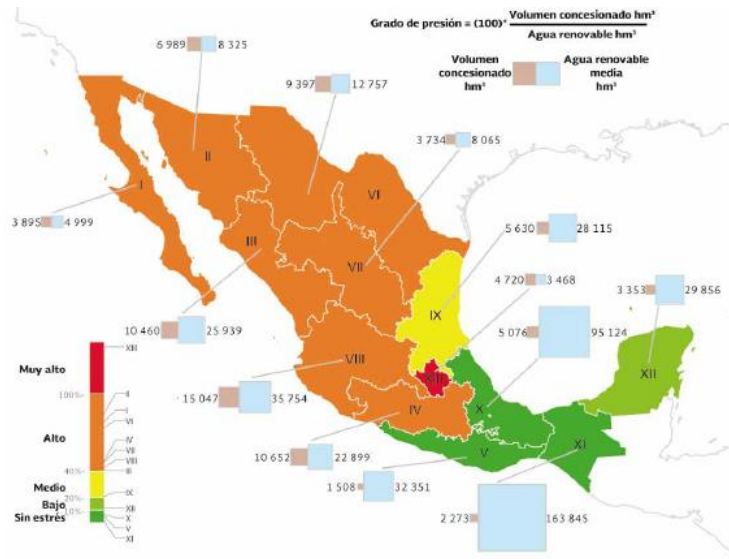


Figura No. 94 Grado de presión del recurso hídrico en México (CNA, 2013)

En base a lo descrito anteriormente, a los planos hidrológicos elaborados por la CONABIO y al plano de suelos presentado en el capítulo IV del presente ETJ del predio, podemos determinar que los suelos en el sitio del proyecto no obstante que se han modificado por los procesos de urbanización de la zona, siguen manteniendo su característica de ser suelos altamente permeables, al menos en la zona colindante a la ciudad.

Se considera que la afectación de este servicio ambiental, por la implementación del proyecto, va a ser a nivel puntual, y no se pondrá en riesgo este servicio ambiental dentro del área de la cuenca hidrológica en que se encuentra el predio toda vez que la afectación de la recarga será mínima e inclusive se incrementará con la implementación de pozos de absorción y el mantenimiento de superficies permeables dentro del proyecto; en lo que corresponde a la calidad no se verá afectada ya que las aguas residuales serán manejadas adecuadamente y las pluviales serán canalizadas a los pozos de absorción que estarán equipados con rejillas y areneros para evitar contaminación al acuífero.

De esta manera, a continuación se presentan dos escenarios para demostrar que este servicio ambiental no estará en riesgo con la implementación del proyecto, para lo cual se toma como base el proceso metodológico previsto por la CNA para estimar Infiltración del agua al subsuelo.

Con el fin de realizar un análisis de valoración de este servicio ambiental en las áreas forestales propuestas para CUSTF en el proyecto, se estimó la cantidad de agua que capturan dichas superficies con base en la siguiente fórmula:

Captura de agua = Agua que precipita-Agua que escurre–Evapotranspiración

Se obtuvo un promedio de precipitación anual con base en los valores promedio de precipitación (periodo 1951-2010) obtenido de los datos publicados por la Comisión Nacional del Agua en la estación meteorológica más cercana al proyecto ubicada en la ciudad de Cancún el cual es de 1,302.2 mm. anuales.

Para el cálculo de escurrimiento se retomó el modelo de Coeficiente de escurrimiento desarrollado por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. El modelo asume que el coeficiente de escurrimiento (Ce) se puede estimar como sigue:

$Ce = K (P-250) / 200$ cuando K es igual o menor a 0.15 y

$Ce = K (P-250) / 2000 + (K-0.15) / 1.5$ cuando K es mayor que 0.15

K es un factor que depende de la cobertura arbolada y del tipo de suelo, lo cual aparece en la Tabla mientras que P es la precipitación promedio anual.

Cuadro No. 97 Valores de K para diferentes tipos de suelo y diferentes coberturas arboladas (el señalado con negrita corresponde al que aplica para el proyecto)¹⁰.

Cobertura del bosque	Tipo de suelo		
	A	B	C
Más del 75 %	0.07	0.16	0.24
Entre 50–75%	0.12	0.22	0.26
Entre 25-50 %	0.17	0.26	0.28
Menos del 25%	0.22	0.28	0.3
Zonas urbanas	0.26	0.29	0.33

Suelo A: Suelos permeables (arenas profundas y loes poco compactos).

Suelo B: Suelos medianamente permeables (arenas de mediana profundidad, loes y migajón).

Suelo C: Suelos casi impermeables (arenas o loes delgados sobre capa impermeable, o bien arcillas).

Valor de K

Para las áreas con cobertura forestal en selva mediana subperennifolia: Más del 75 %.

En lo que corresponde al valor de K, en base al tipo de suelo y a su cobertura se establece que estos suelos tienen permeabilidad media a alta y con una cobertura de más del 75% por lo que se tomó el valor de K= 0.07.

Para terrenos no forestales (menos del 25%).

¹⁰ Norma Oficial Mexicana NOM-011-2010, Conservación del Recurso Agua CNA-SEMARNAT, 17 de abril del 2002

En lo que corresponde al valor de K, en base al tipo de suelo y a su cobertura se establece que estos suelos son de permeabilidad media porque se compactaron por las actividades realizadas en el sitio, pero actualmente tiene una cobertura de aproximadamente el 25% por lo que se tomó el valor de $K = 0.28$.

Para áreas urbanizadas

Para las áreas urbanizadas se utilizará un $K = 0.33$

Evaporación

Este dato es necesario para hacer las estimaciones de infiltración y captación de agua, debido a que se considera una tasa de "pérdida" por medio de la evaporación del suelo y de la vegetación, la cual es estimada mediante diferentes métodos. Uno de ellos es el Método de Thornthwaite que hace la estimación de la evaporación potencial considerando un modelo que se basa en la temperatura media mensual y la obtención de índices calóricos mensuales y anual, así como las horas de sol diarias para cada mes obteniendo un valor de 934.97 mm.

La fórmula general aplicada es la siguiente:

$$e = 16 * (10 * tm / I)^a$$

Donde:

e: Evapotranspiración potencial (ETP)

tm: Temperatura media en °C

I: Índice calórico anual

a: Constante calculada con una fórmula de regresión basada en I.

No es intención de éste documento explicar la metodología para obtener el resultado de la fórmula, por lo que se anexa al presente escrito, un artículo que fundamenta el uso de este procedimiento, por lo que se procede a entregar en el siguiente cuadro los principales cálculos de la fórmula.

Lo anterior implica reconocer que existen otras fórmulas secundarias para las variables denominadas "i", "I", "a", mismas que se explican en la metodología del procedimiento y que se resumen en el cuadro siguiente.

Cuadro No. 98 Estimación de la ETP por el método de Thornthwait

MESES	tmj	tm/5	i	Ajuste de i con tabla para tm >26.5 °C	I	(10T/I) ^a	e sin corregir (mm/mes)	Nd/30	N/12	L	e EPT _{thor} (mm/mes)
Enero	24.1	4.82	10.818		10.82	6.15	98.39	1.03	0.58	0.60	58.83
Febrero	24.8	4.96	11.297		11.30	6.76	108.15	0.93	0.46	0.43	46.10
Marzo	25.8	5.16	11.994		11.99	7.70	123.25	1.03	0.49	0.50	61.71
Abril	27.4	5.48	13.138	4.8	10.75	9.40	150.36	1.00	0.51	0.51	76.43
Mayo	28.7	5.74	14.093	5.1	11.78	10.95	175.25	1.03	0.56	0.58	100.78
Junio	29.2	5.84	14.466	5.2	12.13	11.60	185.54	1.00	0.49	0.49	90.19
Julio	29.5	5.9	14.692	5.3	18.69	11.99	191.92	1.03	0.53	0.54	104.33
Agosto	29.7	5.94	14.843	5.3	18.69	12.27	196.25	1.03	0.51	0.52	102.19
Septiembre	29	5.8	14.316	5	11.44	11.34	181.38	1.00	0.44	0.44	79.60
Octubre	27.5	5.5	13.210	4.8	10.75	9.51	152.18	1.03	0.52	0.53	80.99
Noviembre	25.9	5.18	12.064		12.06	7.80	124.83	1.00	0.57	0.57	71.09
Diciembre	24.5	4.9	11.091		11.09	6.49	103.89	1.03	0.59	0.60	62.72
			156.02		139.095	111.96	1,791.40	12.14	6.22	6.30	934.97

Cálculo de la captura de agua

Con la información obtenida respecto el Coeficiente de escurrimiento o índice de escorrentía (valor Ce) y el dato de evaporación definido, es posible estimar la cantidad de agua que se captura en las superficies solicitadas para CUSTF, en cada uno de los escenarios; entendiendo estos escenarios como sigue.

Escenario 1. Situación actual de captura de agua en el predio

En este escenario se entiende que las tasas de escorrentía son mayores en las áreas no forestales, por lo tanto, la captura de agua será menor que aquella que se infiltra en las áreas con vegetación. Obsérvese que en este caso la captura es de 59,629.95 m³/año en todo el predio una vez descontada la evapotranspiración. El promedio mensual de captura de agua es de aproximadamente 4,969.16 m³ mensuales. Como se podrá observar también, el área sin cobertura forestal aporta una cantidad mínima en la captura de agua, debido a la escasa superficie que existe en esta situación dentro del predio.

Cuadro No. 99 Captura de agua para el escenario 1 del proyecto

Escenario	K	P (mm)	CE	Agua que escurre (mm)	Evapo-transpiración (mm)	Captura de agua (mm)	Captura de agua (m3/año)	Superficie (ha)	Captura de agua (m3/año)
Área con vegetación	0.07	1,302.20	0.037	47.96	934.97	319.27	3,192.73	18.656	59,563.65
Area sin vegetación	0.28	1,302.20	0.234	304.68	934.97	62.55	625.48	0.1060	66.30
Total							3,818.21	18.762	59,629.95

Escenario 2. Estimación de captura de agua considerando la remoción total de la vegetación en el predio y sin aplicación de medidas de mitigación.

Este escenario supone la remoción de la vegetación en la superficie total del predio sin llevar a cabo la realización de obras ni medidas de mitigación; se mantiene a la intemperie el suelo. Esta situación motiva evidentemente una pérdida mayor de suelo y agua que se refleja en los resultados que se presentan en el cuadro. La captura de agua estimada en esta condición es de apenas 11,735.2 m3/año, con un promedio de 977.9 m3/mes.

Escenario	K	P (mm)	CE	Agua que escurre (mm)	Evapo-transpiración (mm)	Captura de agua (mm)	Captura de agua (m3/año)	Superficie (ha)	Captura de agua (m3/año)
Área con vegetación	0.07	1,302.20	0.037	47.96	934.97	319.27	3,192.73	0	0.00
Area sin vegetación	0.28	1,302.20	0.234	304.68	934.97	62.55	625.48	18.762	11,735.20
Total							3,818.21	0.106	11,735.20

Escenario 3. Estimación considerando la implementación de proyecto y medidas de mitigación.

En este escenario se considera la pérdida de la cobertura vegetal por el proyecto a nivel del predio, las áreas permeables jardinadas e infraestructura y colocación de los pozos de absorción que se mantienen una vez implementado el cambio de uso del suelo a nivel de predio.

Con la implementación del proyecto se estará generando una posibilidad de captura de agua por el orden de los 91,519.61 m3/año a razón de un promedio de 7,623.6 m3/mes, cifra aún mayor a la contemplada en el escenario 1 que es de 4,969.16 m3/mes; es decir, que la diferencia entre el escenario 1 que corresponde a la condición actual con el escenario 3 que corresponde a la implementación del proyecto con las medidas de mitigación previstas, es más eficiente en un 53%.

En este escenario se incorpora la aportación que se hace mediante los pozos de absorción que facilita la captura de aguas pluviales que de manera conservadora se estima en un 60%, lo que contribuye a hacer más eficiente el proceso de captura de las aguas pluviales en el proyecto como ya se ha comentado.

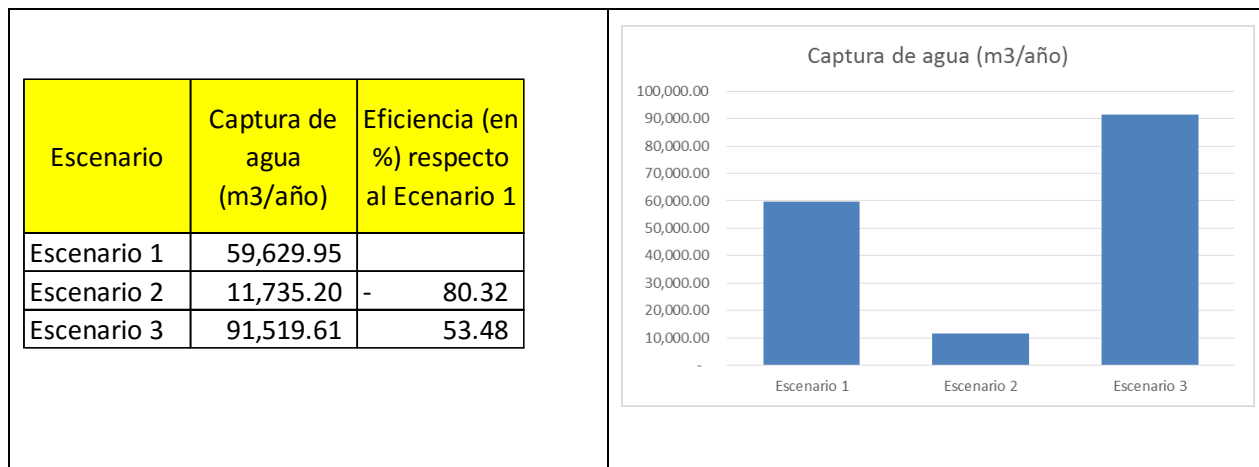
El escenario 2 refleja pues que mediante las medidas de mitigación como lo son mantener áreas permeables o verdes e incorporar los pozos de absorción es posible reducir la afectación a la captura de agua e inclusive, mejorarla como se demuestra en los escenarios que se comparan.

Cuadro No. 100 Captura de agua para el escenario 2 del proyecto

Escenario	K	P (mm)	CE	Agua que escurre (mm)	Evapo-transpiración (mm)	Captura de agua (mm)	Captura de agua (m3/año)	Superficie (ha)	Captura de agua (m3/año)
Áreas permeables (jardinadas y otras)	0.26	1,302.20	0.2101	273.62	934.97	93.61	936.12	8.008	7,496.46
Áreas de infraestructura y equipamientos con pozos de absorción	0.33	1,302.20	0.2936		520.88	781.32	7,813.20	10.754	84,023.15
Total							11,942.06	18.762	91,519.61

Al comparar las capturas de agua entre escenarios se detecta de inmediato que la remoción de la vegetación sí reduce sensiblemente la capacidad de capturar agua en el predio hasta un 80.3% por debajo de la condición que se tiene en el escenario actual.

Por otro lado, en esta misma comparación de escenarios se concluye que el mejor escenario en la captura de agua será aquel que implica la implementación del proyecto y que aplica medidas de mitigación como es la de dejar áreas verdes y establecer pozos de absorción, con lo cual la posibilidad de captura de agua se incrementa inclusive en un 53.4% con respecto a la condición actual.



Por otro lado, el SA del proyecto que tiene una superficie de 34,937 hectáreas, la mayoría sobre suelos altamente permeables, permite inferir que los mantos freáticos mantendrán condiciones de ingreso de agua aún con la implementación del proyecto, en un predio que es apenas el 0.05% de la superficie del SA, por lo que el impacto en todo caso, se puede considerar puntual, bajo un escenario extremo en que el agua no se pudiera capturar, lo cual no es así, ya que se ha demostrado que las acciones de mitigación del proyecto permiten mantener el ingreso del agua hacia el subsuelo, incluso mejorar esta situación.

Por todo lo anterior y a lo establecido en el presente estudio, se concluye que en lo que corresponde a este recurso ambiental no se pone en riesgo la cantidad y calidad de agua a capturar en el predio.

XI.2. La captura de carbono

Captura de Carbono. Los árboles, al convertir el CO₂ en madera, almacenan muy lentamente sólo una pequeña parte del mismo que producimos en grandes cantidades por el uso de combustibles fósiles (petróleo, gasolina, gas, etc.) para el transporte y la generación de energía eléctrica en las actividades humanas que diariamente contaminan el medio ambiente. Después de varios años, cuando los árboles han llegado a su madurez total, absorben (capturan) únicamente pequeñas cantidades de CO₂ necesarias para su respiración y la de los suelos.

El dióxido de carbono atmosférico (CO₂) es absorbido por los árboles mediante la fotosíntesis, y es almacenado en forma materia orgánica (biomasa-madera). El CO₂ regresa de manera natural a la atmósfera mediante el proceso fotosintético en los árboles y las plantas y por descomposición de la materia orgánica muerta en los suelos (oxidación).

Los ecosistemas tropicales representan una opción para mitigar las emisiones de los gases con efecto invernadero, ya que tienen la capacidad de almacenar y fijar el carbono emitido a la atmósfera debido, entre otras cosas, al rápido ritmo de sucesión y el elevado consumo neto de CO₂.¹¹

Por otro lado de acuerdo a estudios realizados en Noh Bec (J. Bautista Hernández y J:A Torres Pérez 2003)¹² **en una hectárea de Selva mediana subperennifolia con un volumen total por hectárea de 150 m³/ha totales** (en la cual predominaron 11 especies con mayor valor económico dentro de este tipo de selva y un conjunto de 88 especies de las cuales no tienen ningún uso potencial o no cuentan con un valor económico) **presentando una densidad de biomasa de 729.79 Ton/ha, se tiene un contenido de 353.341 Toneladas de carbono (TC/ha).**

¹¹ Milenia Segura madrigal, Artículo del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE)

¹² Artículo Valoración económica del almacenamiento de carbono del bosque tropical del ejido NOB BEC , Quintana Roo México J. Bautista Hernández y J.A. Torres Pérez Universidad Autónoma de Chapingo, 2003

Cuadro No. 101 Captura de Carbono en selvas

De	Especie	Vol. total (m ³ *ha)	Dens Bas (t*m)	Biomasa (t*m)	FACT. DE EXPA. BIOMASA	Dens. Biomasa (t*ha)	% de Contenido de Carbono	Carbono (TC*ha)	los
	Chicozapote	49.119	0.86	42.242	3.739	157.95	0.4789	75.64	
	Ramón	9.797	0.63	6.172	9.896	61.07	0.4508	27.532	
	Chacte kok	7.949	0.66	5.246	10.744	56.36	0.4991	28.131	
	Katalox	3.509	1.05	3.684	12.848	47.33	0.5100	24.139	
	Caoba	8.34	0.42	3.503	13.18	46.17	0.4851	22.396	
	Sac Chaca	8.403	0.4	3.361	13.458	45.24	0.4700	21.261	
	Chechen	5.474	0.61	3.339	13.503	45.09	0.4974	22.427	
	Paasak	5.396	0.46	2.482	15.689	38.94	0.4911	19.125	
	Tzalam	3.546	0.63	2.234	16.548	36.97	0.4709	17.408	
	Jabin	2.408	0.68	1.637	19.367	31.71	0.484	15.346	
	Chacteviga	1.291	1.05	1.356	21.306	28.89	0.5106	14.749	
	Otras especies (88 especies)	44.769	0.68	30.321	4.442	134.08	0.4862	65.187	
	Bosque tropical	150.00	0.704			729.79		353.341	

resultados obtenidos en las tablas se realizaron los cálculos estimando cifras aproximadas en función de la superficie y del tipo de vegetación en el sitio del proyecto. Para el caso de las selvas se tomó como referencia el valor del cuadro anterior en selvas medianas subperennifolia (353.41), pero se calculó un porcentaje de éste en función del volumen/Ha que se obtuvo para la condición de los polígonos de CUSTF para el tipo de vegetación del predio.

Cuadro No. 102 Estimación de pérdida de captura de carbono según tipos de vegetación por CUSTF del proyecto y a nivel del predio.

Tipo de vegetación	Ton C/ ha,	Superficie en predio antes de proyecto (Ha)	Estimación de carbono en condicion actual (Ton C)	Superficie con CUSTF en el proyecto (Ha)	Estimación de pérdida de captura de carbono con proyecto implementado (TonC)	Remanente de carbono con CUSTF implementado (Ton C)
Selva mediana subperennifolia	83.30	18.656	1,554.10	18.656	1,554.10	-
		18.656	1,554.10	18.656	1,554.10	-

Así las cosas, la cantidad total que se estaría generando por la captura de carbono en el predio alcanzarían en la condición actual un total de 1,554.1 toneladas anuales.

Con la afectación del CUSTF en la superficie total del predio, se estaría teniendo un estimado de pérdida de captura de carbono por el orden de las mismas 1,554.1 ton/año. Este escenario no considera que las áreas verdes habrán de mantener vegetación arbolada que continuará captura de carbono.

Si bien es cierto ue se tendría una pérdida de éste servicio ambiental dentro del predio, que ya está menguado, como se ha visto en el comparativo con una selva en buen estado de conservación, también es necesario considerae que a nivel del SA del proyecto, se estará teneindo un impacto puntual, ya que esta afectación le significa el 0.053% de la cobertura del SA, y en todo caso, de sólo el 0.11% con respecto a la cobertura de silva mediana subperennifolia reportada para el SA.

XI.3. Captura de contaminantes y componentes naturales

De acuerdo a la Evaluación de Ecosistemas del Milenio, la regulación de los ciclos de nutrientes y su balance está determinado por entradas y salidas clasificadas de la siguiente manera:

Las entradas de nutrientes o elementos naturales se determina por cinco procesos:

- Intemperismo de fuentes geológicas. Este influye con aportaciones de diferentes elementos naturales que facilita a los ecosistemas la absorción de nitratos y sulfuros del ambiente.
- Depósito en seco o por lluvia de elementos previamente liberados a la atmósfera por fuentes naturales o antrópicas como incendios o quema de combustibles fósiles, prácticas agrícolas intensivas o erosión eólica. Este tipo de aporte de nutrientes se incrementa en función del incremento de actividades antrópicas.
- Procesos biológicos que incluyen la fijación de Carbono atmosférico (CO₂) a través de la fotosíntesis y Nitrógeno atmosférico (N₂) a través de la fijación biológica de N.
- Los nutrientes pueden ser liberados de la biomasa de organismos en movimiento que entran a un ecosistema y mueren dentro de éste. También ocurre por la traslación lateral de nutrientes principalmente a través de los flujos de agua.
- El ingreso de nutrientes por actividades antropogénicas a través de prácticas de fertilización usadas en la agricultura intensiva y de aguas residuales y basura generada por actividades humanas.

La salida o pérdida de nutrientes de los ecosistemas también está determinada por cinco procesos, a saber:

- La erosión de suelos es uno de los principales mecanismos de pérdida de nutrientes en grandes cantidades que se van hacia ecosistemas acuáticos. Esta pérdida de nutrientes mediante erosión es mayor donde existen cultivos agrícolas, sobrepastoreo y pérdida de cobertura vegetal. Los nutrientes esenciales que más se afectan por la erosión son C, P, K y N.
- La lixiviación transporta en el flujo vertical del agua, cantidades significativas de nutrientes en solución que puede trasladarse hacia los ríos y posteriormente a los lagos y océanos. Las pérdidas por lixiviación de nutrientes son muy altas en cultivos o sistemas perturbados.
- Emisiones de CO₂, CH₄ y CO a la atmósfera es resultado de la descomposición de materia orgánica, incluida la digestión de animales y la acelerada descomposición ocasionada por incendios. Actividades antrópicas como la quema de combustibles fósiles, fertilización, desecados, deforestación y cambios en los regímenes de fuego alteran las cantidades y proporciones de emisiones de nutrientes a la atmósfera.
- La emigración de la fauna o la cosecha de cultivos, bosques, pesca o ganado es una forma de salida de nutrientes en los ecosistemas. La salida (exportación) en un ecosistema es el ingreso (importación) de nutrientes en otros.
- La quinta forma de salida de los nutrientes de un ecosistema es por la remoción efectiva de los elementos en la biósfera que ocurre sólo de manera lenta y a través de procesos pequeños de muy largo plazo. Por ejemplo, uno de ellos es la reducción de concentraciones de CO₂ que tardará algunos siglos para estabilizarse y reducir el cambio climático.

Así las cosas, es importante identificar que si bien el proyecto habrá de afectar los servicios ambientales que brinda en la retención de nutrientes, al perder biomasa en 18.656 hectáreas, es relevante considerar que se habrán de aplicar medidas de prevención y mitigación que permitirán reducir el efecto de la pérdida de biomasa y mantener o reducir los valores de pérdida de suelo por erosión, reconociendo que es este fenómeno el que puede causar mayor impacto, después de la pérdida de cobertura vegetal.

De esta manera, se tiene previsto como medidas relevantes para mantener los ciclos de nutrientes y en su caso la de captura de contaminantes como CO₂, CH₄ y CO, entre otros gases las siguientes acciones:

- ✓ Reforestación de áreas verdes que promoverá la reducción de erosión y en largo plazo, la formación de suelos; así mismo, esta acción fomentará el secuestro de CO₂ en madera que se mantendrá de manera permanente en forma de bosque recuperado.
- ✓ Triturado de material vegetal producto de la remoción de la vegetación por CUSTF e incorporación de la composta al suelo en jardinados y zonas de restauración.
- ✓ Recuperación de la tierra fértil para su uso en actividades de reforestación, restauración y jardinados, que permitirá mantener los nutrientes en el sitio del proyecto.

- ✓ El adecuado manejo de aguas residuales y de residuos sólidos limitará la contaminación y traslocación de nutrientes hacia otras zonas.

XI.4. Generación de oxígeno:

Generación de oxígeno: Aunque este servicio ambiental está muy ligado a la captura de carbono, podemos decir que el restablecimiento y protección de la vegetación favorecerá la fotosíntesis, incrementando la cantidad de oxígeno en la atmósfera.

En relación a la **Generación de oxígeno y a que se deberá cuantificar este servicio ambiental, calculando la liberación de oxígeno que presenta la vegetación en el predio se tiene** como primer punto que se debe establecer lo relacionado a la fotosíntesis, que es cuando La planta absorbe del medio dióxido de carbono (CO₂) y agua (H₂O) que le servirán en la producción de alimentos, los cloroplastos captan la energía solar a través de los tilacoides para formar ATP, la energía del ATP rompe la molécula de agua y libera oxígeno (O₂).

La formula



Es necesario enfatizar la importancia de la fotosíntesis, ya que gracias a este fenómeno se mantiene el equilibrio de los ecosistemas.

La fotosíntesis proporciona la energía de la cual se derivará toda la que necesitan los seres vivos.

Las plantas constituyen la base de las cadenas y pirámides alimentarias. Su papel como productoras es indispensable para que ocurran los procesos en los que intervienen los animales y humanos. Se calcula que el mayor porcentaje de oxígeno que respiran los seres humanos se produce por la fotosíntesis de los vegetales marinos.

Las plantas, al aportar oxígeno a la atmósfera, intervienen directamente en los procesos respiratorios de la mayoría de los organismos. Si tomamos en cuenta la formula tendríamos que el dióxido de carbono atmosférico (CO₂) es absorbido por los árboles mediante la fotosíntesis, y es almacenado en forma materia orgánica (biomasa-madera). El CO₂ regresa de manera natural a la atmósfera mediante el proceso fotosintético en los árboles y las plantas liberado el oxígeno, teniendo que se regresa el mismo porcentaje de oxígeno, tomando en cuenta la información y cálculos en este estudio, en lo que corresponde a la captura de carbono tendríamos una pérdida de 1,554.1 toneladas de carbono, lo que significará, en sentido inverso, **en base a la fórmula de fotosíntesis la pérdida de generación de 1,554.1 toneladas de oxígeno.**

Por lo anterior podríamos determinar qué no obstante que se afecta este recurso, la disminución del potencial de liberación de oxígeno, por la implementación del proyecto no sería de consideración, en el contexto de la superficie del SA del proyecto en que se localiza el predio o inclusive de la subcuenca a que pertenece, en un sentido más amplio ya que la superficie de ésta es de 1.4 millones de hectáreas, por lo que la pérdida por el proyecto es puntual y no repercute en el ambiente.

XI.5. La regulación del clima y el Amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales.

La Península de Yucatán cada año es amenazada por fenómenos meteorológicos severos afectando grandes extensiones de vegetación; por la ubicación del sitio del proyecto, también es propenso de afectación con estos tipos de fenómenos naturales y siempre se deben de llevar acciones tanto para el mejoramiento como para ayudar a la naturaleza a su recuperación a través de actividades de fomento como la reforestación o forestación en las áreas afectadas o de las áreas de protección de establecidas en el POET. De esta manera se puede evitar que el suelo sea erosionado por acción del viento y a través del agua.

Es por esta razón de la importancia que con la implementación del proyecto se proponen mantener áreas verdes en más del 20.2% del proyecto y más del 42% de áreas permeables, lo que ayudará a contener en cierta medida los efectos de estos fenómenos. Considerando todo lo anterior es que se plantea que la afectación de este servicio ambiental, por la implementación del proyecto no sufrirá grandes cambios y no se considera se ponga en riesgo este servicio ambiental dentro del área del SA en el que el predio tiene una cobertura del 0.053%, mientras que en el caso de la subcuenca hidrológica la afectación es menor del 0.00001%.

En lo que se refiere a la regulación del clima y el amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales, estos servicios ambientales son servicios de regulación y corresponde a los que se obtienen de los procesos del medio ambiente.

El cambio de cobertura vegetal y usos del suelo modifican la distribución de energía altera el flujo de en el ambiente, tanto temporal como parcialmente, estos flujos incluyen entre otros la radiación solar, la temperatura, la precipitación, la evapotranspiración, la superficie de escorrentía la disponibilidad de nutrientes, todos los factores son importantes por su participación en el proceso de regulación hídrica.

Los factores del clima son aquellos agentes que modifican el comportamiento de los elementos del clima, y de acuerdo a su interacción y a su presencia e intensidad se determinan las características particulares de los diversos tipos de clima.

La precipitación, es parte importante del ciclo del agua en los bosques húmedos, y el agua es un importante servicio de regulación del clima y de mantenimiento de los recursos hídricos.

Debido a que la implementación del proyecto requiere la remoción de la vegetación forestal, se promoverá la modificación de varios de los factores que se han mencionado con anterioridad y que de alguna manera influyen directamente con el comportamiento de los elementos del clima.

Las selvas y humedales también juegan un papel fundamental en la regulación del clima; pero, además, actúan como sumideros de carbono, impidiendo así el aumento del dióxido de carbono a la atmósfera, así como la regulación de los factores climáticos extremos, sin embargo es necesario recordar que esta zona está catalogada dentro de los ordenamientos que rigen al predio como una zona de asentamientos humanos, y se ha planificado su aprovechamiento mediante ordenamientos ambientales y urbanos que consideran parámetros y criterios ya establecidos para su aprovechamiento.

Otros de los factores que se modificarán se encuentra: el incremento en la radiación solar; en las selvas la densidad de cubierta vegetal reduce el paso de luz y calor, así como la evaporación y su efecto de desecador debido al paso de los vientos secos, situación que se modificara por el cambio de uso de suelo.

Sin embargo, es claro, y esto ha quedado demostrado en el presente documento. que el área del proyecto ya había sido afectada en años anteriores por presión antrópica y de fenómenos naturales, de tal manera que actualmente se tiene una condición de deterioro lo cual coincide con el INEGI que define esta zona como área con selva mediana subperennifolia secundaria arbustiva y Asentamientos Humanos, de tal manera que la pérdida de cobertura forestal que se generará por la implementación del proyecto no será sustancialmente importante, máxime si se considera que la superficie del predio dentro del contexto del SA es apenas el 0.54% y del 0.00001% de la superficie de la subcuenca a que pertenece, de tal manera que el impacto es de carácter puntual.

El proyecto ha establecido medidas que permitirán mitigar y reducir el impacto del proyecto y se ha dado cuenta de ellas en el presente documento, de tal manera que los efectos del proyecto son puntuales en el contexto del SA y de la subcuenca. Por otro lado, las áreas verdes propuestas permitirán atenuar parcialmente las condiciones adversas que se generan.

Es importante resaltar que la Federación también prevé resarcir este tipo de afectaciones o pérdidas de cobertura de tal manera que para ello se establece el pago de compensación ambiental por cambio de uso del suelo en terrenos forestales, que permitirá llevar a cabo la restauración de al menos 4 a 5 veces la superficie del tipo de ecosistema afectado, por lo que esta medida compensatoria que cubre económicamente el promovente en caso de autorización del proyecto y que ejecuta la Federación mediante mecanismos establecidos en programas específicos para tales fines, conlleva ya una medida importante para mitigar efectos adversos por la pérdida de la cobertura vegetal que el proyecto requiere para su implementación, por lo que se considera que no se perderán estos servicios sino que serán mitigados y compensados en ecosistemas similares al que resultará afectados.

XI.6. La protección de la biodiversidad de los ecosistemas y las formas de vida.

En la argumentación que se provee a la Autoridad para el caso concreto del capítulo XII refiere la argumentación de que el proyecto no pone en riesgo la biodiversidad, se hace un amplio desarrollo técnico argumentativo respecto de la conservación y protección de la biodiversidad al comparar y comprobar que la flora y fauna del predio con respecto a la flora y fauna existente en el sistema ambiental regional definido en el proyecto está sensiblemente afectada y que la condición ecológica del predio entonces está igual o más deteriorada que aquella del sistema ambiental.

Los índices de biodiversidad obtenidos de flora y fauna silvestre tanto en el sistema ambiental como en el predio y que han sido comparados es uno de los argumentos para concluir que no se pone en riesgo la biodiversidad del ecosistema, puesto que tal tipo de ecosistema y especies prevalecen fuera del predio.

Así mismo, es importante resaltar que se han tomado medidas específicas para preservar especies de interés ecológico, por lo que se ha propuesto un programa de rescate de flora y fauna silvestres, así como de reforestación que permitirá mantener a los individuos sujetos a rescate.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD “A” PARA EL CAMBIO DE USO DEL SUELO
“LOTIFICACIÓN RESIDENCIAL CATANIA”; BENITO JUAREZ, QUINTANA ROO**

Cuadro No. 103 Comparativo Predio vs SAR

Índicadores	Comparación de las datos de biodiversidad, de los resultados observados en el predio con resultados observados en un muestreo ubicado dentro del mismo sistema ambiental y con el mismo tipo de vegetación de selva mediana Subperennifolia																												
	Descripción del análisis del proyecto de Lotificación Catania Residencial	Descripción del análisis del muestreo de flora en el sistema ambiental (SAR)																											
Índice de riqueza de especies)	<p>Se registran en el inventario la presencia de 61 especies y 33 familias botánicas</p> <p>En estratos las especies se cuentan en 20, 44 y 29 especies para los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo, respectivamente.</p> <p>Se identificó que 14 especies del estrato arbustivo también se encuentran en el estrato arbóreo; y que 18 especies registraron individuos en los estratos arbustivo y herbáceo</p>	<p>Se registran en el muestreo 54 especies y 30 familias botánicas.</p> <p>A nivel de estratos se reparten 24, 37 y 11 especies para los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo respectivamente.</p> <p>En el predio se ha registrado que existen 18 especies compartidas entre los estratos arbóreo y arbustivo</p>																											
DISCUSIÓN:																													
<p>En ambos casos el INEGI identifica la presencia de selva mediana subperennifolia con vegetación secundaria arbustiva, lo que denota una condición de deterioro de la cobertura vegetal en ambos sitios de muestreo. La diferencia en cuanto a la cantidad de especies es posible se deba al estado sucesional de cada zona de muestreo y al grado de presión que éstas tienen.</p> <p>También es importante resaltar que los parámetros indican una masa más desarrollada en el área del SA en el estrato arbóreo, mientras que en los estratos medio y bajo, hay más diversidad en el sitio del proyecto, por lo que es probable que el proceso de regeneración sea más fuerte para el área del predio y por ello es posible encontrar una mayor cantidad de especies, particularmente en el estrato arbustivo y herbáceo, a pesar de que en ambos casos, las dos áreas muestreadas corresponden a zonas degradadas de selva mediana subperennifolia arbustiva.</p>																													
Índices de Riqueza específica, de Simpson y, de Shannon-Wiener.	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="background-color: #92d050;"></th> <th style="background-color: #92d050;">Riqueza Específica</th> <th style="background-color: #92d050;">Dominancia</th> <th style="background-color: #92d050;">Equitabilidad</th> <th style="background-color: #92d050;"></th> </tr> <tr> <th style="background-color: #92d050;">Estrato</th> <th style="background-color: #92d050;">S</th> <th style="background-color: #92d050;">Indice de Simpson</th> <th style="background-color: #92d050;">Indice de Shannon-Wiener H'</th> <th style="background-color: #92d050;">J</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="background-color: #92d050;">Arbóreo</td> <td>20</td> <td>0.762</td> <td>2.882</td> <td>0.67</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #92d050;">Arbustivo</td> <td>44</td> <td>0.942</td> <td>4.586</td> <td>0.84</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #92d050;">Herbáceo</td> <td>29</td> <td>0.942</td> <td>4.461</td> <td>0.92</td> </tr> </tbody> </table>					Riqueza Específica	Dominancia	Equitabilidad		Estrato	S	Indice de Simpson	Indice de Shannon-Wiener H'	J	Arbóreo	20	0.762	2.882	0.67	Arbustivo	44	0.942	4.586	0.84	Herbáceo	29	0.942	4.461	0.92
	Riqueza Específica	Dominancia	Equitabilidad																										
Estrato	S	Indice de Simpson	Indice de Shannon-Wiener H'	J																									
Arbóreo	20	0.762	2.882	0.67																									
Arbustivo	44	0.942	4.586	0.84																									
Herbáceo	29	0.942	4.461	0.92																									
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="background-color: #f4a460;"></th> <th style="background-color: #f4a460;">Riqueza Específica</th> <th style="background-color: #f4a460;">Dominancia</th> <th style="background-color: #f4a460;">Equidad</th> <th style="background-color: #f4a460;"></th> </tr> <tr> <th style="background-color: #f4a460;">Estrato</th> <th style="background-color: #f4a460;">S</th> <th style="background-color: #f4a460;">Indice de Simpson</th> <th style="background-color: #f4a460;">Indice de Shannon-Wiener H'</th> <th style="background-color: #f4a460;">Indice de Pielou (J)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="background-color: #f4a460;">Arbóreo</td> <td>24</td> <td>0.858</td> <td>3.479</td> <td>0.76</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #f4a460;">Arbustivo</td> <td>37</td> <td>0.948</td> <td>4.639</td> <td>0.89</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #f4a460;">Herbáceo</td> <td>11</td> <td>0.860</td> <td>3.127</td> <td>0.90</td> </tr> </tbody> </table>					Riqueza Específica	Dominancia	Equidad		Estrato	S	Indice de Simpson	Indice de Shannon-Wiener H'	Indice de Pielou (J)	Arbóreo	24	0.858	3.479	0.76	Arbustivo	37	0.948	4.639	0.89	Herbáceo	11	0.860	3.127	0.90
	Riqueza Específica	Dominancia	Equidad																										
Estrato	S	Indice de Simpson	Indice de Shannon-Wiener H'	Indice de Pielou (J)																									
Arbóreo	24	0.858	3.479	0.76																									
Arbustivo	37	0.948	4.639	0.89																									
Herbáceo	11	0.860	3.127	0.90																									

DISCUSIÓN:

Respecto del índice de Simpson, en ambos casos los valores obtenidos indican que la distribución de las especies representativas de tal manera que existe una alta probabilidad de que se puedan encontrar en cualquier sitio de muestreo. Existe sin embargo, una distribución ligeramente más homogénea en el sitio del SA, particularmente en el caso del estrato arbóreo que muestra el valor más bajo para el caso del predio.

Respecto del caso del indicador del estado de conservación, los resultados del Índice de Shannon-Wiener indican valores altos en el caso de los estratos arbustivo y herbáceo del predio, que es una consecuencia directa de la cantidad de especies encontradas en este caso; por el contrario, el estrato arbóreo presenta el valor más bajo de todos. Es importante indicar que en el SA se presenta un valor ligeramente por arriba del obtenido en el estrato arbustivo del predio y casi de un punto por arriba respecto al estrato arbóreo en el que el SA muestra mayor diversidad.

Sin embargo, tratando de hacer más eficiente la interpretación de la condición de conservación, el Índice de Pielou es más consistente que el de Shannon-Wiener dado que incorpora a H máxima para obtener su estimador, de tal manera que en ambos casos, tanto en el del predio de interés como en el del SAR, éste indicador ha dado resultados semejantes para cada uno de los estratos comparados, de tal manera que esto permite evidenciar y concluir que el estado de conservación de las áreas muestreadas es muy similar para cada caso de estratos, aunque es ligeramente mayor en el estrato arbóreo y arbustivo en el SA.

Índice de Valor de Importancia

Como este valor es un indicador de la importancia ecológica de cada especie, a continuación se presentan dichos valores de acuerdo al estrato en que se muestreó.

Estrato arbóreo

Nombre común	Especie	IVI	% IVI
Tzalam	Lysiloma latisiliquum	109.59	36.53
Chechen negro	Metopium brownei	50.15	16.72
Ya'axnik	Vitex gaumeri	29.21	9.74
Chicozapote	Manilkara sapota	25.37	8.46
Jabin	Piscidia piscipula	20.67	6.89
Dzidzilyah	Bumelia persimilis	12.30	4.10
Chaca	Bursera simaruba	7.89	2.63
Tsurutok	Bahuinia jenningsii	7.13	2.38
Kanazin	Lonchocarpus rugosus	4.62	1.54
Sac away	Ficus maxima	4.51	1.50
Boob	Coccoloba spicata	4.49	1.50
Pim	Ceiba schotti	4.36	1.45
Ciricote	Cordia dodecandra	3.49	1.16
Kantunchunbob	Coccoloba diversifolia	2.38	0.79
Pom	Protium copal	2.38	0.79

Estrato arbóreo

Nombre común	Especie	IVI	% IVI
Ya'axnik	Vitex gaumeri	64.53	21.51
Chechen negro	Metopium brownei	54.92	18.31
Chicozapote	Manilkara sapota	43.89	14.63
Sac away	Ficus maxima	25.76	8.59
Chaca	Bursera simaruba	16.21	5.40
Jabin	Piscidia piscipula	14.67	4.89
Copochi'b	Ficus cotinifolia	12.49	4.16
Negrilo	Simarouba glauca	7.24	2.41
Katalox	Swartzia cubensis	6.86	2.29
Ekuleb	Drypetes lateriflora	6.77	2.26
Tadzi	Neea psychotrioides	5.26	1.75
Sacpa	Byrsonima bucidaefolia	4.89	1.63
Ts'u'ts'uk	Diphysa carthaginensis	4.81	1.60
Bayal	Ottoschulzia pallida	4.80	1.60

Katalox	Swartzia cubensis	2.36	0.79
Ekuleb	Drypetes lateriflora	2.30	0.77
Huayuncox	Exothea diphylla	2.28	0.76
Negrito	Simarouba glauca	2.28	0.76
Copochi'b	Ficus cotinifolia	2.25	0.75

Total general	300.00	100.00
----------------------	---------------	---------------

Estrato arbustivo

Nombre comun	Especie	IVI	% IVI
Kanazin	Lonchocarpus rugosus	30.67	10.22
Chaca	Bursera simaruba	25.04	8.35
Laurelillo	Nectanda salicifolia	22.77	7.59
Sac away	Ficus maxima	21.66	7.22
Mahajua	Hampea trilobata	21.59	7.20
Sac chaca	Dendropanax arboreus	16.55	5.52
Uchulche	Diospyrus verae-crucis	15.40	5.13
Ya'axnik	Vitex gaumeri	15.12	5.04
Silil	Dyospiros cuneata	13.64	4.55
Boob	Coccoloba spicata	12.57	4.19
Dzidzilche	Gymnopodium floribundum	11.68	3.89
Akitz	Thevetia gaumeri	11.10	3.70
Kantunbob	Melapodium gracile	5.79	1.93
Tzalam	Lysiloma latisiliquum	5.47	1.82
Dzidzilyah	Bumelia persimilis	5.37	1.79

Yaiti	Gymnanthes lucida	4.67	1.56
Sac niche	Calyptantes pallens	2.97	0.99
Flor de mayo	Plumeria rubra	2.55	0.85
Akitz	Thevetia gaumeri	2.50	0.83
Pakalche	Sideroxylon obtusifolium	2.50	0.83
Kantunchunbob	Coccoloba diversifolia	2.42	0.81
Boob	Coccoloba spicata	2.38	0.79
Kaniste	Pouteria campechiana	2.35	0.78
Kanazin	Lonchocarpus rugosus	2.31	0.77
Ciricote	Cordia didecandra	2.26	0.75
Total general:		300.00	100.00

Estrato arbustivo

Nombre comun	Especie	IVI	% IVI
Katalox	Swartzia cubensis	28.38	9.46
Ya'axnik	Vitex gaumeri	27.70	9.23
Chechen negro	Metopium brownei	21.88	7.29
Sac away	Ficus maxima	21.14	7.05
Ts'u'ts'uk	Diphysa carthaginensis	17.68	5.89
Perescutz	Croton reflexifolia	17.18	5.73
Kanazin	Lonchocarpus rugosus	16.02	5.34
Silil	Dyospiros cuneata	14.30	4.77
Chicozapote	Manilkara sapota	12.20	4.07
Jabin	Piscidia piscipula	10.85	3.62
Yaiti	Gymnanthes lucida	10.63	3.54
Dzidzilche	Gymnopodium floribundum	9.11	3.04
Boob	Coccoloba spicata	8.02	2.67
Pomolche	Jatropha gaumeri	7.55	2.52

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "A" PARA EL CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERENOS FORESTALES
"LOTIFICACIÓN CATANIA RESIDENCIAL"; BENITO JUAREZ, QUINTANA ROO**

Katalox	Swartzia cubensis	4.40	1.47	Sac chaca	Dendropanax arboreus	5.87	1.96
Toh yub	Coccoloba acapulcensis	4.07	1.36	Laurelillo	Nectanda salicifolia	5.74	1.91
Perescutz	Croton reflexifolia	3.99	1.33	Chaca	Bursera simaruba	4.66	1.55
Jabin	Piscidia piscipula	3.78	1.26	Sac niche	Calyptantres pallens	4.58	1.53
Chauche	Laethia tamnia	3.54	1.18	Akitz	Thevetia gaumeri	4.56	1.52
Chok che	Pithecellobium stevensonii	3.26	1.09	Kanchunup	Thouinia paucidentata	4.37	1.46
Chi'keej	Chrysophyllum mexicanum	3.00	1.00	Bayal	Ottoschulzia pallida	4.29	1.43
Chocolatera	Ficus tecolutensis	2.83	0.94	Sacpa	Byrsonima bucidaefolia	4.11	1.37
Negrilo	Simarouba glauca	2.75	0.92	Ciricote	Cordia didecandra	4.00	1.33
Sac niche	Calyptantres pallens	2.68	0.89	Mahajua	Hampea trilobata	3.87	1.29
Okin sucum	Kuanophyllum albicaulis	2.52	0.84	Ekuleb	Drypetes lateriflora	3.42	1.14
Pechquitan	Randia aculeata	2.37	0.79	Coc che	Crataeva tapia	3.31	1.10
Copochi'b	Ficus cotinifolia	2.34	0.78	Chit	Thrinax radiata	3.27	1.09
Ik bach	Allophylus cominia	2.25	0.75	Uspib	Couepia polyandra	2.83	0.94
Kekenche	Esebeckia pentaphylla	2.17	0.72	Nakax	Coccothrinax readii	2.60	0.87
Tasta'ab (manzanillo)	Guettarda combsii	2.14	0.71	Chacniche	Colubrina greggii var. yucatanensis	2.18	0.73
Pim	Ceiba schottii	1.91	0.64	Chi'keej	Chrysophyllum mexicanum	2.06	0.69
Chechen negro	Metopium brownei	1.56	0.52	Chocolatera	Ficus cotinifolia	2.02	0.67
Bec che	Hyppocratea excelsa	1.54	0.51	Tadzi	Neea psychotrioides	2.02	0.67
Pomolche	Jatropha gaumeri	1.54	0.51	Dzidzilyah	Sideroxylon salicifolium	1.94	0.65
Lengua de vaca	Sansevieria hyacinthoides	1.43	0.48	Uchulche	Diospyrus verar-crucis	1.94	0.65
Subin	Acacia cornigera	1.37	0.46	Yax xuul	Leochocarpus yucatanensis	1.89	0.63
Uspib	Couepia polyandra	1.29	0.43	Chok che	Pithecellobium stevensonii	1.83	0.61
Chacniche	Colubrina greggii var. yucatanensis	1.21	0.40				
Chicozapote	Manilkara sapota	1.16	0.39	Total		300.00	100.00
Tamay	Zuelania guidonia	1.15	0.38				
Bayal	Ottoschulzia pallida	1.13	0.38				
Tulipancillo	Malvabiscus arboreus	1.12	0.37				
Sipche	Bunchosia glandulosa	1.10	0.37				
	Total general	300.00	100.00				

Estrato herbáceo

Nombre comun	Especie	IVI	% IVI
Pechquitan	Randia aculeata	42.09	14.03
Boxcanan	Cydista potosina	35.38	11.79
Kanazin	Lonchocarpus rugosus	29.90	9.97
Tres lomos	Serjania goniocarpa	21.20	7.07
Laurelillo	Nectanda salicifolia	17.46	5.82
Uchulche	Diospyrus verae-crucis	17.46	5.82
Chok che	Pithecellobium stevensonii	12.51	4.17
Chechen negro	Metopium brownei	11.21	3.74
Xpaj sakán	Serjania adiantoides	9.99	3.33
Chen ak	Serjania yucatanensis	7.47	2.49
Chi'ibob	Coccoloba cozumelensis	7.47	2.49
Coke	Smilax spinosa	7.47	2.49
Dzidzilche	Gymnopodium floribundum	7.47	2.49
Elemuy	Malmea depressa	7.47	2.49
Sac niche	Calypantes pallens	7.47	2.49
Silil	Dyospiros cuneata	6.85	2.28
Katalox	Swartzia cubensis	6.25	2.08
Bayal	Ottoschulzia pallida	3.74	1.25
Boob	Coccoloba spicata	3.74	1.25
Chamalche	Parathesis cubana	3.74	1.25
Chicozapote	Manilkara sapota	3.74	1.25
Chi'keej	Chrysophyllum mexicanum	3.74	1.25
Maculis	Tabebuia rosea	3.74	1.25
Mahajua	Hampea trilobata	3.74	1.25
Sac chaca	Dendropanax arboreus	3.74	1.25

Estrato herbáceo

Nombre comun	Especie	IVI	% IVI
Pechquitan	Randia aculeata	83.27	27.76
Spaj sakán	Serjania adiantoides	45.50	15.17
Tzo bach	Stizophyllum riparium	44.55	14.85
Tres lomos	Serjania goniocarpa	34.54	11.51
Helecho	Pteridium caudatum	22.27	7.42
Coke	Smilax spinosa	17.43	5.81
Ek quish	Cydista sp.	14.20	4.73
Chi'it ku'uk	Catasetum integerrimum	12.69	4.23
Xkub	Aechmea bracteata	9.41	3.14
Box canan	Cydista potosina.	8.07	2.69
Sac ac	Arrabidaea floribunda	8.07	2.69
Total general		300.00	100.00

	Sipche	Bunchosia glandulosa	3.74	1.25
	Tadzi	Neea psychotrioides	3.74	1.25
	Tasta'ab (manzanillo)	Guettarda combsii	3.74	1.25
	Tzo bach	Stizophyllum riparium	3.74	1.25
		Total general	300.00	100.00

DISCUSIÓN:

Como se ha podido observar, la presencia de especies en los tres estratos corresponde a aquellas que son comúnmente localizadas en selvas medianas subperennifolias por lo que se tiene la certeza de que el ecosistema que resultará afectado por la propuesta del proyecto tiene presencia más allá de los límites del mismo predio y que prevalece como elemento importante del paisaje tanto en el sistema ambiental (SA) como en la subcuenca donde se ubica el predio.

Ahora bien, la preponderancia de cada especie estará en función de factores definitivamente naturales que tienen que ver con presencia del tipo y condición de suelo, así como por el grado de impactos tanto naturales como antropogénicos sucedidos en las áreas de muestreo.

Así las cosas, es de destacar que en el caso del estrato arbóreo es posible encontrar tanto en el SA como en el predio, la presencia de las especies de mayor relevancia en ambos casos, sin embargo, en el predio la especie *Lysiloma latisiliquum* se presenta como la más importante en tanto que para el SAo es otra leguminosa, en este caso *Vitex gaumeri*, ambas de condición heliófita. Otras especies como *Metopium browneii* y *Manilkara sapota* acompañan la estructura con orden de importancia parecidos en las dos zonas muestreadas. Es probable que una condición de suelo y humedad haga la diferencia.

Respecto al estrato arbustivo, la prevalencia de *Swartzia cubensis* en el caso del SA y de *Lonchocarpus rugosus* en el caso del predio da pauta a indicar que existen diferentes estadios de recuperación o en su caso, de diferentes niveles de intensidad de degradación.

No se registran especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 dentro del predio, mientras que en el SA se reporta a *Thrinax radiata*. Es importante destacar que se ha previsto un programa de rescate que habrá de incorporar todos los ejemplares que puedan encontrarse en el predio al momento de realizar los trabajos del proyecto.

Abundancia y densidad de arbolado	Se ha estimado que en total existen 19,160 individuos/Ha distribuidos en los tres estratos que integran la estructura vertical de la vegetación del predio.	Se ha estimado que en total existen 6,685 individuos/Ha distribuidos en los tres estratos que integran la estructura vertical de la vegetación del muestreo en el SA.
-----------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	<p>De manera general la especie <i>Lonchocarpus rugosus</i> se establece como la de mayor importancia ya que contribuye con el 11.89% de la densidad estimada para todas las especies.</p> <p>Estrato arbóreo.</p> <p>Para el caso del estrato arbóreo, que incluyen individuos con diámetro normal de 10 cm en adelante, se han contabilizado un número total de 203.7 individuos/Ha. La especie <i>Lysiloma latisiliquum</i> es sobresaliente en abundancia para este estrato.</p> <p>Estrato arbustivo</p> <p>Para el caso de este estrato se ha estimado con el muestreo, que existen alrededor de 8,175 individuos/ha de los cuales el 12.5% de estos individuos están aportados por la especie <i>Lonchocarpus rugosus</i>, que se destaca como la especie dominante en el estrato.</p> <p>Estrato herbáceo</p> <p>El estrato herbáceo cuenta con 10,781.2 individuos/Ha de los cuales el 11.6% está aportado por la especie <i>Lonchocarpus rugosus</i>, seguida por otras en orden de importancia como <i>Randia aculeata</i> y <i>Cydista potosina</i>.</p>	<p>Estrato arbóreo.</p> <p>Para el caso del estrato arbóreo se han contabilizado un número total de 117 individuos/Ha. La especies <i>Metopium browneii</i> es sobresaliente en abundancia junto con <i>Vitex gaumeri</i>.</p> <p>Estrato arbustivo</p> <p>Para el caso de este estrato se ha estimado con el muestreo, que existen de 2,768 individuos/ha de los cuales <i>Swartia cubensis</i>, <i>Croton reflexifolia</i>, <i>Diphysa carthaginensis</i> y <i>Ficus máxima</i> se destacan como las principales especies dominantes en el estrato.</p> <p>Estrato herbáceo</p> <p>Las dos especies sobresalientes para el estrato herbáceo son <i>Serjania adiantoides</i> y <i>Randia aculeata</i>, razón por la cual alcanzan los primeros sitios de importancia en el estrato dada su alta densidad.</p>
<p>DISCUSIÓN:</p> <p>La abundancia de individuos para el predio es evidentemente mayor que en el SA. En ambos casos, <i>Metopium browneii</i> aparece como la segunda especie importante en densidad para el estrato arbóreo.</p> <p>En el caso de los estratos arbustivo y herbáceo la cantidad es todavía mucho mayor en el predio que lo obtenido en el SA, lo que indica mayores espacios abiertos y condiciones para el crecimiento de especies heiófitas y oportunistas.</p>		

Cobertura del ecosistema	En el predio se registra una superficie total de 18.762 hectáreas de las cuales 18.656 hectáreas cuentan con una cobertura forestal de selva mediana subperennifolia con vegetación secundaria arbustiva en proceso de degradación que serán solicitada para el CUTF.	<p>El sistema ambiental SAR del proyecto cubre una superficie de 34,937 hectáreas de las cuales el 37.40% corresponde a selva mediana subperennifolia con vegetación secundaria arbustiva, de tal manera que la implementación del proyecto con el cambio de uso del suelo en 18.656 hectáreas sólo afectará el 0.05% del SA y el 0.11 de su superficie con este tipo de vegetación, aumentándose en consecuencia, este porcentaje a la cobertura de superficie con zona urbana del SA una vez que este concluido el proyecto.</p> <p>En este mismo sentido, al comparar la superficie a afectar (18.656 hectáreas) con la superficie de la subcuenca, tal afectación se vuelve puntual al considerar que la superficie del proyecto con CUSF corresponde apenas al 0.0014% de la superficie de la subcuenca.</p> <p>Adicionalmente a ello es necesario comentar que la subcuenca tiene un 92.58% de su superficie con cobertura forestal; que además el 74% de esa cobertura es de selvas medianas subperennifolias y que existe un 30% que tiene una condición de vegetación primaria, mientras que la de vegetación secundaria arbustiva sólo abarca el 7.2% de tal manera que el proyecto no estará afectando provocando el deterioro de este tipo de ecosistemas .</p>
---------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Cuadro No. 104 Comparativo de la Fauna Silvestre

	En el predio	En el SA																																										
Presencia y Riqueza específica (S)	<p>Se registró un total de 21 especies repartidas en 13 órdenes y 18 familias.</p> <p>De las 21 especies, 3 representan al grupo de reptiles, 15 al grupo de aves y 3 para el grupo de mamíferos.</p>	<p>Se registraron un total de 23 especies de fauna silvestre dividida en tres grupos: reptiles, aves y mamíferos. Se tienen 10 Órdenes y 17 Familias.</p> <p>De los reptiles se registraron 7 especies distribuidas en 1 orden y 6 familias; de las aves fueron 10 especies repartidas en 5 órdenes y 7 familias y de mamíferos se observaron 6 especies de 5 familias y 4 ordenes distintos.</p>																																										
Discusión	<p>Se tiene un registro mayor de especies y familias en el SA con respecto al encontrado en el predio, aunque estos registros no son sustancialmente diferentes, ya que en el predio se tiene 21 especies y en el SA se registraron 23. La mayor variación se tiene para la presencia de Ordenes en que el predio reporta 13 órdenes, mientras que el SA reporta sólo 10 órdenes.</p>																																											
Reptiles	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr style="background-color: #cccccc;"> <th>Orden</th> <th>Familia</th> <th>Especie</th> <th>Nombre común</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">Squamata</td> <td>Polychrotidae</td> <td><i>Anolis sp</i></td> <td>Lagartija escamosa</td> </tr> <tr> <td>Colubridae</td> <td><i>Leptophis ahaetulla</i></td> <td>Ranera</td> </tr> <tr> <td>Corytophanidae</td> <td><i>Basiliscus basiliscus</i></td> <td>Teterete</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>3</td> <td>S=3</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Squamata	Polychrotidae	<i>Anolis sp</i>	Lagartija escamosa	Colubridae	<i>Leptophis ahaetulla</i>	Ranera	Corytophanidae	<i>Basiliscus basiliscus</i>	Teterete	1	3	S=3		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr style="background-color: #6aa84f; color: white;"> <th>ORDEN</th> <th>FAMILIA</th> <th>Nombre común y científico</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SQUAMATA</td> <td>Polychrotidae</td> <td>Anolis café (<i>Anolis sagrei</i>)</td> </tr> <tr> <td>SQUAMATA</td> <td>Carytophanidae</td> <td>Basilisco rayado (<i>Basiliscus vittatus</i>)</td> </tr> <tr> <td>SQUAMATA</td> <td>Gekkonidae</td> <td>Cuija yucateca (<i>Coleonyx elegans</i>)</td> </tr> <tr> <td>SQUAMATA</td> <td>Colubridae</td> <td>Culebra lagartijera común (<i>Dryadophis melanolomus</i>)</td> </tr> <tr> <td>SQUAMATA</td> <td>Iguanidae</td> <td>Iguana espinosa rayada (<i>Ctenosaura similis</i>)</td> </tr> <tr> <td>SQUAMATA</td> <td>Colubridae</td> <td>Culebra bejuquillo (<i>Oxybelis aeneus</i>)</td> </tr> <tr> <td>SQUAMATA</td> <td>Boidae</td> <td>Boa (<i>Boa constrictor</i>)</td> </tr> </tbody> </table>	ORDEN	FAMILIA	Nombre común y científico	SQUAMATA	Polychrotidae	Anolis café (<i>Anolis sagrei</i>)	SQUAMATA	Carytophanidae	Basilisco rayado (<i>Basiliscus vittatus</i>)	SQUAMATA	Gekkonidae	Cuija yucateca (<i>Coleonyx elegans</i>)	SQUAMATA	Colubridae	Culebra lagartijera común (<i>Dryadophis melanolomus</i>)	SQUAMATA	Iguanidae	Iguana espinosa rayada (<i>Ctenosaura similis</i>)	SQUAMATA	Colubridae	Culebra bejuquillo (<i>Oxybelis aeneus</i>)	SQUAMATA	Boidae	Boa (<i>Boa constrictor</i>)
Orden	Familia	Especie	Nombre común																																									
Squamata	Polychrotidae	<i>Anolis sp</i>	Lagartija escamosa																																									
	Colubridae	<i>Leptophis ahaetulla</i>	Ranera																																									
	Corytophanidae	<i>Basiliscus basiliscus</i>	Teterete																																									
1	3	S=3																																										
ORDEN	FAMILIA	Nombre común y científico																																										
SQUAMATA	Polychrotidae	Anolis café (<i>Anolis sagrei</i>)																																										
SQUAMATA	Carytophanidae	Basilisco rayado (<i>Basiliscus vittatus</i>)																																										
SQUAMATA	Gekkonidae	Cuija yucateca (<i>Coleonyx elegans</i>)																																										
SQUAMATA	Colubridae	Culebra lagartijera común (<i>Dryadophis melanolomus</i>)																																										
SQUAMATA	Iguanidae	Iguana espinosa rayada (<i>Ctenosaura similis</i>)																																										
SQUAMATA	Colubridae	Culebra bejuquillo (<i>Oxybelis aeneus</i>)																																										
SQUAMATA	Boidae	Boa (<i>Boa constrictor</i>)																																										
Discusión	<p>Se reporta mayor cantidad de especie en el SA muestreado, de las cuales dos especies están compartidas en ambos muestreos. Se registran por separado especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010.</p>																																											
Aves	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr style="background-color: #cccccc;"> <th>Orden</th> <th>Familia</th> <th>Especie</th> <th>Nombre común</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Passeriforme</td> <td>Corvidae</td> <td><i>Cyanocorax yucatanicus</i></td> <td>Chara yucateca</td> </tr> </tbody> </table>	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Passeriforme	Corvidae	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Chara yucateca	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr style="background-color: #6aa84f; color: white;"> <th>ORDEN</th> <th>FAMILIA</th> <th>Nombre común y científico</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	ORDEN	FAMILIA	Nombre común y científico																															
Orden	Familia	Especie	Nombre común																																									
Passeriforme	Corvidae	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Chara yucateca																																									
ORDEN	FAMILIA	Nombre común y científico																																										

	Icteridae	<i>Icterus auratus</i>	Bolsero yucateco	PASSERIFORMES	Ictiridae	Zanate mexicano (<i>Quiscalus mexicanus</i>)														
		<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate	ACCIPITRIFORMES	Cathartidae	Chara yucateca (<i>Cyanocorax yucatanicus</i>)														
		Emberizidae	<i>Arremonops rufivirgatus</i>	Gorrión olivaceo	CRACIFORMES	Cracidae	Chachalaca común (<i>Ortalis vetula</i>)													
			<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis grande	PASSERIFORMES	Tyrannidae	Tirano dorso negro (<i>Tyrannus tyrannus</i>)													
	Piciforme	Ramphastidae	<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero lineado	PASSERIFORMES	Tytiridae	Titira enmascarada (<i>Tytira semifasciata</i>)													
					PASSERIFORMES	Mimidae	Cenzontle tropical (<i>Mimus gilvus</i>)													
	Apodiforme	Trochilidae	<i>Amazilia yucatanensis</i>	Colibrí pechicanelo	PASSERIFORMES	Tyrannidae	Tirano tropical (<i>Tyrannus melancholicus</i>)													
	Columbiforme	Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma alas blancas	PASSERIFORMES	Icteridae	Bolsero yucateco (<i>Icterus auratus</i>)													
	Psittaciforme	Psittacidae	<i>Amazona albifrons</i>	Loro frentiblanco	CICONIIFORMIS	Cathartidae	Zopilote negro (<i>Coragyps atratus</i>)													
	Galliforme	Cracidae	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca	TROGONIFORMIS	Trogonidae	Trogón cabeza negra (<i>Trogon melanocephalus</i>)													
	Falconiforme	Accipitridae	<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo americano																
	Ciconiforme	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Aura cabeza roja																
	Accipitriforme	Accipitridae	<i>Buteo magnirostris</i>	Aguililla caminera																
	Caprimulgiforme	Caprimulgidae	<i>Caprimulgus badius</i>	Tapacamino huil																
<i>Chordeiles acutipennis</i>			Chotacabras menor																	
10	13	S=15																		
Discusión	<p>Existe un mayor cantidad de especies reportadas en el predio con respecto al SA; lo anterior es posible que suceda debido a la existencia de una alta cantidad de especies vegetales arbustivas y herbáceas que pueden estar ofreciendo fuentes de alimentación en cantidad y diversidad con respecto al sitio muestreado en el SA. Las especies <i>Quiscalus mexicanus</i>, <i>Cyanocorax yucatanicus</i> y <i>Ortalis vetula</i> figuran como las especie más dominantes en ambas condiciones de muestreo; las tres son especies considerada como resilientes a disturbios y a la actividad humana, de ahí que esté presentes en ambos sitios de muestreo.</p>																			
Mamíferos	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Orden</th> <th>Familia</th> <th>Especie</th> <th>Nombre común</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td><i>Artibeus lituratus</i></td> <td>Murciélago frutero gigante</td> </tr> </tbody> </table>			Orden	Familia	Especie	Nombre común			<i>Artibeus lituratus</i>	Murciélago frutero gigante	<table border="1"> <thead> <tr> <th>ORDEN</th> <th>FAMILIA</th> <th>Nombre común y científico</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CARNIVORA</td> <td>Procyonidae</td> <td>Tejón (<i>Nasua narica</i>)</td> </tr> </tbody> </table>			ORDEN	FAMILIA	Nombre común y científico	CARNIVORA	Procyonidae	Tejón (<i>Nasua narica</i>)
Orden	Familia	Especie	Nombre común																	
		<i>Artibeus lituratus</i>	Murciélago frutero gigante																	
ORDEN	FAMILIA	Nombre común y científico																		
CARNIVORA	Procyonidae	Tejón (<i>Nasua narica</i>)																		

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "A" PARA EL CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERENOS FORESTALES
"LOTIFICACIÓN CATANIA RESIDENCIAL"; BENITO JUAREZ, QUINTANA ROO

	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murciélago frutero de Jamaica	RODENTIA	Muridae	Rata negra (<i>Rattus rattus</i>)
	Rodentia	Dasyproctidae	<i>Dasyprocta punctata</i>	Sereque	RODENTIA	Cricetidae	Ratón yucateco (<i>Peromyscus yucatanicus</i>)
	2	2	S=3		RODENTIA	Procyonidae	Sereque (<i>Dasyprocta punctata</i>)
	13	18	S=21		DIDELPHIMORPHA	Didelphidae	Tlacuache compun (<i>Didelphys marsupialis</i>)
					CARNIVORA	Canidae	Zorra gris (<i>Urocyon cinereoargenteus</i>)
Discusión	Se tiene una mayor diversidad de mamíferos en el SA, incluida la especie <i>Dasyprocta punctata</i> que se registró en el predio del proyecto. La mayor diversidad en el sitio del SA es posible por la presencia de residuos sólidos que se han encontrado en la zona y que hay especies resilientes como <i>Nassua narica</i> , <i>Rattus rattus</i> y <i>Peromyscus yucatanicus</i> e inclusive <i>Didelphys marsupiales</i> , por lo que hay una respuesta a condiciones y factores antrópicos en este caso.						
Especies en NOM-059-SEMARNAT-2010.	Se reportan en el predio a <i>Amazona albifrons</i> (Loro frentiblanco) y <i>Leptophis ahaetulla</i> (Ranera) en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Para el caso del SA se reportan <i>Ctenosaura similis</i> (iguana rayada) y <i>Boa constrictor</i> para el caso del SA. La ejecución del programa de rescate de fauna silvestre prevé acciones específicas para garantizar la sobrevivencia de diversas especies, entre ellas, las listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.						

Como conclusión de éste análisis se deja patente que la biodiversidad del ecosistema existente en el predio no se pierde con su implementación y mucho menos se pone en riesgo, considerando los siguientes argumentos:

- El predio se encuentra en una zona de expansión y crecimiento de la ciudad de Cancún que ha provocado la fragmentación y deterioro de la cobertura forestal de la zona, lo cual ya ha sido demostrado en los capítulos correspondientes.
- La zona del proyecto cuenta con vegetación de selva mediana subperenifolia secundaria arbustiva en proceso de deterioro debido al impacto de fenómenos naturales y a la presión antropogénica por la cercanía con la ciudad de Cancún.
- El estado de conservación del predio es bajo y mantiene una condición similar a las áreas del SA por lo que las especies presentes en ambos casos varían poco entre las zonas de muestreo.
- La cobertura del ecosistema de selva mediana tanto en el SA como en la subcuenca donde se ubica el predio permiten establecer que la afectación del proyecto por el cambio de uso del suelo es puntual y no reduce ni pondrá en riesgo la biodiversidad de este tipo de ecosistema dada su amplia distribución.
- El proyecto prevé la implementación de un programa de rescate de flora y reforestación, así como un programa de rescate de fauna, por lo que las especies de importancia ecológica se incluyen en la estrategia de rescate y reubicación.
- Se mantendrá un 20.2% con áreas jardinadas que contarán con vegetación arbórea, lo cual permitirá tener zonas de refugio para la fauna silvestre y la conservación de especies vegetales in situ, que será reforzada con actividades de reforestación con especies obtenidas en el rescate de flora.

XI.7. El control de la erosión, así como la generación, conservación y recuperación de suelos;

En definitiva, una de las debilidades de los suelos que conforma la Península de Yucatán, es que son de una casi inexistente capa de materia orgánica y pedregosos, por lo que la presencia de la vegetación así como las características de las mismas, que en época de lluvias cuentan con abundante follaje y que éste follaje cae al suelo (proceso de Abscisión) durante los meses de sequía, el suelo se enriquece por la descomposición convirtiéndose en materia orgánica; de la misma manera, el sistema radicular vegetativo ayuda a evitar la erosión producida por el agua o el viento.

En la degradación de suelos se reconocen dos procesos: **1) el que implica el desplazamiento del material del suelo, que tiene como agente causal a la erosión hídrica y la eólica y 2) el que se refleja en un detrimento de la calidad del suelo, tal como la degradación química y la biológica (física).** y sus características son las siguientes¹³:

¹³ Artículo degradación del suelos <http://edafologia.ugr.es>

Erosión Hídrica: Es el desprendimiento de las partículas del suelo bajo la acción del agua dejándolo desprotegido y alterando su capacidad de infiltración, lo que propicia el escurrimiento superficial.

Erosión eólica: Corresponde a la provocada por el viento.

Erosión Química: Está muy asociada a la intensificación de la agricultura, ésta se debe a la reducción de su fertilidad por pérdida de nutrientes

Erosión Física: Se refiere principalmente a la pérdida de la capacidad del sustrato para absorber y almacenar agua, esto ocurre cuando el suelo se compacta, se endurece o es recubierto.

De acuerdo a los planos elaborados por la SEMARNAT y el Colegio de posgraduados (2003)¹⁴, establece que para el estado de Quintana Roo la **degradación de los suelos por causas hídricas o eólicas** corresponde a ceros o no existe erosión.

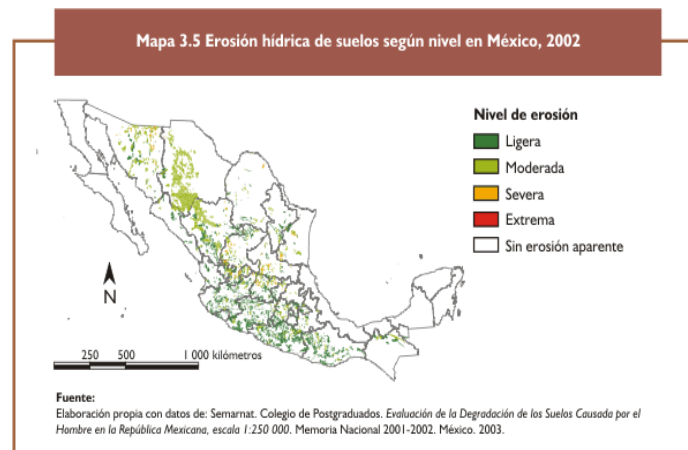


Figura No. 95 Niveles de erosión hídrica en la República mexicana

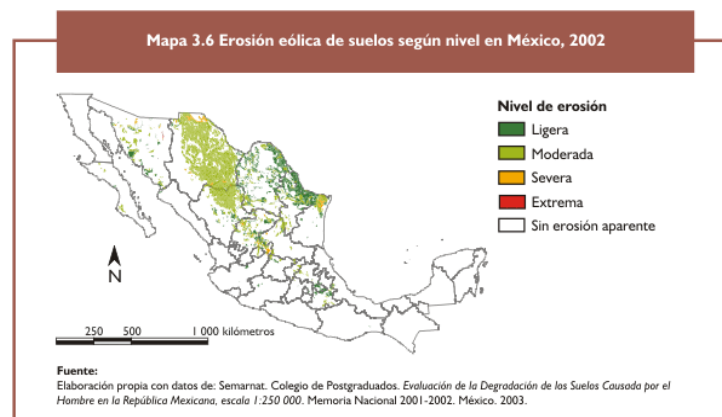


Figura No. 96 Niveles de erosión eólica en la República mexicana

¹⁴ Planos presentados en la Pagina semarnat.gob.mx/dgeia/informe_04/03_suelos/cap3_1.html Con base a la evaluación de la degradación de los suelos causados por el hombre en la republica mexicana memoria nacional 2001-2002, elaborada por el Colegio de Posgraduados en 2003

Así mismo se observa que la **degradación química** en la península de Yucatán, se da principalmente en el estado de Yucatán y en el estado de Quintana Roo solo están reportadas en las zonas agropecuarias de la parte centro sur del estado.

Es necesario mencionar que en la zona de estudio las características de los suelos se han deteriorado (esto sin llegar a establecerse como suelos erosionados) debido al resultado de los impactos de huracanes resientes en la zona, así como los efectos de las actividades antropogenicas debido a que el predio se encuentra dentro del área urbana.

José Ibáñez (2006)¹⁵ establecen que la **degradación física** de los suelos viene propiciada por la pérdida de materia orgánica y/o el efecto del tránsito de la maquinaria pesada, y/o por eliminar la cobertura vegetal y permitir que el suelo quede desnudo frente al impacto de las gotas de lluvia. Obviamente la acción conjugada de los tres procesos genera que se refuercen unos a otros, afectando negativamente a sus propiedades hidrológicas (disminución de la infiltración del agua en el suelo y promoviendo la escorrentía superficial) y como corolario favoreciendo los procesos de erosión.

Los efectos se acentúan cuando la estructura de los agregados del suelo es deficiente, por la ausencia de materia orgánica y/o por padecer de una textura descompensada (suelos muy arcillosos, pero especialmente en los que poseen sobreabundancia de limos). La estabilidad de los agregados y su resiliencia frente al impacto de las gotas de lluvia, resulta ser pues una propiedad de suma importancia.

Sin embargo, debido a las características del proyecto que se pretende implementar, el cual corresponde a un proyecto que pretende aprovechar una superficie de 18.656 hectáreas para una lotificación urbana, es necesario considerar la afectación como un proceso de degradación de los suelos; ya que generaran pérdida de suelo, sin embargo debido a que el proyecto efectará 18.656 hectáreas, es decir, menos del 0.05% del sistema ambiental definido, el impacto es puntual.

Los programas de reforestación y el de mantener áreas verdes jardinadas que incluyen árboles, permitirán mitigar el impacto que generará este proyecto en el rubro de pérdida de suelos.

A esar de ello es necesario considerar que el POETBJ y el PPD de la ciudad de Cancún han designado dicha área como áreas para desarrollo urbano, es por esta razón se puede determinar que el proyecto solo creará un impacto de carácter moderado, sin embargo esta afectación solo corresponde al área del predio y ya se encuentra destinada para su uso urbano dentro de los criterios de los ordenamientos, por lo que no se pondrá en riesgo este servicio ambiental.

A pesar de ello, a continuación se presentas los cálculos y escenarios que demuestran que la erosión de los suelos no se incrementa con la implementación del proyecto y por lo tanto, no se pone en riesgo el factor ambiental suelo por caua del proyecto.

¹⁵ Artículo Costras y Sellados del Suelo: La Degradación Física de la Superficie del Suelo Publicado por Juan José Ibáñez el 27 diciembre, 2006 pag. www.madrimasd.org/blogs/universo/2006/12/27/56014

Metodología para el cálculo de la pérdida de suelo en la cuenca (La Ecuación Universal de Pérdida de Suelos, USLE)

La Ecuación Universal de Pérdida de Suelos, USLE, fue desarrollada por Wischmeier (1978), como una metodología para la estimación de la erosión laminar en parcelas pequeñas. Luego de varias modificaciones la ecuación se presenta como una metodología de gran utilidad en la planificación de obras de conservación de suelos.

Se ha considerado que la USLE (Wischmeier, 1978), hasta el momento, representa la metodología más idónea para el cálculo de las pérdidas de suelo en tierras agrícolas; por ello, se ha utilizado esta metodología como una guía para la evaluación de acciones en manejo de cuencas, en especial aquellas que conllevan a un cambio del uso de la tierra y manejo de suelos.

$$E = R * K * L * S * C * P$$

Donde:

E = Erosión del suelo en toneladas por hectárea por año (ton/ha, año).

R = Erosividad de la lluvia. Mj/ha (Megajoules/hectárea) mm/hr(milímetros/hora).

K = Erosionabilidad del suelo.

LS = Longitud y grado de pendiente.

C = Factor de vegetación.

P = Factor de prácticas mecánicas.

La erosión potencial se estima con la siguiente ecuación:

$$E_p = R * K * L * S$$

La erosión actual se estima utilizando la ecuación $E_p = R * K * L * S$ que considera los factores inmodificables R, K, L y S.

Los factores de protección como son la vegetación y las prácticas y obras de manejo para reducir las pérdidas de suelo se pueden modificar C y P.

Para utilizar este modelo, se han propuesto diferentes metodologías para estimar cada una de las variables, Wischmeier y Smith (1978) ó FAO (1980) por mencionar algunas; sin embargo la aplicación de algunas de ellas en el campo es difícil de realizar por no contar con la información necesaria. Para evitar estos problemas, en seguida se presenta una metodología simplificada y adecuada para utilizarse en nuestro país.

Erosividad de la lluvia

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

Para estimar este factor Cortés (1991) estimó el índice de erosividad para un evento para las diferentes regiones de la República Mexicana y reporta valores de erosividad que varían de 500 a 29 mil Megajoules mm/ha hr año. El propone catorce modelos de regresión a partir de datos de precipitación media anual (p) para estimar el valor de R de la EUPS.

Cuadro No. 105 Modelos de regresión para estimar el índice de erosividad

Ecuaciones	
p= precipitación promedio anual (mm)	
Región	Ecuación
1	$R=1.20785p+0.002276p^2$
2	$R=3.45552p+0.006470p^2$
3	$R=3.67516p+0.001720p^2$
4	$R=2.89594p+0.002983p^2$
5	$R=3.48801p+0.000188p^2$
6	$R=6.68471p+0.001680p^2$
7	$R=0.03338p+0.006661p^2$
8	$R=1.99671p+0.003270p^2$
9	$R=7.04579p+0.002096p^2$
10	$R=6.89375p+0.000442p^2$
11	$R=3.77448p+0.004540p^2$
12	$R=2.46190p+0.006067p^2$
13	$R=10.74273p+0.001008p^2$
14	$R=1.50046p+0.002640p^2$

De acuerdo al cuadro anterior, donde se establecen las fórmulas de las 14 regiones con diferente grado de erosividad y tomando en cuenta la ubicación del proyecto, se establece que para el caso de la península de Yucatán le corresponde la **Región XI, con la ecuación $R = 3.7748P + 0.004540P^2$** , lo cual le corresponde también al municipio de Benito Juárez del estado de Quintana Roo, la ecuación para determinar el factor R corresponde a:

$$R=3.77448p+0.004540p^2$$

Considerando una precipitación media anual de 1,302.2 mm¹⁶., este será el valor de P. Por lo anterior y sustituyendo los datos tenemos que:

$$R = 3.77448 (1,302.2) + 0.004540 (1,302.2)^2$$

$$R = 4,915.1278 + 7,698.5907$$

$$R= 12,613.72 \text{ Mj/ha mm/hr.}$$

¹⁶ Valor tomado de la estación 23155, ubicada en Cancún durante el periodo 1951-2010

Erosionabilidad del suelo (K):

Es la susceptibilidad del suelo a erosionarse; a mayor erosionabilidad, menor resistencia a la acción de los agentes erosivos. La susceptibilidad de los suelos a erosionarse depende del tamaño de las partículas del suelo, del contenido de materia orgánica, de la estructura del suelo y en especial del tamaño de los agregados y de la permeabilidad.

Para su estimación se utilizan fórmulas complicadas; para condiciones de campo se recomienda el uso del siguiente cuadro, para que con datos de la textura de los suelos y contenido de materia orgánica, se estime el valor de erosionabilidad (K).

Cuadro No. 106 Valores de K en base a textura y % de materia orgánica del suelo.

Valores de erosionabilidad de los suelos (K) estimado en función de la textura y el contenido de materia orgánica (Morgan 1986).			
Textura	% de materia orgánica		
	0.0 – 0.5	0.5 2.0	2.0-4.0
Arena	0.005	0.003	0.002
Arena fina	0.0016	0.014	0.01
Arena muy fina	0.042	0.036	0.028
Arena migajosa	0.01	0.01	0.008
Arena fina migajosa	0.024	0.02	0.016
Arena muy fina migajosa	0.044	0.038	0.03
Migajón arenosa	0.027	0.024	0.019
Migajón arenosa fina	0.035	0.03	0.024
Migajón arenosa muy fina	0.047	0.041	0.033
Migajón	0.038	0.034	0.029
Migajón limoso	0.048	0.042	0.033
Limo	0.06	0.052	0.042
Migajón arcillo arenosa	0.027	0.025	0.021
Migajón arcillosa	0.028	0.025	0.021
Migajón arcillo limosa	0.037	0.032	0.026
Arcillo arenosa	0.014	0.013	0.012
Arcillo limosa	0.025	0.023	0.019
Arcilla	0.013-0.029		

El suelo del área propuesta para el Cambio de Uso de Suelo, corresponde al grupo de Leptosoles (conforme a la carta edafológica del INEGI), es un suelo caracterizado suelo permeable, calcáreo con arcilla, textura media, la vegetación está constituida principalmente por selvas; al consultar la guía para la interpretación de cartografía de edafología, señala que este tipo de suelo y de acuerdo con la tabla de Erosionabilidad de los suelos, el porcentaje de materia orgánica va de 0.013-0.029; para el presente ejercicio se considera **el valor de K = 0.013**, en virtud de que es un área que no cuenta con abundante materia orgánica.

Longitud y Grado de pendiente (LS)

La pendiente del terreno afecta los escurrimientos superficiales imprimiéndoles velocidad. El tamaño de las partículas así como la cantidad de material que el escurrimiento puede desprender o llevar en suspensión, son una función de la velocidad con la que el agua fluye sobre la superficie.

A su vez, la velocidad depende del grado de longitud de la pendiente (Ríos, 1987). En igualdad de condiciones, conforme se incrementa el grado de pendiente, el agua fluye más rápido y en consecuencia el tiempo para la infiltración del agua al suelo es menor.

Para estimar estos valores es necesario primero determinar la pendiente media del terreno, que se obtiene determinando la diferencia de elevación del punto más alto del terreno al más bajo entre la longitud del terreno, por lo que la fórmula resulta ser la siguiente:

$$s = (H_f - H_i) / L$$

Donde:

s: Grado de pendiente (%).

H_f: Altura más elevada del terreno (m) = 7.25 m.

H_i: Altura más baja del terreno (m) = 3.25.0 m

L: Longitud del terreno (m). = 570 m

Por lo que

$$s = (7.25 - 3.25) / 570 = 0.00702$$

$$s = 0.00702 * 100$$

$$s = 0.702\%$$

De acuerdo a los datos de campo, el área solicitada para el CUSTF y sustituyendo los datos de la fórmula antes mencionada, se determinó el grado de la pendiente con 0.70%, de tal manera que el valor de **m = 0.2** de acuerdo a la categorización de pendientes establecida por Wischmeier.

Grado de pendiente (%)	Valor de m
<1	0.2
1-3	0.3
3-5	0.4
>5	0.5

Fuente: Wischmeier y Smith, 1978.

Una vez obtenido el valor de la pendiente del terreno (0.70 %) en un longitud de 570 metros y m = 0.2 se puede obtener el valor de (LS) con la siguiente ecuación.

$$LS = (\lambda)^m (0.0138 + 0.00965 S + 0.00138 S^2)$$

Donde:

LS = Factor de grado y longitud de la pendiente.

λ = Longitud de la pendiente

S = Pendiente media del terreno.

m = Parámetro en base al grados de pendiente,

Por lo tanto la ecuación sustituida queda como sigue:

$$LS = (570)^{0.2} [0.0138 + 0.00965 (0.70) + 0.00138 (0.70)^2]$$
$$LS = 3.55 (0.0138 + 0.00325 + 0.000157)$$

$$LS = 3.55 * 0.02125$$

El resultado final es entonces:

$$\underline{\underline{LS=0.0756}}$$

Estimación de la erosión potencial:

De acuerdo a los valores obtenidos anteriormente (R, K, LS), se sustituye la fórmula **para estimar la erosión potencial**, que queda de la siguiente manera:

$$E=R*K*LS$$

Sustituyendo los datos tendríamos:

$$E= 12,613.71 *0.013*0.0756$$

$$\underline{\underline{E= 12.3979 T/ha/año}}$$

La **erosión potencial indica** que si no existiera cobertura del suelo (suelo desnudo) y no se tienen prácticas de conservación del suelo y del agua, se pierden **12.3979 ton/ha de suelo por año**, lo que significa que se pierde una lámina de suelo de 0.1239 mm, lo anterior si consideramos que 1 mm de suelo es igual 10 t/ha/año

Factor de protección de la vegetación C.

El factor de protección C se estima dividiendo las pérdidas de suelo de un lote con un cultivo de interés y las pérdidas de suelo de un lote desnudo. Los valores de C son menores que la unidad y en promedio indican que a medida que aumenta la cobertura del suelo el valor de C se reduce y puede alcanzar valores similares a 0 por ejemplo cuando existe una selva con una cobertura vegetal alta.

Cuadro No. 107 Los valores de C que se reportan para diferentes partes del mundo y para México

Valores de C que se pueden utilizar para estimar pérdidas de suelo			
Cultivo	Nivel de productividad		
	Alto	Moderado	Bajo
Maíz	0.54		
Maíz labranza cero	0.05		
Maíz rastrojo	0.10		
Algodón	0.30	0.62	
Pastizal	0.004	0.10	0.80
Alfalfa	0.020	0.15	0.15
Trébol	0.025	0.42	0.20
Sorgo grano	0.43	0.01	0.49
Sorgo grano rastrojo	0.11	0.050	0.10
Soya	0.48	0.050	0.10
Soya después de maíz con rastrojo	0.18	0.55	0.10
Trigo	0.15	0.18	0.70
Trigo rastrojo	0.10		0.25
Bosque natural	0.001		
Sabana en buenas condiciones	0.01	0.38	0.53
Sabana sobrepastoreada	0.1	0.18	0.25
Maíz – sorgo, Mijo	0.4 a 0.9	0.01	0.10
Arroz	0.1 a 0.2	0.54	
Algodón, tabaco	0.5 a 0.7	0.22	
Cacahuete	0.4 a 0.8		
Palma, cacao, café	0.1 a 0.3		
Piña	0.1 a 0.3		
Bosques área cubierta del 100 al 75%	0,003-0.011		
Bosques área cubierta del 75 al 45 %	0.010-0.040		
Bosques área cubierta del 25 al 45% con residuos	0.41		
Bosques área cubierta del 25 al 45% sin residuos	0.84		

Para los escenarios se considerarán los siguientes valores:

Con cobertura vegetal 0.011 y sin cobertura forestal 0.01.

Escenario 1

Estimación de la Erosión Actual

Para estimar la erosión del suelo considerando que en la totalidad del terreno existe un bosque natural cubierto 75 al 100% (debido a que la cobertura vegetal del predio es una Selva Medina subperennifolia con fuertes afectaciones), entonces el valor de C que se está tomando en cuenta es el de 0.011 por lo cual la formula para obtener la erosion potencial sería:

$$E=R*K*LS*C$$

Sustituyendo los datos tendríamos:

Para área del predio con cobertura forestal

$$E= 12,613.71 *0.013*0.0756 * C$$

$$E=12.3979*0.011$$

$$**E= 0.1364 t/ha/año**$$

Considerando la superficie de 18.656 hectáreas con cobertura forestal del predio con selva mediana subperennifolia con vegetación secundaria arbustiva en proceso de degradación, se obtendría que:

$$E \text{ con cobertura: } 0.1364 * 18.656$$

$$**E con cobertura: 2.54 ton/Ha/Año**$$

En cuanto a la superficie del predio que carece de cobertura, la estimación de erosión se calcula multiplicando la superficie estimada de 0.106 hectáreas sin cobertura forestal con la erosión potencial ya calculada para una hectárea de superficie sin vegetación.

Asi las cosas la fórmula queda como se indica a continuación:

$$E \text{ sin cobertura} = E_{\text{Potencial}} * \text{Sup del predio sin veg.}$$

$$**E sin cobertura = 12.3979 * 0.106**$$

Por lo tanto la Erosión en el área descubierta del predio actualmente se estima en:

$$\underline{\mathbf{E \text{ sin cobertura} = 1.314 \text{ ton/Ha/año}}}$$

De esta manera la erosión total en el predio debe estimarse como la Erosión estimada para el área con cobertura más la Erosión estimada para el área sin cobertura forestal, esto es:

$$E \text{ predio} = E \text{ con cobertura} + E \text{ sin cobertura}$$

Sustituyendo:

$$E = 2.54 + 1.314$$

Por lo que la estimación de erosión o pérdida de suelo en las condiciones actuales (Escenario 1) del predio se tiene un valor de:

$$\underline{\mathbf{E_1 = 3.86 \text{ ton/año}}}$$

En el siguiente cuadro se hace un resumen de las estimaciones y de los valores obtenidos.

Cuadro No. 108 Escenario 1 Erosión en Condiciones actuales del predio

Tipo de asociación	Superficie total (ha)	Erosión estimada por unidad de superficie (ton/ha/año)	Erosión final en el estado actual del predio (ton/año)
Terrenos con cobertura forestal de selva mediana subperennifolia	18.656	0.1364	2.54
Areas sin cobertura forestal	0.106	12.398	1.31
Total	18.762		3.86

Tomando en cuenta el valor de referencia de erosión potencial en base a la ecuación universal de pérdida de suelo, y la clasificación de erosión de la FAO, nos permite concluir que en el predio, en su condición actual, se tendría una erosión **ligera** en la superficie del predio con cobertura forestal y da carácter **moderada** en el área sin cobertura forestal. **En términos promedios para le predio, la erosión es de 0.21 ton/ha/año, lo cual se considera como LIGERA.**

Cuadro No. 109 Clasificación del Riesgo de Erosión Hídrica de la FAO

Tasas de erosión(Ton/Ha,-Año)	Clases de riesgo de erosión
(0-10)	Ligera
(10-50)	Moderada
(50-200)	Alta
(>200)	Muy Alta

Así las cosas, se estima que la erosión que ocurre en el predio está dentro de una condición ligera y por lo tanto, se asume como de baja escala y que no pone en riesgo la condición del sitio y del suelo, de ahí que entonces el predio no se considere como una tierra frágil.

Escenario 2

Estimación de la erosión potencial del predio con el cambio de uso de suelo efectuado sin aplicar medidas de mitigación.

Este escenario plantea una estimación de erosión considerando que la superficie total del proyecto aprovechable tuviera la remoción de vegetación y no se considerara ninguna medida de protección y dejar el suelo totalmente desprovisto de cobertura vegetal.

Para el caso del proyecto, se considera que se aprovechará todo el predio y que se pedirá la superficie de 18.656 hectáreas para el cambio de uso del suelo en terrenos forestales.

Así las cosas la suma total de superficie desprovista de vegetación para este escenario sería de 18.762 hectáreas, que es la superficie que el proyecto aprovechará.

La estimación de Erosión para este escenario 2 considera entonces multiplicar la erosión potencial ya calculada previamente y que es de 12.398 ton/Ha/año, con la superficie considerada como aprovechable del proyecto que sería de 18.762 hectáreas.

Así las cosas la fórmula de erosión potencial es

$$E=R*K*LS$$

Sustituyendo los datos tendríamos:

Para estimar la erosión potencial

$$E= 12,613.71 * 0.013*0.0756 * C$$

E potencial=12.3979

E= 12.3979

Multiplicando por la superficie que se consideraría se dejaría sin cobertura forestal en este escenario:

$E = 12.3979 * 18.762 \text{ ha}$

De esta manera la **erosión en el predio en el Escenario 2** sería de:

E = 232.61 ton/año

Por lo tanto la estimación de la erosión aumenta en el predio con el cambio de uso de suelo con respecto al Escenario 1, toda vez que **el supuesto para el Escenario 2 es de que la superficie que ocuparía el proyecto se dejaría sin vegetación**. Los resultados se pueden observar en el cuadro siguiente:

Cuadro No. 110 Escenario 2 Erosión del predio con el cambio de uso de suelo efectuado sin medidas de mitigación.

Tipo de asociación	Superficie total (ha)	Erosión estimada por unidad de superficie (ton/ha/año)	Erosión final en el estado actual del predio (ton/año)
Terrenos con cobertura forestal de selva mediana subperennifolia	-		-
Areas sin cobertura forestal	18.762	12.398	232.61
Total	18.762		232.61

Los resultados anteriores permiten inferir que en el escenario 2, una vez realizado el proyecto (considerando la superficie de CUSTF como área sin vegetación) tendríamos una erosión de 232.61 ton/año en todo el predio, por lo que en base al cuadro de clasificación de riesgo de la erosión hídrica se estaría considerando **como un riesgo de erosión moderada con un promedio de 12.4 ton/ha/año**.

Escenario 3

Estimación de la erosión del área total solicitada para el CUSTF, con base a la implementación real del proyecto y sus medidas de mitigación:

Este escenario tiene la estimación de la erosión en base a dos componentes, el primero de ellos corresponde al áreas donde se establecerá infraestructura que requerirán del sellado y por lo tanto que no se generará erosión ya que estas áreas pasarán a formar parte de las áreas construidas; el segundo componente se refiere a aquellas áreas que tendrán zonas verdes ya sea con arbolado o jardinadas y que serán por lo tanto permeables, con cierto valor de pérdida de erosión. Bajo estos supuestos se harán las estimaciones de erosión para este escenario.

En general se tomará el valor de $C = 0.011$ para las áreas verdes del proyecto por lo que los cálculos de erosión en este escenario se presentan a continuación.

Estimación para las Areas selladas con infraestructura del proyecto.

Como ya se indicó, el proyecto es una lotificación en la cual se procederá a urbanizar, introducir servicios básicos y preparar para la construcción de viviendas por lo que todos los elementos del plan maestro corresponden a áreas selladas en los que la erosión entonces será "0".

La superficie considerada como área sellada corresponde a 10.671 hectáreas de las 18.762 hectáreas del predio y que tendrán estructuras por la lotificación y posterior construcción de viviendas.

Para área del predio con vegetación jardinada

Por otro lado, quedará entonces la superficie que no tiene estructuras o que no estará sellada que incluye las áreas verdes jardinadas y áreas de esparcimiento que suman una superficie de 7.985 hectáreas que son áreas verdes permeables con o sin arbolado.

Se ha estimado una mínima erosión y se ha considerado un factor $C = 0.011$ para la estimación de erosión en la fórmula universal.

Con estos supuestos la estimación de la erosión considerará entonces sólo aquella superficie que no estará sellada y que corresponde a las 7.985 hectáreas comentadas en párrafos anteriores.

De esta manera los cálculos son como se presentan a continuación:

$$E=R*K*LS*C$$

Sustituyendo los datos tendríamos:

$$E= 12,613.71 * 0.013*0.0756 * C$$

$$E \text{ potencial}=12.3979 * C$$

$$E= 12.3979 * 0.011$$

Lo anterior nos arroja que la erosión por unidad de superficie por año es el siguiente:

$$E= 0.1364 \text{ t/ha/año}$$

Estimando la erosión para el total de superficie verde del proyecto se tendrá la siguiente fórmula:

$$E = 0.1364 * \text{superficie verde}$$

$$E = 0.1364 * 8.008$$

Con lo que la erosión total estimada una vez implementado el proyecto y las medidas de mitigación propuestas, será de:

$$E = 1.092 \text{ ton/año}$$

Realizando los ajustes al cuadro anterior tenemos que para el escenario 3 se tendría lo siguiente:

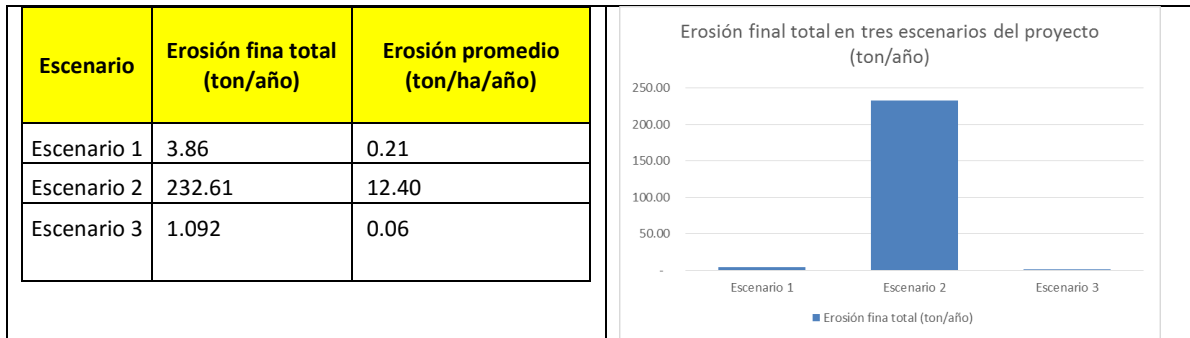
Cuadro No. 111 Escenario 3 erosión potencial del área total solicitada para el CUSTF, con base a la implementación real del proyecto

TIPO DE ASOCIACION	SUPERFICIE TOTAL CONDICIÓN ORIGINAL (Ha)	Áreas que serán selladas una vez implementado el proyecto		Superficie verde del proyecto		Erosión final con la aplicación del proyecto para la totalidad del predio (Ton/Año)
		Superficie de CUS para la implementación de infraestructura áreas selladas (Ha)	Erosión por la superficie de CUS por la implementación de infraestructuras (área sellada) (Ton/año)	Superficie que tendrá una condición de cobertura arbolada y/o jardinada con el proyecto ejecutado (Ha)	Erosión en la superficie que tendrá cobertura vegetal jardinada (Ton/año)	
Terrenos con cobertura forestal de selva mediana subpennifolia	18.656	10.671	0.000	7.985	1.089	1.089
Terrenos no forestales	0.106	0.08	0.000	0.02	0.0031	0.0031
Total	18.762	10.754	0	8.008	1.092	1.092

Con estos resultados en el escenario 3, una vez realizado el proyecto (considerando la superficie de CUSTF como áreas selladas y áreas verdes se tendría una erosión de apenas 1.092 ton/año en todo el predio, que es sensiblemente baja y que en base al cuadro de clasificación de riesgo de la erosión hídrica sería considerándose como un riesgo de erosión ligera, valor que es aún mucho menor que el obtenido en el escenario 1.

En un comparativo entre los escenarios se puede observar que los niveles de erosión se incrementan significativamente con la remoción de vegetación y la no aplicación de medidas de mitigación que se plantea el escenario 2, que muestra una pérdida de suelo calificada como MODERADA con el valor de referencia de la FAO, pero en la comparación es un incremento de 60 veces la cifra de erosión actual.

Siguiendo con este proceso, es relevante considerar que con la implementación del proyecto y las medidas de mitigación previstas los niveles de erosión se abaten sensiblemente, ya que las estimaciones tienen un valor de apenas 1.092 ton/año y un promedio de 0.06 ton/ha/año que es muy inferior inclusive a la condición actual.



Se prevén en el proyecto diversas medidas de mitigación que se explican en el capítulo correspondiente, entre las que destacan las siguientes:

1. Se realizara el rescate de vegetación y esta se reforestarán en las áreas jardinadas.
2. Se tendrá cuidado que las áreas que sean desmontadas estas permanezcan húmedas con el fin de evitar al mínimo el proceso de erosión.
3. El cambio de uso de suelo se realizar en **forma paulatina** como se tenga el avance de las obras, con el fin de que el menor tiempo posible la superficie del predio este desprovista de vegetación.
4. Para evitar afectar la vegetación circundante no se deberá acumular los desechos producto del desmonte fuera de los límites del predio, tales residuos se trituraran y servirán como composta para las áreas jardinadas y para las áreas de recuperación del proyecto.
5. Queda prohibido tirar basura o desechos producto de la remoción o de la construcción dentro de las áreas adyacentes al predio.
6. En la construcción del proyecto se colocaran sanitarios portátiles con la finalidad de tener un estricto control de los residuos fisiológicos.

En conclusión, con las medidas de mitigación implementadas durante la construcción del proyecto, se permitirá mitigar y reducir inclusive afectaciones de erosión a los predios colindantes y al SA en el que se encuentra el predio, quedando demostrado que la erosión que tendrá el predio, está dentro de los parámetros de una erosión hídrica ligera y aún inferior a la condición actual por lo que se puede concluir entonces que el grado de erosión que pueda ocasionar el proyecto será de carácter puntual y muy bajo por lo que no contribuirá a la erosión ni pondrá en riesgo los suelos del SA, la cuenca o subcuenca y del ecosistema en que se encuentra.

XI.8. Alteración de la calidad paisajística original del Predio.

El concepto de paisaje ha sido muy discutido y controvertido en los últimos años, sin embargo, no existe una definición que satisfaga completamente todos los puntos de vista. Esto se debe a la jerarquía taxonómica que se asigna a uno o algunos de sus componentes, a su extensión o cobertura y a la temporalidad con que se le conciba. No obstante, en las diferentes definiciones que aparecen en la literatura, se aprecia una tendencia a relacionar y concatenar los componentes físicos y bióticos que conforman el medio natural.

En general, por territorio se entiende el medio natural que ha sido construido y transformado por el hombre. Un espacio sobre el que se ha intervenido buscando un determinado tipo de aprovechamiento, el desarrollo de este territorio. De lo que se construye para desarrollar el territorio, lo que tiene más voluntad de permanencia y sirve de soporte a todo tipo de actividades son las infraestructuras

El desarrollo del proyecto afectará el paisaje, sin embargo esta afectación será de manera puntual en el sitio del proyecto, en vista de que está dentro de una zona determinada como área urbana y se han implementado ya a su alrededor diversas construcciones las cuales ya incidieron de manera negativa sobre el paisaje. La percepción visual puede ser atenuada con las áreas jardinadas arboladas que el proyecto pretende establecer para beneficio de los residentes, principalmente en la zona central de la lotificación, es por esta razón que podemos determinar que la afectación del paisaje no es de manera directa por la implementación del proyecto y aunque este servicio ambiental está parcialmente afectado no es por la implementación del proyecto.

Impacto general del proyecto

A lo largo de las afectaciones que se pretende realizar en el predio con el proyecto, no se propiciarán nuevas alteraciones ambientales adicionales a las que ya han sido contempladas en el diseño y planeación de mediano y largo plazo previstos en los ordenamientos ambientales, por lo que su implementación no pondrá en riesgo la integridad funcional del sistema ambiental y de los servicios ambientales, considerando además, la aplicación de las medidas de prevención y mitigación previstas por el proyecto, lo anterior en vista de que el predio se encuentra dentro de la traza urbana y dentro del **PDU**.

Escenario modificado por el proyecto

Considerando los aspectos físicos y bióticos descritos a lo largo del estudio, se prevé que el desarrollo del proyecto modificará todo el predio en el escenario ambiental y principalmente donde se afectará la estructura del suelo en donde se realizará el desplante de las áreas para la implementación de las obras.

La lotificación y posterior construcción de viviendas implicará una transformación de la zona, debido a los elementos que se van a construir, sin embargo también destaca que se crea un área antierosiva debido a que no permite escorrentías, y que se aplicaran algunas medidas para contrarrestar estas afectaciones y que contribuyan a la recarga del acuífero.

Sin embargo tal condición tendrá repercusiones en otros factores ambientales como sería la modificación del microclima, por la ausencia de vegetación de selva, sin embargo se mantienen áreas jardinadas arboladas que mitigarán este impacto; en lo que corresponde a la infiltración, se mantiene más del 42% de la superficie del predio en condiciones permeables y, en vista de que se crearan pozos de absorción, se mantendrá y mejorará inclusive la capacidad de filtración al subsuelo.

Escenario sin el proyecto.

El paisaje en el predio se ha visto modificado, debido a que el predio se encuentra con diferentes grados de impacto, lo cual se debe tanto al paso de los fenómenos meteorológicos, así como por actividades antropogénicas; es por ello que de dejarse el predio en las condiciones actuales, con el paso del tiempo se vería más afectada el área, por la acumulación de impactos que pudieran generarse, tanto de fenómenos naturales como son los huracanes, incendios, o los impactos que el mismo ser humano pudiera provocar (saqueo de ejemplares de flora y fauna), tala clandestina, etc, lo anterior debido a que el predio se encuentra dentro de la traza urbana de la Ciudad de Cancún.

Por otro lado se esperaría que dentro del predio, si no hubiera ningún proyecto en el mediano y largo plazo, se muestren signos de degradación acentuada por el derribo de arbolado debido a los huracanes, dando una extracción de madera de forma irregular, que se arrojen residuos sólidos urbanos dentro del predio y se generen focos de infección y de contaminación local, así como de la proliferación de fauna nociva, dando un paisaje negativo al área.

Es por ello que se obtendría mayor beneficio al aprovechar el área dentro de un uso sustentable, permitiendo por los propios ordenamientos ecológicos.

Identificación de las afectaciones al sistema ambiental

Como se mencionó previamente, la afectación más severa al sistema ambiental por el proyecto consiste en el cambio del uso de suelo, debido a que las condiciones ambientales se verán parcialmente modificadas pasando de un área con vegetación a un espacio urbano desarrollado. La afectación a este componente ambiental se originará durante las actividades de desmonte y despalle del terreno que se realizará en 18.656 hectáreas y el aprovechamiento de las 18.762 hectáreas previstas para todo el proyecto. A pesar de ello, es posible la implementación de acciones como el rescate de vegetación y su reforestación en las áreas verdes jardinadas dada la degradación que tiene la vegetación actualmente.

XI.9. Diagnóstico Ambiental

El ambiente se define por una serie de servicios que presenta el predio. Sin embargo, estos servicios pueden variar cuando ocurre una afectación ambiental, de forma que sus características son diferentes antes y después de la afectación. Para poder evaluar dicha afectación ambiental, se necesita estimar estos dos estados, pues la afectación o daño comprendería la diferencia entre el estado ambiental antes de la intervención por la implementación del proyecto y después de la implementación del proyecto que ocasionó la afectación.

A lo largo de las afectaciones que se pretende realizar en el predio con el desarrollo del proyecto, no se propiciarán nuevas alteraciones ambientales adicionales a las que ya han sido contempladas en el diseño y planeación de mediano y largo plazo previstos en los ordenamientos ambientales, por lo que la implementación del proyecto no pondrá en riesgo la integridad funcional del sistema ambiental y de los servicios ambientales, considerando además, la aplicación de las medidas de prevención y mitigación previstas por el proyecto

Los servicios ambientales que interesaron evaluar son los directamente relacionados con la afectación por el CUSTF del proyecto. Por ello, se determinó cuáles servicios o recursos fueron afectados y analizar las características de ellos antes y después de la afectación para poder valorar la magnitud e incidencia de dicha afectación.

En la revisión de los servicios ambientales que pudieron verse afectados y su impacto, en este ejercicio se pudo concluir que los factores ambientales que se verán de alguna manera afectados por las obras del proyecto en términos de impactos en una escala de mayor a menor son: **son la captación del agua, la Biodiversidad, degradación física del suelo**, lo anterior sin dejar de tomar en cuenta los demás servicios que de alguna manera también se verán afectados.

También se determinó que la mayoría de los impactos a los servicios ambientales se generarán principalmente por una de las actividades iniciales que es la fase de preparación del sitio, así mismo en este y en otros capítulos del estudio se realizó un análisis de cada uno de los componentes de los servicios, explicando, el grado de impacto, así como justificando y proponiendo en su caso alguna medida de protección y mitigación, y su área de influencia.

El tramo de mayor sensibilidad ambiental se ubica en el espacio que ocuparán las viviendas o áreas comerciales e infraestructura dentro del plan maestro en el predio, los impactos significativos son mitigables y si bien la residualidad se concretará en la pérdida de cobertura forestal en una superficie acotada a la alteración de varios sub factores del suelo (estabilidad, erosión y calidad) y de la fauna (modificación de hábitats, rutas de paso, etc.), la identificación, descripción y evaluación de los impactos no reporta otros niveles significativos de impacto a los restantes factores del ambiente.

Impacto general del proyecto

A lo largo de las afectaciones que se pretende realizar en el predio con el desarrollo del proyecto, no se propiciarán nuevas alteraciones ambientales adicionales a las que ya han sido contempladas en el diseño y planeación de mediano y largo plazo previstos en los ordenamientos ambientales, por lo que la implementación del proyecto no pondrá en riesgo la integridad funcional del sistema ambiental y de los servicios ambientales, considerando además, la aplicación de las medidas de prevención y mitigación previstas por el proyecto.

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

XII.1. Justificación Técnica

El proyecto "Lotificación Catania Residencial" se enmarca en el contexto del desarrollo urbano de la ciudad de Cancún. Todo proyecto como el que nos ocupa, tiene un impacto a nivel de predio, debido a la necesidad obligada de desmonte y despalme, sin embargo el presente estudio pretende establecer la viabilidad ambiental demostrando que la carga que ha de recibir el sistema ambiental es mitigable y que no pone en riesgo la biodiversidad, los procesos ecológicos del sistema ambiental ni a nivel de subcuenca; ni se erosionan los suelos; por otra parte, el predio seleccionado para el proyecto se encuentra fuera de áreas naturales protegidas.

El proyecto "Lotificación Catania Residencial", pretende la afectación de una superficie de 18.656 hectáreas de vegetación de selva mediana subperenifolia secundaria arbustiva en proceso de degradación; adicionalmente se aprovecharán 0.106 hectáreas que corresponden a áreas sin vegetación.

En cumplimiento a lo indicado en **el artículo 117** la Ley General de Desarrollo Forestal sustentable, a continuación se plantean diversos argumentos y valoraciones mediante los que se demuestra que con la implementación del proyecto se cumplen con los cuatro supuestos que establece dicho artículo, en lo que corresponde a lo siguiente: **no se compromete la biodiversidad, ni se provocara la erosión de los suelos, ni se deteriorará la calidad del agua, ni la disminución en su captación y que los usos alternos de suelo propuestos, son más redituables que el uso actual que presenta el predio:**

XII.1.1.No se compromete a la Biodiversidad:

Si bien en el capítulo V, se presenta la información referente los cálculos que sustentan lo referente a los índices de Riqueza, Simpson y de Shannon-Wiener, en este capítulo se hace una justificación para determinar que con la implementación del proyecto no se afectaran los índices de biodiversidad en el Sistema Ambiental y en la Subcuenca en donde se encuentra el mismo.

Diversidad biológica es el número de especies presentes en una determinada región. La biodiversidad es dinámica, por lo que varía en el tiempo y el espacio en función de la extinción de las especies, su variación genética en el tiempo y/o el espacio.

Tipos de Biodiversidad¹⁷

- **Diversidad alfa:** es el número de especies en un área pequeña siendo ésta área uniforme. El **índice de Shannon** mide este tipo de diversidad.
- **Diversidad beta:** es la diversidad que hay entre hábitats dentro de un mismo ecosistema, es decir, la variación en el número de especies que se produce entre un hábitat y otro, o también definido por Jefe & Carroll en 1997 como "recambio de especies de un hábitat a otro". Para medir este tipo de biodiversidad se utilizan índices de similitud y disimilitud entre muestras.
- **Diversidad gamma:** es el número total de especies observadas en todos los hábitats de una determinada región que no presenta barreras para la dispersión de los organismos.

Medida de la Biodiversidad

La diversidad tiene dos componentes fundamentales:

1. Riqueza específica: número de especies que tiene un ecosistema
2. Equitabilidad: mide la distribución de la abundancia de las especies, es decir, cómo de uniforme es un ecosistema

Para medir la biodiversidad existen varios índices que se utilizan para poder comparar la biodiversidad entre diferentes ecosistemas o zonas. Es importante tener en cuenta que la utilización de estos índices aporta una visión parcial, pues no dan información acerca de la distribución espacial de las especies, aunque sí intentan incluir la riqueza y la equitabilidad.

Indicadores de Diversidad.

- **Índice de Riqueza de especies (S):** La riqueza específica (S) es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas.
- **Curva de acumulación:** En esta condición se identifica las especies nuevas que pueden incorporarse a medida que se incorporan más sitios de muestreo; de tal manera que al graficar las especies acumuladas la curva se vuelve asintótica. Hay varios modelos predictivos, sin embargo, para el caso de este estudio sólo se mostraran los gráficos acumulativos en cada estrato con el objeto de determinar si el esfuerzo de muestreo en los diferentes estratos fue suficiente y las especies del sitio están siendo representadas en la mayor proporción posible.

Indicadores de Estructura

- **Índice de Simpson (IS):** Este parámetro es un indicador que manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Está fuertemente influido

¹⁷ Artículo de biodiversidad pagina www.cienciaybiologia.com/ecologia/biodiversidad-3.php

por la importancia de las especies más dominantes. Como su valor es inverso a la equidad, la diversidad puede calcularse como $1-\lambda$.

$$\text{Índice de Simpson} = 1 - \sum p_i^2$$

Donde p = a la proporción de individuos encontrados en la i ésima especie estimado por n/N , n = número de individuos de las i esima especie, N = número total de individuos.

- **Índice de equidad:** La equidad se ha calculado de acuerdo al índice de Shannon_Wiener que expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección. Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre 0 cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S , cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos.

$$H' = -\sum p_i \ln p_i$$

Las determinaciones de las características ecológicas de esta asociación vegetal se cuantificaron considerando su diversidad e importancia ecológica mediante los siguientes parámetros tanto para la riqueza específica como para la estructura de la asociación vegetal.

En la argumentación que se prove a la Autoridad refiere la argumentación de que el proyecto no pone en riesgo la biodiversidad, se hace un amplio desarrollo técnico argumentativo respecto de la conservación y protección de la biodiversidad al comparar y comprobar que la flora y fauna del predio con respecto a la flora y fauna existente en el sistema ambiental regional definido en el proyecto está sensiblemente afectada y que la condición ecológica del predio entonces está igual o más deteriorada que aquella del sistema ambiental.

Los índices de biodiversidad obtenidos de flora y fauna silvestre tanto en el sistema ambiental como en el predio y que han sido comparados es uno de los argumentos para concluir que no se pone en riesgo la biodiversidad del ecosistema, puesto que tal tipo de ecosistema y especies prevalecen fuera del predio.

Así mismo, es importante resaltar que se han tomado medidas específicas para preservar especies de interés ecológico, por lo que se ha propuesto un programa de rescate de flora y fauna silvestres, así como de reforestación que permitirá mantener a los individuos sujetos a rescate.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD “A” PARA EL CAMBIO DE USO DEL SUELO
“LOTIFICACIÓN RESIDENCIAL CATANIA”; BENITO JUAREZ, QUINTANA ROO**

Cuadro No. 112 Comparativo Predio vs SAR

Índicadores	Comparación de las datos de biodiversidad, de los resultados observados en el predio con resultados observados en un muestreo ubicado dentro del mismo sistema ambiental y con el mismo tipo de vegetación de selva mediana Subperennifolia																												
	Descripción del análisis del proyecto de Lotificación Catania Residencial	Descripción del análisis del muestreo de flora en el sistema ambiental (SAR)																											
Índice de riqueza de especies)	<p>Se registran en el inventario la presencia de 61 especies y 33 familias botánicas</p> <p>En estratos las especies se cuentan en 20, 44 y 29 especies para los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo, respectivamente.</p> <p>Se identificó que 14 especies del estrato arbustivo también se encuentran en el estrato arbóreo; y que 18 especies registraron individuos en los estratos arbustivo y herbáceo</p>	<p>Se registran en el muestreo 54 especies y 30 familias botánicas.</p> <p>A nivel de estratos se reparten 24, 37 y 11 especies para los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo respectivamente.</p> <p>En el predio se ha registrado que existen 18 especies compartidas entre los estratos arbóreo y arbustivo</p>																											
DISCUSIÓN:																													
<p>En ambos casos el INEGI identifica la presencia de selva mediana subperennifolia con vegetación secundaria arbustiva, lo que denota una condición de deterioro de la cobertura vegetal en ambos sitios de muestreo. La diferencia en cuanto a la cantidad de especies es posible se deba al estado sucesional de cada zona de muestreo y al grado de presión que éstas tienen.</p> <p>También es importante resaltar que los parámetros indican una masa más desarrollada en el área del SA en el estrato arbóreo, mientras que en los estratos medio y bajo, hay más diversidad en el sitio del proyecto, por lo que es probable que el proceso de regeneración sea más fuerte para el área del predio y por ello es posible encontrar una mayor cantidad de especies, particularmente en el estrato arbustivo y herbáceo, a pesar de que en ambos casos, las dos áreas muestreadas corresponden a zonas degradadas de selva mediana subperennifolia arbustiva.</p>																													
Índices de Riqueza específica, de Simpson y, de Shannon-Wiener.	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="background-color: #92d050;"></th> <th style="background-color: #92d050;">Riqueza Específica</th> <th style="background-color: #92d050;">Dominancia</th> <th style="background-color: #92d050;">Equitabilidad</th> <th style="background-color: #92d050;"></th> </tr> <tr> <th style="background-color: #92d050;">Estrato</th> <th style="background-color: #92d050;">S</th> <th style="background-color: #92d050;">Indice de Simpson</th> <th style="background-color: #92d050;">Indice de Shannon-Wiener H'</th> <th style="background-color: #92d050;">J</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="background-color: #92d050;">Arbóreo</td> <td>20</td> <td>0.762</td> <td>2.882</td> <td>0.67</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #92d050;">Arbustivo</td> <td>44</td> <td>0.942</td> <td>4.586</td> <td>0.84</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #92d050;">Herbáceo</td> <td>29</td> <td>0.942</td> <td>4.461</td> <td>0.92</td> </tr> </tbody> </table>					Riqueza Específica	Dominancia	Equitabilidad		Estrato	S	Indice de Simpson	Indice de Shannon-Wiener H'	J	Arbóreo	20	0.762	2.882	0.67	Arbustivo	44	0.942	4.586	0.84	Herbáceo	29	0.942	4.461	0.92
	Riqueza Específica	Dominancia	Equitabilidad																										
Estrato	S	Indice de Simpson	Indice de Shannon-Wiener H'	J																									
Arbóreo	20	0.762	2.882	0.67																									
Arbustivo	44	0.942	4.586	0.84																									
Herbáceo	29	0.942	4.461	0.92																									
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="background-color: #f4a460;"></th> <th style="background-color: #f4a460;">Riqueza Específica</th> <th style="background-color: #f4a460;">Dominancia</th> <th style="background-color: #f4a460;">Equidad</th> <th style="background-color: #f4a460;"></th> </tr> <tr> <th style="background-color: #f4a460;">Estrato</th> <th style="background-color: #f4a460;">S</th> <th style="background-color: #f4a460;">Indice de Simpson</th> <th style="background-color: #f4a460;">Indice de Shannon-Wiener H'</th> <th style="background-color: #f4a460;">Indice de Pielou (J)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="background-color: #f4a460;">Arbóreo</td> <td>24</td> <td>0.858</td> <td>3.479</td> <td>0.76</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #f4a460;">Arbustivo</td> <td>37</td> <td>0.948</td> <td>4.639</td> <td>0.89</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #f4a460;">Herbáceo</td> <td>11</td> <td>0.860</td> <td>3.127</td> <td>0.90</td> </tr> </tbody> </table>					Riqueza Específica	Dominancia	Equidad		Estrato	S	Indice de Simpson	Indice de Shannon-Wiener H'	Indice de Pielou (J)	Arbóreo	24	0.858	3.479	0.76	Arbustivo	37	0.948	4.639	0.89	Herbáceo	11	0.860	3.127	0.90
	Riqueza Específica	Dominancia	Equidad																										
Estrato	S	Indice de Simpson	Indice de Shannon-Wiener H'	Indice de Pielou (J)																									
Arbóreo	24	0.858	3.479	0.76																									
Arbustivo	37	0.948	4.639	0.89																									
Herbáceo	11	0.860	3.127	0.90																									

DISCUSIÓN:

Respecto del índice de Simpson, en ambos casos los valores obtenidos indican que la distribución de las especies representativas de tal manera que existe una alta probabilidad de que se puedan encontrar en cualquier sitio de muestreo. Existe sin embargo, una distribución ligeramente más homogénea en el sitio del SA, particularmente en el caso del estrato arbóreo que muestra el valor más bajo para el caso del predio.

Respecto del caso del indicador del estado de conservación, los resultados del Índice de Shannon-Wiener indican valores altos en el caso de los estratos arbustivo y herbáceo del predio, que es una consecuencia directa de la cantidad de especies encontradas en este caso; por el contrario, el estrato arbóreo presenta el valor más bajo de todos. Es importante indicar que en el SA se presenta un valor ligeramente por arriba del obtenido en el estrato arbustivo del predio y casi de un punto por arriba respecto al estrato arbóreo en el que el SA muestra mayor diversidad.

Sin embargo, tratando de hacer más eficiente la interpretación de la condición de conservación, el Índice de Pielou es más consistente que el de Shannon-Wiener dado que incorpora a H máxima para obtener su estimador, de tal manera que en ambos casos, tanto en el del predio de interés como en el del SAR, éste indicador ha dado resultados semejantes para cada uno de los estratos comparados, de tal manera que esto permite evidenciar y concluir que el estado de conservación de las áreas muestreadas es muy similar para cada caso de estratos, aunque es ligeramente mayor en el estrato arbóreo y arbustivo en el SA.

Índice de Valor de Importancia

Como este valor es un indicador de la importancia ecológica de cada especie, a continuación se presentan dichos valores de acuerdo al estrato en que se muestreó.

Estrato arbóreo

Nombre común	Especie	IVI	% IVI
Tzalam	Lysiloma latisiliquum	109.59	36.53
Chechen negro	Metopium brownei	50.15	16.72
Ya'axnik	Vitex gaumeri	29.21	9.74
Chicozapote	Manilkara sapota	25.37	8.46
Jabin	Piscidia piscipula	20.67	6.89
Dzidzilyah	Bumelia persimilis	12.30	4.10
Chaca	Bursera simaruba	7.89	2.63
Tsurutok	Bahuinia jenningsii	7.13	2.38
Kanazin	Lonchocarpus rugosus	4.62	1.54
Sac away	Ficus maxima	4.51	1.50
Boob	Coccoloba spicata	4.49	1.50
Pim	Ceiba schotti	4.36	1.45
Ciricote	Cordia dodecandra	3.49	1.16
Kantunchunbob	Coccoloba diversifolia	2.38	0.79
Pom	Protium copal	2.38	0.79

Estrato arbóreo

Nombre común	Especie	IVI	% IVI
Ya'axnik	Vitex gaumeri	64.53	21.51
Chechen negro	Metopium brownei	54.92	18.31
Chicozapote	Manilkara sapota	43.89	14.63
Sac away	Ficus maxima	25.76	8.59
Chaca	Bursera simaruba	16.21	5.40
Jabin	Piscidia piscipula	14.67	4.89
Copochi'b	Ficus cotinifolia	12.49	4.16
Negrilo	Simarouba glauca	7.24	2.41
Katalox	Swartzia cubensis	6.86	2.29
Ekuleb	Drypetes lateriflora	6.77	2.26
Tadzi	Neea psychotrioides	5.26	1.75
Sacpa	Byrsonima bucidaefolia	4.89	1.63
Ts'u'ts'uk	Diphysa carthaginensis	4.81	1.60
Bayal	Ottoschulzia pallida	4.80	1.60

Katalox	Swartzia cubensis	2.36	0.79
Ekuleb	Drypetes lateriflora	2.30	0.77
Huayuncox	Exothea diphylla	2.28	0.76
Negrilo	Simarouba glauca	2.28	0.76
Copochi'b	Ficus cotinifolia	2.25	0.75

Total general	300.00	100.00
----------------------	---------------	---------------

Estrato arbustivo

Nombre comun	Especie	IVI	% IVI
Kanazin	Lonchocarpus rugosus	30.67	10.22
Chaca	Bursera simaruba	25.04	8.35
Laurelillo	Nectanda salicifolia	22.77	7.59
Sac away	Ficus maxima	21.66	7.22
Mahajua	Hampea trilobata	21.59	7.20
Sac chaca	Dendropanax arboreus	16.55	5.52
Uchulche	Diospyrus verae-crucis	15.40	5.13
Ya'axnik	Vitex gaumeri	15.12	5.04
Silil	Dyospiros cuneata	13.64	4.55
Boob	Coccoloba spicata	12.57	4.19
Dzidzilche	Gymnopodium floribundum	11.68	3.89
Akitz	Thevetia gaumeri	11.10	3.70
Kantunbob	Melapodium gracile	5.79	1.93
Tzalam	Lysiloma latisiliquum	5.47	1.82
Dzidzilyah	Bumelia persimilis	5.37	1.79

Yaiti	Gymnanthes lucida	4.67	1.56
Sac niche	Calyptantes pallens	2.97	0.99
Flor de mayo	Plumeria rubra	2.55	0.85
Akitz	Thevetia gaumeri	2.50	0.83
Pakalche	Sideroxylon obtusifolium	2.50	0.83
Kantunchunbob	Coccoloba diversifolia	2.42	0.81
Boob	Coccoloba spicata	2.38	0.79
Kaniste	Pouteria campechiana	2.35	0.78
Kanazin	Lonchocarpus rugosus	2.31	0.77
Ciricote	Cordia didecandra	2.26	0.75
Total general:		300.00	100.00

Estrato arbustivo

Nombre comun	Especie	IVI	% IVI
Katalox	Swartzia cubensis	28.38	9.46
Ya'axnik	Vitex gaumeri	27.70	9.23
Chechen negro	Metopium brownei	21.88	7.29
Sac away	Ficus maxima	21.14	7.05
Ts'u'ts'uk	Diphysa carthaginensis	17.68	5.89
Perescutz	Croton reflexifolia	17.18	5.73
Kanazin	Lonchocarpus rugosus	16.02	5.34
Silil	Dyospiros cuneata	14.30	4.77
Chicozapote	Manilkara sapota	12.20	4.07
Jabin	Piscidia piscipula	10.85	3.62
Yaiti	Gymnanthes lucida	10.63	3.54
Dzidzilche	Gymnopodium floribundum	9.11	3.04
Boob	Coccoloba spicata	8.02	2.67
Pomolche	Jatropha gaumeri	7.55	2.52

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "A" PARA EL CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERENOS FORESTALES
"LOTIFICACIÓN CATANIA RESIDENCIAL"; BENITO JUAREZ, QUINTANA ROO

Katalox	Swartzia cubensis	4.40	1.47		Sac chaca	Dendropanax arboreus	5.87	1.96
Toh yub	Coccoloba acapulcensis	4.07	1.36		Laurelillo	Nectanda salicifolia	5.74	1.91
Perescutz	Croton reflexifolia	3.99	1.33		Chaca	Bursera simaruba	4.66	1.55
Jabin	Piscidia piscipula	3.78	1.26		Sac niche	Calyptantres pallens	4.58	1.53
Chauche	Laethia tamnia	3.54	1.18		Akitz	Thevetia gaumeri	4.56	1.52
Chok che	Pithecellobium stevensonii	3.26	1.09		Kanchunup	Thouinia paucidentata	4.37	1.46
Chi'keej	Chrysophyllum mexicanum	3.00	1.00		Bayal	Ottoschulzia pallida	4.29	1.43
Chocolatera	Ficus tecolutensis	2.83	0.94		Sacpa	Byrsonima bucidaefolia	4.11	1.37
Negrito	Simarouba glauca	2.75	0.92		Ciricote	Cordia didecandra	4.00	1.33
Sac niche	Calyptantres pallens	2.68	0.89		Mahajua	Hampea trilobata	3.87	1.29
Okin sucum	Kuanophyllum albicaulis	2.52	0.84		Ekuleb	Drypetes lateriflora	3.42	1.14
Pechqitan	Randia aculeata	2.37	0.79		Coc che	Crataeva tapia	3.31	1.10
Copochi'b	Ficus cotinifolia	2.34	0.78		Chit	Thrinax radiata	3.27	1.09
Ik bach	Allophylus cominia	2.25	0.75		Uspib	Couepia polyandra	2.83	0.94
Kekenche	Esembeckia pentaphylla	2.17	0.72		Nakax	Coccothrinax readii	2.60	0.87
Tasta'ab (manzanillo)	Guettarda combsii	2.14	0.71		Chacniche	Colubrina greggii var. yucatanensis	2.18	0.73
Pim	Ceiba schottii	1.91	0.64		Chi'keej	Chrysophyllum mexicanum	2.06	0.69
Chechen negro	Metopium brownei	1.56	0.52		Chocolatera	Ficus cotinifolia	2.02	0.67
Bec che	Hyppocratea excelsa	1.54	0.51		Tadzi	Neea psychotrioides	2.02	0.67
Pomolche	Jatropha gaumeri	1.54	0.51		Dzidzilyah	Sideroxylon salicifolium	1.94	0.65
Lengua de vaca	Sansevieria hyacinthoides	1.43	0.48		Uchulche	Diospyrus verar-crucis	1.94	0.65
Subin	Acacia cornigera	1.37	0.46		Yax xuul	Leochocarpus yucatanensis	1.89	0.63
Uspib	Couepia polyandra	1.29	0.43		Chok che	Pithecellobium stevensonii	1.83	0.61
Chacniche	Colubrina greggii var. yucatanensis	1.21	0.40			Total	300.00	100.00
Chicozapote	Manilkara sapota	1.16	0.39					
Tamay	Zuelania guidonia	1.15	0.38					
Bayal	Ottoschulzia pallida	1.13	0.38					
Tulipancillo	Malvabiscus arboreus	1.12	0.37					
Sipche	Bunchosia glandulosa	1.10	0.37					
	Total general	300.00	100.00					

Estrato herbáceo

Nombre comun	Especie	IVI	% IVI
Pechquitan	Randia aculeata	42.09	14.03
Boxcanan	Cydista potosina	35.38	11.79
Kanazin	Lonchocarpus rugosus	29.90	9.97
Tres lomos	Serjania goniocarpa	21.20	7.07
Laurelillo	Nectanda salicifolia	17.46	5.82
Uchulche	Diospyrus verae-crucis	17.46	5.82
Chok che	Pithecellobium stevensonii	12.51	4.17
Chechen negro	Metopium brownei	11.21	3.74
Xpaj sakán	Serjania adiantoides	9.99	3.33
Chen ak	Serjania yucatanensis	7.47	2.49
Chi'ibob	Coccoloba cozumelensis	7.47	2.49
Coke	Smilax spinosa	7.47	2.49
Dzidzilche	Gymnopodium floribundum	7.47	2.49
Elemuy	Malmea depressa	7.47	2.49
Sac niche	Calypantes pallens	7.47	2.49
Silil	Dyospiros cuneata	6.85	2.28
Katalox	Swartzia cubensis	6.25	2.08
Bayal	Ottoschulzia pallida	3.74	1.25
Boob	Coccoloba spicata	3.74	1.25
Chamalche	Parathesis cubana	3.74	1.25
Chicozapote	Manilkara sapota	3.74	1.25
Chi'keej	Chrysophyllum mexicanum	3.74	1.25
Maculis	Tabebuia rosea	3.74	1.25
Mahajua	Hampea trilobata	3.74	1.25
Sac chaca	Dendropanax arboreus	3.74	1.25

Estrato herbáceo

Nombre comun	Especie	IVI	% IVI
Pechquitan	Randia aculeata	83.27	27.76
Spaj sakán	Serjania adiantoides	45.50	15.17
Tzo bach	Stizophyllum riparium	44.55	14.85
Tres lomos	Serjania goniocarpa	34.54	11.51
Helecho	Pteridium caudatum	22.27	7.42
Coke	Smilax spinosa	17.43	5.81
Ek quish	Cydista sp.	14.20	4.73
Chi'it ku'uk	Catasetum integerrimum	12.69	4.23
Xkub	Aechmea bracteata	9.41	3.14
Box canan	Cydista potosina.	8.07	2.69
Sac ac	Arrabidaea floribunda	8.07	2.69
Total general		300.00	100.00

	Sipche	Bunchosia glandulosa	3.74	1.25
	Tadzi	Neea psychotrioides	3.74	1.25
	Tasta'ab (manzanillo)	Guettarda combsii	3.74	1.25
	Tzo bach	Stizophyllum riparium	3.74	1.25
		Total general	300.00	100.00

DISCUSIÓN:

Como se ha podido observar, la presencia de especies en los tres estratos corresponde a aquellas que son comúnmente localizadas en selvas medianas subperennifolias por lo que se tiene la certeza de que el ecosistema que resultará afectado por la propuesta del proyecto tiene presencia más allá de los límites del mismo predio y que prevalece como elemento importante del paisaje tanto en el sistema ambiental (SA) como en la subcuenca donde se ubica el predio.

Ahora bien, la preponderancia de cada especie estará en función de factores definitivamente naturales que tienen que ver con presencia del tipo y condición de suelo, así como por el grado de impactos tanto naturales como antropogénicos sucedidos en las áreas de muestreo.

Así las cosas, es de destacar que en el caso del estrato arbóreo es posible encontrar tanto en el SA como en el predio, la presencia de las especies de mayor relevancia en ambos casos, sin embargo, en el predio la especie *Lysiloma latisiliquum* se presenta como la más importante en tanto que para el SAo es otra leguminosa, en este caso *Vitex gaumeri*, ambas de condición heliófita. Otras especies como *Metopium browneii* y *Manilkara sapota* acompañan la estructura con orden de importancia parecidos en las dos zonas muestreadas. Es probable que una condición de suelo y humedad haga la diferencia.

Respecto al estrato arbustivo, la prevalencia de *Swartzia cubensis* en el caso del SA y de *Lonchocarpus rugosus* en el caso del predio da pauta a indicar que existen diferentes estadios de recuperación o en su caso, de diferentes niveles de intensidad de degradación.

No se registran especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 dentro del predio, mientras que en el SA se reporta a *Thrinax radiata*. Es importante destacar que se ha previsto un programa de rescate que habrá de incorporar todos los ejemplares que puedan encontrarse en el predio al momento de realizar los trabajos del proyecto.

Abundancia y densidad de arbolado	Se ha estimado que en total existen 19,160 individuos/Ha distribuidos en los tres estratos que integran la estructura vertical de la vegetación del predio.	Se ha estimado que en total existen 6,685 individuos/Ha distribuidos en los tres estratos que integran la estructura vertical de la vegetación del muestreo en el SA.
-----------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	<p>De manera general la especie <i>Lonchocarpus rugosus</i> se establece como la de mayor importancia ya que contribuye con el 11.89% de la densidad estimada para todas las especies.</p> <p>Estrato arbóreo.</p> <p>Para el caso del estrato arbóreo, que incluyen individuos con diámetro normal de 10 cm en adelante, se han contabilizado un número total de 203.7 individuos/Ha. La especie <i>Lysiloma latisiliquum</i> es sobresaliente en abundancia para este estrato.</p> <p>Estrato arbustivo</p> <p>Para el caso de este estrato se ha estimado con el muestreo, que existen alrededor de 8,175 individuos/ha de los cuales el 12.5% de estos individuos están aportados por la especie <i>Lonchocarpus rugosus</i>, que se destaca como la especie dominante en el estrato.</p> <p>Estrato herbáceo</p> <p>El estrato herbáceo cuenta con 10,781.2 individuos/Ha de los cuales el 11.6% está aportado por la especie <i>Lonchocarpus rugosus</i>, seguida por otras en orden de importancia como <i>Randia aculeata</i> y <i>Cydista potosina</i>.</p>	<p>Estrato arbóreo.</p> <p>Para el caso del estrato arbóreo se han contabilizado un número total de 117 individuos/Ha. La especies <i>Metopium browneii</i> es sobresaliente en abundancia junto con <i>Vitex gaumeri</i>.</p> <p>Estrato arbustivo</p> <p>Para el caso de este estrato se ha estimado con el muestreo, que existen de 2,768 individuos/ha de los cuales <i>Swartia cubensis</i>, <i>Croton reflexifolia</i>, <i>Diphysa carthaginensis</i> y <i>Ficus máxima</i> se destacan como las principales especies dominantes en el estrato.</p> <p>Estrato herbáceo</p> <p>Las dos especies sobresalientes para el estrato herbáceo son <i>Serjania adiantioides</i> y <i>Randia aculeata</i>, razón por la cual alcanzan los primeros sitios de importancia en el estrato dada su alta densidad.</p>
<p>DISCUSIÓN:</p> <p>La abundancia de individuos para el predio es evidentemente mayor que en el SA. En ambos casos, <i>Metopium browneii</i> aparece como la segunda especie importante en densidad para el estrato arbóreo.</p> <p>En el caso de los estratos arbustivo y herbáceo la cantidad es todavía mucho mayor en el predio que lo obtenido en el SA, lo que indica mayores espacios abiertos y condiciones para el crecimiento de especies heiófitas y oportunistas.</p>		

Cobertura del ecosistema	En el predio se registra una superficie total de 18.762 hectáreas de las cuales 18.656 hectáreas cuentan con una cobertura forestal de selva mediana subperennifolia con vegetación secundaria arbustiva en proceso de degradación que serán solicitada para el CUTF.	<p>El sistema ambiental SAR del proyecto cubre una superficie de 34,937 hectáreas de las cuales el 37.40% corresponde a selva mediana subperennifolia con vegetación secundaria arbustiva, de tal manera que la implementación del proyecto con el cambio de uso del suelo en 18.656 hectáreas sólo afectará el 0.05% del SA y el 0.11 de su superficie con este tipo de vegetación, aumentándose en consecuencia, este porcentaje a la cobertura de superficie con zona urbana del SA una vez que este concluido el proyecto.</p> <p>En este mismo sentido, al comparar la superficie a afectar (18.656 hectáreas) con la superficie de la subcuenca, tal afectación se vuelve puntual al considerar que la superficie del proyecto con CUSF corresponde apenas al 0.0014% de la superficie de la subcuenca.</p> <p>Adicionalmente a ello es necesario comentar que la subcuenca tiene un 92.58% de su superficie con cobertura forestal; que además el 74% de esa cobertura es de selvas medianas subperennifolias y que existe un 30% que tiene una condición de vegetación primaria, mientras que la de vegetación secundaria arbustiva sólo abarca el 7.2% de tal manera que el proyecto no estará afectando provocando el deterioro de este tipo de ecosistemas .</p>
---------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Cuadro No. 113 Comparativo de la Fauna Silvestre

Indicador	En el predio	En el SA																																										
Presencia y Riqueza específica (S)	Se registró un total de 21 especies repartidas en 13 órdenes y 18 familias. De las 21 especies, 3 representan al grupo de reptiles, 15 al grupo de aves y 3 para el grupo de mamíferos.	Se registraron un total de 23 especies de fauna silvestre dividida en tres grupos: reptiles, aves y mamíferos. Se tienen 10 Órdenes y 17 Familias. De los reptiles se registraron 7 especies distribuidas en 1 orden y 6 familias; de las aves fueron 10 especies repartidas en 5 órdenes y 7 familias y de mamíferos se observaron 6 especies de 5 familias y 4 ordenes distintos.																																										
Discusión	Se tiene un registro mayor de especies y familias en el SA con respecto al encontrado en el predio, aunque estos registros no son sustancialmente diferentes, ya que en el predio se tiene 21 especies y en el SA se registraron 23. La mayor variación se tiene para la presencia de Ordenes en que el predio reporta 13 órdenes, mientras que el SA reporta sólo 10 órdenes.																																											
Reptiles	<table border="1" data-bbox="373 719 980 951"> <thead> <tr> <th>Orden</th> <th>Familia</th> <th>Especie</th> <th>Nombre común</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">Squamata</td> <td>Polychrotidae</td> <td><i>Anolis sp</i></td> <td>Lagartija escamosa</td> </tr> <tr> <td>Colubridae</td> <td><i>Leptophis ahaetulla</i></td> <td>Ranera</td> </tr> <tr> <td>Corytophanidae</td> <td><i>Basiliscus basiliscus</i></td> <td>Teterete</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>3</td> <td>S=3</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Squamata	Polychrotidae	<i>Anolis sp</i>	Lagartija escamosa	Colubridae	<i>Leptophis ahaetulla</i>	Ranera	Corytophanidae	<i>Basiliscus basiliscus</i>	Teterete	1	3	S=3		<table border="1" data-bbox="1066 719 1892 1081"> <thead> <tr> <th>ORDEN</th> <th>FAMILIA</th> <th>Nombre común y científico</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SQUAMATA</td> <td>Polychrotidae</td> <td>Anolis café (<i>Anolis sagrei</i>)</td> </tr> <tr> <td>SQUAMATA</td> <td>Carytophanidae</td> <td>Basilisco rayado (<i>Basiliscus vittatus</i>)</td> </tr> <tr> <td>SQUAMATA</td> <td>Gekkonidae</td> <td>Cuija yucateca (<i>Coleonyx elegans</i>)</td> </tr> <tr> <td>SQUAMATA</td> <td>Colubridae</td> <td>Culebra lagartijera común (<i>Dryadophis melanolomus</i>)</td> </tr> <tr> <td>SQUAMATA</td> <td>Iguanidae</td> <td>Iguana espinosa rayada (<i>Ctenosaura similis</i>)</td> </tr> <tr> <td>SQUAMATA</td> <td>Colubridae</td> <td>Culebra bejuquillo (<i>Oxybelis aeneus</i>)</td> </tr> <tr> <td>SQUAMATA</td> <td>Boidae</td> <td>Boa (<i>Boa constrictor</i>)</td> </tr> </tbody> </table>	ORDEN	FAMILIA	Nombre común y científico	SQUAMATA	Polychrotidae	Anolis café (<i>Anolis sagrei</i>)	SQUAMATA	Carytophanidae	Basilisco rayado (<i>Basiliscus vittatus</i>)	SQUAMATA	Gekkonidae	Cuija yucateca (<i>Coleonyx elegans</i>)	SQUAMATA	Colubridae	Culebra lagartijera común (<i>Dryadophis melanolomus</i>)	SQUAMATA	Iguanidae	Iguana espinosa rayada (<i>Ctenosaura similis</i>)	SQUAMATA	Colubridae	Culebra bejuquillo (<i>Oxybelis aeneus</i>)	SQUAMATA	Boidae	Boa (<i>Boa constrictor</i>)
Orden	Familia	Especie	Nombre común																																									
Squamata	Polychrotidae	<i>Anolis sp</i>	Lagartija escamosa																																									
	Colubridae	<i>Leptophis ahaetulla</i>	Ranera																																									
	Corytophanidae	<i>Basiliscus basiliscus</i>	Teterete																																									
1	3	S=3																																										
ORDEN	FAMILIA	Nombre común y científico																																										
SQUAMATA	Polychrotidae	Anolis café (<i>Anolis sagrei</i>)																																										
SQUAMATA	Carytophanidae	Basilisco rayado (<i>Basiliscus vittatus</i>)																																										
SQUAMATA	Gekkonidae	Cuija yucateca (<i>Coleonyx elegans</i>)																																										
SQUAMATA	Colubridae	Culebra lagartijera común (<i>Dryadophis melanolomus</i>)																																										
SQUAMATA	Iguanidae	Iguana espinosa rayada (<i>Ctenosaura similis</i>)																																										
SQUAMATA	Colubridae	Culebra bejuquillo (<i>Oxybelis aeneus</i>)																																										
SQUAMATA	Boidae	Boa (<i>Boa constrictor</i>)																																										
Discusión	Se reporta mayor cantidad de especie en el SA muestreado, de las cuales dos especies están compartidas en ambos muestreos. Se registran por separado especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010.																																											
Aves	<table border="1" data-bbox="373 1190 1026 1424"> <thead> <tr> <th>Orden</th> <th>Familia</th> <th>Especie</th> <th>Nombre común</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4">Passeriforme</td> <td>Corvidae</td> <td><i>Cyanocorax yucatanicus</i></td> <td>Chara yucateca</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Icteridae</td> <td><i>Icterus auratus</i></td> <td>Bolsero yucateco</td> </tr> <tr> <td><i>Quiscalus mexicanus</i></td> <td>Zanate</td> </tr> <tr> <td>Emberizidae</td> <td><i>Arremonops rufivirgatus</i></td> <td>Gorrión olivaceo</td> </tr> </tbody> </table>	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Passeriforme	Corvidae	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Chara yucateca	Icteridae	<i>Icterus auratus</i>	Bolsero yucateco	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate	Emberizidae	<i>Arremonops rufivirgatus</i>	Gorrión olivaceo	<table border="1" data-bbox="1066 1190 1860 1424"> <thead> <tr> <th>ORDEN</th> <th>FAMILIA</th> <th>Nombre común y científico</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PASSERIFORMES</td> <td>Ictiridae</td> <td>Zanate mexicano (<i>Quiscalus mexicanus</i>)</td> </tr> <tr> <td>ACCIPITRIFORMES</td> <td>Cathartidae</td> <td>Chara yucateca (<i>Cyanocorax yucatanicus</i>)</td> </tr> <tr> <td>CRACIFORMES</td> <td>Cracidae</td> <td>Chachalaca común (<i>Ortalis vetula</i>)</td> </tr> </tbody> </table>	ORDEN	FAMILIA	Nombre común y científico	PASSERIFORMES	Ictiridae	Zanate mexicano (<i>Quiscalus mexicanus</i>)	ACCIPITRIFORMES	Cathartidae	Chara yucateca (<i>Cyanocorax yucatanicus</i>)	CRACIFORMES	Cracidae	Chachalaca común (<i>Ortalis vetula</i>)														
Orden	Familia	Especie	Nombre común																																									
Passeriforme	Corvidae	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Chara yucateca																																									
	Icteridae	<i>Icterus auratus</i>	Bolsero yucateco																																									
		<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate																																									
	Emberizidae	<i>Arremonops rufivirgatus</i>	Gorrión olivaceo																																									
ORDEN	FAMILIA	Nombre común y científico																																										
PASSERIFORMES	Ictiridae	Zanate mexicano (<i>Quiscalus mexicanus</i>)																																										
ACCIPITRIFORMES	Cathartidae	Chara yucateca (<i>Cyanocorax yucatanicus</i>)																																										
CRACIFORMES	Cracidae	Chachalaca común (<i>Ortalis vetula</i>)																																										

	<table border="1"> <tr> <td></td> <td>Tyrannidae</td> <td><i>Pitangus sulphuratus</i></td> <td>Luis grande</td> </tr> <tr> <td>Piciforme</td> <td>Ramphastidae</td> <td><i>Dryocopus lineatus</i></td> <td>Carpintero lineado</td> </tr> <tr> <td>Apodiforme</td> <td>Trochilidae</td> <td><i>Amazilia yucatanensis</i></td> <td>Colibrí pechicanelo</td> </tr> <tr> <td>Columbiforme</td> <td>Columbidae</td> <td><i>Zenaida asiatica</i></td> <td>Paloma alas blancas</td> </tr> <tr> <td>Psittaciforme</td> <td>Psittacidae</td> <td><i>Amazona albifrons</i></td> <td>Loro frentiblanco</td> </tr> <tr> <td>Galliforme</td> <td>Cracidae</td> <td><i>Ortalis vetula</i></td> <td>Chachalaca</td> </tr> <tr> <td>Falconiforme</td> <td>Accipitridae</td> <td><i>Falco sparverius</i></td> <td>Cernícalo americano</td> </tr> <tr> <td>Ciconiforme</td> <td>Cathartidae</td> <td><i>Cathartes aura</i></td> <td>Aura cabeza roja</td> </tr> <tr> <td>Accipitriforme</td> <td>Accipitridae</td> <td><i>Buteo magnirostris</i></td> <td>Aguililla caminera</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Caprimulgiforme</td> <td rowspan="2">Caprimulgidae</td> <td><i>Caprimulgus badius</i></td> <td>Tapacamino huil</td> </tr> <tr> <td><i>Chordeiles acutipennis</i></td> <td>Chotacabras menor</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>13</td> <td>S=15</td> <td></td> </tr> </table>		Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis grande	Piciforme	Ramphastidae	<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero lineado	Apodiforme	Trochilidae	<i>Amazilia yucatanensis</i>	Colibrí pechicanelo	Columbiforme	Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma alas blancas	Psittaciforme	Psittacidae	<i>Amazona albifrons</i>	Loro frentiblanco	Galliforme	Cracidae	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca	Falconiforme	Accipitridae	<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo americano	Ciconiforme	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Aura cabeza roja	Accipitriforme	Accipitridae	<i>Buteo magnirostris</i>	Aguililla caminera	Caprimulgiforme	Caprimulgidae	<i>Caprimulgus badius</i>	Tapacamino huil	<i>Chordeiles acutipennis</i>	Chotacabras menor	10	13	S=15		<table border="1"> <tr> <td>PASSERIFORMES</td> <td>Tyrannidae</td> <td>Tirano dorso negro (<i>Tyrannus tyrannus</i>)</td> </tr> <tr> <td>PASSERIFORMES</td> <td>Tytiridae</td> <td>Titira enmascarada (<i>Tytira semifasciata</i>)</td> </tr> <tr> <td>PASSERIFORMES</td> <td>Mimidae</td> <td>Cenzontle tropical (<i>Mimus gilvus</i>)</td> </tr> <tr> <td>PASSERIFORMES</td> <td>Tyrannidae</td> <td>Tirano tropical (<i>Tyrannus melancholicus</i>)</td> </tr> <tr> <td>PASSERIFORMES</td> <td>Icteridae</td> <td>Bolsero yucateco (<i>Icterus auratus</i>)</td> </tr> <tr> <td>CICONIIFORMIS</td> <td>Cathartidae</td> <td>Zopilote negro (<i>Coragyps atratus</i>)</td> </tr> <tr> <td>TROGONIFORMIS</td> <td>Trogonidae</td> <td>Trogón cabeza negra (<i>Trogon melanocephalus</i>)</td> </tr> </table>	PASSERIFORMES	Tyrannidae	Tirano dorso negro (<i>Tyrannus tyrannus</i>)	PASSERIFORMES	Tytiridae	Titira enmascarada (<i>Tytira semifasciata</i>)	PASSERIFORMES	Mimidae	Cenzontle tropical (<i>Mimus gilvus</i>)	PASSERIFORMES	Tyrannidae	Tirano tropical (<i>Tyrannus melancholicus</i>)	PASSERIFORMES	Icteridae	Bolsero yucateco (<i>Icterus auratus</i>)	CICONIIFORMIS	Cathartidae	Zopilote negro (<i>Coragyps atratus</i>)	TROGONIFORMIS	Trogonidae	Trogón cabeza negra (<i>Trogon melanocephalus</i>)
	Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis grande																																																																		
Piciforme	Ramphastidae	<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero lineado																																																																		
Apodiforme	Trochilidae	<i>Amazilia yucatanensis</i>	Colibrí pechicanelo																																																																		
Columbiforme	Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma alas blancas																																																																		
Psittaciforme	Psittacidae	<i>Amazona albifrons</i>	Loro frentiblanco																																																																		
Galliforme	Cracidae	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca																																																																		
Falconiforme	Accipitridae	<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo americano																																																																		
Ciconiforme	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Aura cabeza roja																																																																		
Accipitriforme	Accipitridae	<i>Buteo magnirostris</i>	Aguililla caminera																																																																		
Caprimulgiforme	Caprimulgidae	<i>Caprimulgus badius</i>	Tapacamino huil																																																																		
		<i>Chordeiles acutipennis</i>	Chotacabras menor																																																																		
10	13	S=15																																																																			
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Tirano dorso negro (<i>Tyrannus tyrannus</i>)																																																																			
PASSERIFORMES	Tytiridae	Titira enmascarada (<i>Tytira semifasciata</i>)																																																																			
PASSERIFORMES	Mimidae	Cenzontle tropical (<i>Mimus gilvus</i>)																																																																			
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Tirano tropical (<i>Tyrannus melancholicus</i>)																																																																			
PASSERIFORMES	Icteridae	Bolsero yucateco (<i>Icterus auratus</i>)																																																																			
CICONIIFORMIS	Cathartidae	Zopilote negro (<i>Coragyps atratus</i>)																																																																			
TROGONIFORMIS	Trogonidae	Trogón cabeza negra (<i>Trogon melanocephalus</i>)																																																																			
Discusión	<p>Existe un mayor cantidad de especies reportadas en el predio con respecto al SA; lo anterior es posible que suceda debido a la existencia de una alta cantidad de especies vegetales arbustivas y herbáceas que pueden estar ofreciendo fuentes de alimentación en cantidad y diversidad con respecto al sitio muestreado en el SA. Las especies Quiscalus mexicanus, Cyanocorax yucatanicus y Ortalis vetula figuran como las especies más dominantes en ambas condiciones de muestreo; las tres son especies consideradas como resilientes a disturbios y a la actividad humana, de ahí que estén presentes en ambos sitios de muestreo.</p>																																																																				
Mamíferos	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Orden</th> <th>Familia</th> <th>Especie</th> <th>Nombre común</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">Chiroptera</td> <td rowspan="2">Phyllostomidae</td> <td><i>Artibeus lituratus</i></td> <td>Murciélago frutero gigante</td> </tr> <tr> <td><i>Artibeus jamaicensis</i></td> <td>Murciélago frutero de Jamaica</td> </tr> <tr> <td>Rodentia</td> <td>Dasyproctidae</td> <td><i>Dasyprocta punctata</i></td> <td>Sereque</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>2</td> <td>S=3</td> <td></td> </tr> <tr> <td>13</td> <td>18</td> <td>S=21</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Artibeus lituratus</i>	Murciélago frutero gigante	<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murciélago frutero de Jamaica	Rodentia	Dasyproctidae	<i>Dasyprocta punctata</i>	Sereque	2	2	S=3		13	18	S=21		<table border="1"> <thead> <tr> <th>ORDEN</th> <th>FAMILIA</th> <th>Nombre común y científico</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CARNIVORA</td> <td>Procyonidae</td> <td>Tejón (<i>Nasua narica</i>)</td> </tr> <tr> <td>RODENTIA</td> <td>Muridae</td> <td>Rata negra (<i>Rattus rattus</i>)</td> </tr> <tr> <td>RODENTIA</td> <td>Cricetidae</td> <td>Ratón yucateco (<i>Peromyscus yucatanicus</i>)</td> </tr> <tr> <td>RODENTIA</td> <td>Procyonidae</td> <td>Sereque (<i>Dasyprocta punctata</i>)</td> </tr> <tr> <td>DIDELPHIMORPHA</td> <td>Didelphidae</td> <td>Tlacuache compun (<i>Didelphys marsupialis</i>)</td> </tr> <tr> <td>CARNIVORA</td> <td>Canidae</td> <td>Zorra gris (<i>Urocyon cinereoargenteus</i>)</td> </tr> </tbody> </table>	ORDEN	FAMILIA	Nombre común y científico	CARNIVORA	Procyonidae	Tejón (<i>Nasua narica</i>)	RODENTIA	Muridae	Rata negra (<i>Rattus rattus</i>)	RODENTIA	Cricetidae	Ratón yucateco (<i>Peromyscus yucatanicus</i>)	RODENTIA	Procyonidae	Sereque (<i>Dasyprocta punctata</i>)	DIDELPHIMORPHA	Didelphidae	Tlacuache compun (<i>Didelphys marsupialis</i>)	CARNIVORA	Canidae	Zorra gris (<i>Urocyon cinereoargenteus</i>)																								
Orden	Familia	Especie	Nombre común																																																																		
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Artibeus lituratus</i>	Murciélago frutero gigante																																																																		
		<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murciélago frutero de Jamaica																																																																		
Rodentia	Dasyproctidae	<i>Dasyprocta punctata</i>	Sereque																																																																		
2	2	S=3																																																																			
13	18	S=21																																																																			
ORDEN	FAMILIA	Nombre común y científico																																																																			
CARNIVORA	Procyonidae	Tejón (<i>Nasua narica</i>)																																																																			
RODENTIA	Muridae	Rata negra (<i>Rattus rattus</i>)																																																																			
RODENTIA	Cricetidae	Ratón yucateco (<i>Peromyscus yucatanicus</i>)																																																																			
RODENTIA	Procyonidae	Sereque (<i>Dasyprocta punctata</i>)																																																																			
DIDELPHIMORPHA	Didelphidae	Tlacuache compun (<i>Didelphys marsupialis</i>)																																																																			
CARNIVORA	Canidae	Zorra gris (<i>Urocyon cinereoargenteus</i>)																																																																			

Discusión	Se tiene una mayor diversidad de mamíferos en el SA, incluida la especie <i>Dasyprocta punctata</i> que se registró en el predio del proyecto. La mayor diversidad en el sitio del SA es posible por la presencia de residuos sólidos que se han encontrado en la zona y que hay especies resilientes como <i>Nassua narica</i> , <i>Rattus rattus</i> y <i>Peromyscus yucatanicus</i> e inclusive <i>Didelphys marsupiales</i> , por lo que hay una respuesta a condiciones y factores antrópicos en este caso.	
Especies en NOM-059-SEMARNAT-2010.	Se reportan en el predio a <i>Amazona albifrons</i> (Loro frentiblanco) y <i>Leptophis ahaetulla</i> (Ranera) en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Para el caso del SA se reportan <i>Ctenosaura similis</i> (iguana rayada) y <i>Boa constrictor</i> para el caso del SA. La ejecución del programa de rescate de fauna silvestre prevé acciones específicas para garantizar la sobrevivencia de diversas especies, entre ellas, las listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.	

Como conclusión de éste análisis se deja patente que la biodiversidad del ecosistema existente no se pierde con la implementación del proyecto y mucho menos se pone en riesgo en el contexto del Sistema Ambiental y de la Sucuencia, considerando los siguientes argumentos:

- El predio se encuentra en una zona de expansión y crecimiento de la ciudad de Cancún que ha provocado la fragmentación y deterioro de la cobertura forestal de la zona, lo cual ya ha sido demostrado en los capítulos correspondientes.
- La zona del proyecto cuenta con vegetación de selva mediana subperenifolia secundaria arbustiva en proceso de deterioro debido al impacto de fenómenos naturales y a la presión antropogénica por la cercanía con la ciudad de Cancún.
- El estado de conservación del predio es bajo y mantiene una condición similar o más deteriorada que lo encontrado en otras áreas del SA por lo que las especies presentes en ambos casos varían poco entre las zonas de muestreo.
- La cobertura del ecosistema de selva mediana tanto en el SA como en la subcuenca donde se ubica el predio permiten establecer que la afectación del proyecto por el cambio de uso del suelo es puntual y no reduce ni pondrá en riesgo la biodiversidad de este tipo de ecosistema dada su amplia distribución.
- El proyecto prevé la implementación de un programa de rescate de flora y reforestación, así como un programa de rescate de fauna, por lo que las especies de importancia ecológica se incluyen en la estrategia de rescate y reubicación.
- Se mantendrá un 20.2% con áreas jardinadas que contarán con vegetación arbórea, lo cual permitirá tener zonas de refugio para la fauna silvestre y la conservación de especies vegetales in situ, que será reforzada con actividades de reforestación con especies obtenidas en el rescate de flora.

Por lo anterior podemos concluir que con la implementación del proyecto no se pone en riesgo la biodiversidad de la flora y fauna y su distribución a nivel local por lo anterior se cumple con uno de los supuestos que establece el artículo 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

XII.1.2. No se provocara la erosión de los suelos.

Esta evaluación ya fue realizada en el capítulo anterior, sin embargo con el fin de cubrir el criterio para justificar que la implementación del proyecto no provocara la erosión de los suelos, se vuelve a presentar parte de dicha información.

En la degradación de suelos se reconocen dos procesos:

- 1) El que implica el desplazamiento del material del suelo, que tiene como agente causal a la erosión hídrica y la eólica y,
- 2) El que se refleja en un detrimento de la calidad del suelo, tal como la degradación química y la biológica (física).

La erosión hídrica es el desprendimiento de las partículas del suelo bajo la acción del agua, dejándolo desprotegido y alterando su capacidad de infiltración, lo que propicia el escurrimiento superficial.

Este tipo de erosión presenta dos modalidades, la primera con pérdida de la capa superficial, que ocurre cuando el agua fluye en forma más o menos homogénea por una zona arrastrando la capa superior del suelo que es la que contiene más nutrientes y materia orgánica, reduciendo su fertilidad. La segunda se presenta cuando el flujo del agua se concentra en un cauce donde la erosión es más rápida, de modo que va abriendo una zanja cada vez más profunda, conocida como "cárcava", en cuyo caso se dice que hay deformación del terreno.

De acuerdo a un estudio realizado por la SEMARNAT y el Colegio de Posgraduados sobre la Evaluación de la degradación de los suelos, elaborado en el 2003, publicado en la página de SEMARNAT se establece que en el estado de Quintana Roo, no existe Erosión Hídrica.

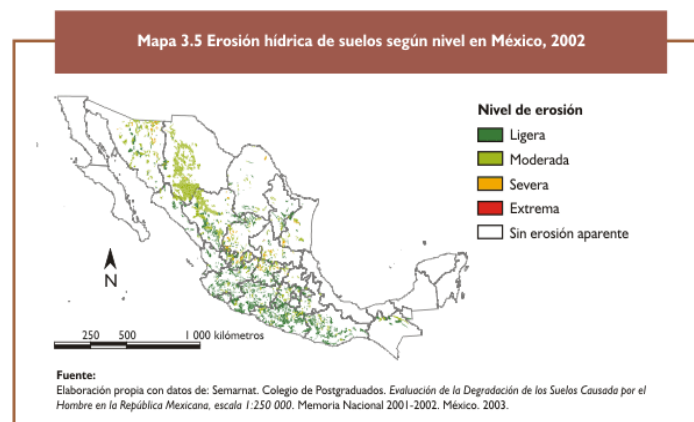


Figura No. 97 Niveles de erosión hídrica en la República mexicana

Tabla 3.1 Erosión hídrica actual por entidad federativa, 2002

Entidad federativa	Erosión hídrica actual					
	Deformación del terreno		Pérdida del suelo superficial		Superficie estatal afectada	
	Superficie (ha)	Proporción (%)	Superficie (ha)	Proporción (%)	Superficie (ha)	Proporción (%)
Aguascalientes	20 465	3.68	1 12 505	20.21	132 971	23.88
Baja California	3 136	0.04	4 203	0.06	7 339	0.10
Baja California Sur	1 065	0.02	1 188	0.02	2 253	0.03
Campeche	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Chiapas	42 903	0.58	325 862	4.43	368 764	5.01
Chihuahua	35 428	0.14	2 925 502	11.84	2 960 930	11.99
Coahuila	109 326	0.73	497 143	3.30	606 468	4.03
Colima	5 811	1.04	113 461	20.32	119 273	21.36
Distrito Federal	752	0.51	16 259	11.01	17 010	11.52
Durango	208 898	1.71	2 611 398	21.38	2 820 297	23.09
Guanajuato	105 375	3.47	605 018	19.94	710 394	23.41
Guerrero	351 919	5.53	1 652 607	25.99	2 004 527	31.53
Hidalgo	10 938	0.53	121 750	5.89	132 688	6.41
Jalisco	183 615	2.35	1 736 571	22.27	1 920 186	24.62
México	160 306	7.22	388 710	17.50	549 017	24.72
Michoacán	245 194	4.20	1 303 496	22.34	1 548 691	26.54
Morelos	12 506	2.57	52 028	10.67	64 534	13.24
Nayarit	5 052	0.18	486 318	17.57	491 369	17.76
Nuevo León	103 224	1.62	568 464	8.94	671 688	10.56
Oaxaca	232 105	2.51	1 443 216	15.60	1 675 321	18.11
Puebla	106 379	3.12	233 962	6.86	340 341	9.99
Querétaro	11 614	1.00	151 591	13.12	163 205	14.12
Quintana Roo	0	0.00	0	0.00	0	0.00
San Luis Potosí	80 292	1.33	355 451	5.87	435 743	7.20
Sinaloa	42 172	0.77	827 323	15.06	869 495	15.82
Sonora	162 450	0.90	2 157 706	11.96	2 320 156	12.86
Tabasco	592	0.02	56 559	2.30	57 151	2.33
Tamaulipas	120 321	1.56	498 290	6.47	618 611	8.03
Tlaxcala	21 239	5.35	51 461	12.96	72 701	18.31
Veracruz	2 933	0.04	57 381	0.81	60 314	0.85
Yucatán	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Zacatecas	290 611	3.89	760 137	10.19	1 050 748	14.08
Nacional	2 676 622	1.38	20 115 562	10.38	22 792 184	11.77

Fuente: Semarnat. Colegio de Postgraduados. Evaluación de la Degradación de los Suelos Causada por el Hombre en la República Mexicana, escala 1:250 000. Memoria Nacional 2001-2002. México, 2003.

Figura No. 98 Estadística de los Niveles de erosión hídrica en la República mexicana

Quando el viento es el agente que provoca la erosión, ésta se conoce como erosión eólica y afecta poco más del 9% del territorio nacional (17.6 millones de hectáreas), sin embargo este tipo de degradación no se presenta en el estado de Quintana Roo, o en su defecto es mínima por lo que no se ha cuantificado, es por esta razón que se reporta en ceros.

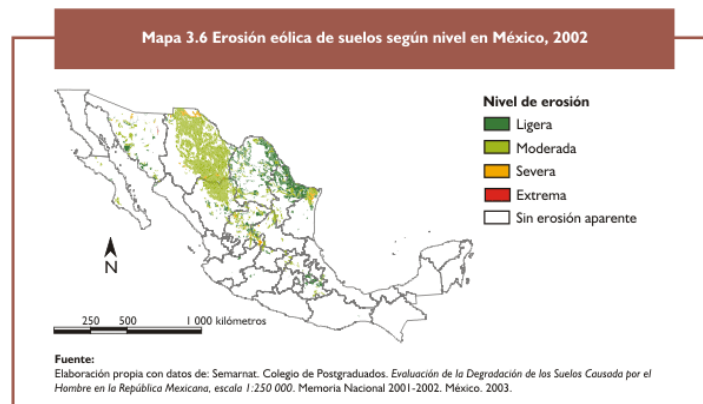


Figura No. 99 Niveles de erosión eólica en la República mexicana

Tabla 3.2 Erosión eólica actual por entidad federativa, 2002

Entidad federativa	Erosión eólica actual					
	Deformación del terreno		Pérdida del suelo superficial		Superficie estatal afectada	
	Superficie (ha)	Proporción (%)	Superficie (ha)	Proporción (%)	Superficie (ha)	Proporción (%)
Agascalientes	0	0.00	69 350	12.45	69 350	12.45
Baja California	0	0.00	20 371	0.28	20 371	0.28
Baja California Sur	0	0.00	84 334	1.22	84 334	1.22
Campeche	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Chiapas	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Chihuahua	0	0.00	6 401 006	25.91	6 401 006	25.91
Coahuila	30 013	0.20	2 052 245	13.64	2 082 258	13.84
Colima	0	0.00	15 523	2.78	15 523	2.78
Distrito Federal	0	0.00	2 283	1.55	2 283	1.55
Durango	470	0.00	2 113 867	17.31	2 114 337	17.31
Guanajuato	0	0.00	247 150	8.14	247 150	8.14
Guerrero	0	0.00	54 803	0.86	54 803	0.86
Hidalgo	2 536	0.12	1 111 764	5.40	1 114 301	5.53
Jalisco	0	0.00	209 082	2.68	209 082	2.68
México	0	0.00	106 964	4.82	106 964	4.82
Michoacán	0	0.00	187 491	3.21	187 491	3.21
Morelos	0	0.00	21 865	4.49	21 865	4.49
Nayarit	0	0.00	10 160	0.37	10 160	0.37
Nuevo León	0	0.00	1 200 395	18.87	1 200 395	18.87
Oaxaca	0	0.00	44 719	0.48	44 719	0.48
Puebla	43 805	1.29	289 448	8.49	333 252	9.78
Querétaro	0	0.00	83 801	7.25	83 801	7.25
Quintana Roo	0	0.00	0	0.00	0	0.00
San Luis Potosí	0	0.00	454 523	7.51	454 523	7.51
Sinaloa	2 732	0.05	23 459	0.43	26 191	0.48
Sonora	1	0.00	1 284 953	7.12	1 284 954	7.12
Tabasco	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Tamaulipas	0	0.00	1 045 691	13.58	1 045 691	13.58
Tlaxcala	0	0.00	103 742	26.13	103 742	26.13
Veracruz	0	0.00	48 863	0.69	48 863	0.69
Yucatán	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Zacatecas	4 950	0.07	1 205 734	16.16	1 210 685	16.22
Nacional	84 507	0.04	17 493 587	9.03	17 578 094	9.07

Fuente:
 Semarnat, Colegio de Postgraduados, Evaluación de la Degradación de los Suelos Causada por el Hombre en la República Mexicana, escala 1:250 000, Memoria Nacional 2001-2002, México, 2003.

Figura No. 100 Estadística de los Niveles de erosión eólica en la República mexicana

La degradación química del suelo está muy asociada a la intensificación de la agricultura en los últimos años. En prácticamente todos los suelos del país que muestran degradación química ésta se debe a la reducción de su fertilidad por pérdida de nutrientes. La península de Yucatán (principalmente el estado de Yucatán) y amplias zonas de las planicies de Sinaloa y Tabasco muestran de manera importante este tipo de degradación.

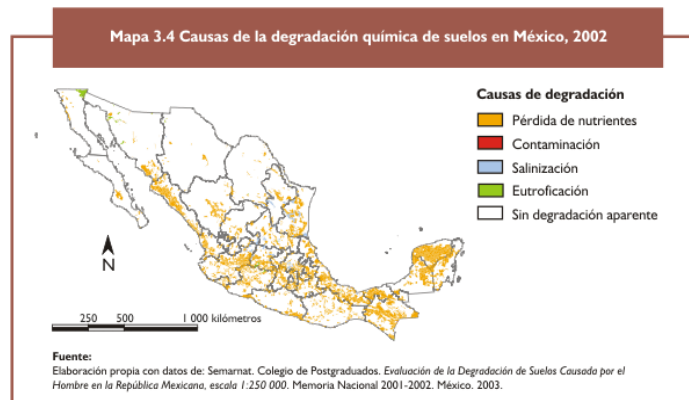


Figura No. 101 Niveles de degradación química en la República mexicana

En el estado de Quintana Roo, sin embargo solo esta reportada este tipo de degradación principalmente en las zonas agropecuarias de la parte centro sur del estado

Por último, la degradación física se refiere principalmente a la pérdida de la capacidad del sustrato para absorber y almacenar agua. Esto ocurre cuando el suelo se compacta (por ejemplo, por el tránsito de vehículos o animales), se endurece (encostramiento) **o es recubierto (urbanización)**. Aunque este tipo de degradación no afecta grandes extensiones del país, si es importante debido a su alto impacto, ya que es un proceso prácticamente irreversible. La superficie afectada deriva en la pérdida de la función productiva de estos terrenos. Para el estado de Quintana Roo, esta degradación se da principalmente en las áreas Urbanas y en las Carreteras.¹⁸

José Ibáñez (2006)¹⁹ establecen que la **degradación física** de los suelos viene propiciada por la pérdida de materia orgánica y/o el efecto del tránsito de la maquinaria pesada, y/o por eliminar la cobertura vegetal y permitir que el suelo quede desnudo frente al impacto de las gotas de lluvia. Obviamente la acción conjugada de los tres procesos genera que se refuercen unos a otros, afectando negativamente a sus propiedades hidrológicas (disminución de la infiltración del agua en el suelo y promoviendo la escorrentía superficial) y como corolario favoreciendo los procesos de erosión.

Los efectos se acentúan cuando la estructura de los agregados del suelo es deficiente, por la ausencia de materia orgánica y/o por padecer de una textura descompensada (suelos muy arcillosos, pero especialmente en los que poseen sobreabundancia de limos). La estabilidad de los agregados y su resiliencia frente al impacto de las gotas de lluvia, resulta ser pues una propiedad de suma importancia.

Sin embargo, debido a las características del proyecto que se pretende implementar, el cual corresponde a una lotificación y su urbanización, se puede determinar que la afectación a los suelos solo corresponde al sellamiento del suelo, y equivale a un proceso de degradación y no a un proceso de erosión de suelos.

Tal como se ha establecido en el capítulo V en el predio no existe pendientes fuertes ya que en promedio corresponde al 1%, por lo que no se tienen las condiciones de que exista una degradación hídrica.

¹⁸ Página semarnat.gob.mx/dgeia/informe_04/03_suelos/cap3_1.html

¹⁹ Artículo Costras y Sellados del Suelo: La Degradación Física de la Superficie del Suelo Publicado por [Juan José Ibáñez](#) el 27 diciembre, 2006 pag. www.madrimasd.org/blogs/universo/2006/12/27/56014

Sin embargo, debido a las características del proyecto que se pretende implementar, el cual corresponde a una lotificación y su urbanización, que se establecerá y arovechará poco más en poco más del 91% de la superficie del predio, y que las áreas donde se realizara el despalme, por el cambio de uso de suelo que nos ocupa y donde se realizara la implementación de la infraestructura no generara erosión de los suelos debido a que el promovente, inmediatamente después de la remoción de la vegetación iniciara la construcción de las obras que conllevan al proyecto con lo cual se realiza el proceso de sellado; por otra parte el proceso de cambio de uso de suelo se llevara en forma paulatina conforme se tenga el avance de las obras para evitar la exposición prolongada de las superficies y aminorar la dispersión de las partículas de polvo por el viento. por otra parte con el fin de determinar, si la alteración de las condiciones naturales del predio, puede elevar el riesgo de pérdida de suelo, y su afectación es moderada, es por esta razón que con el fin de corroborar lo antes mencionado se realiza el cálculo de erosión con base a formula de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo, desarrollada por Wischemeier y Smith (1978)

Metodología para el cálculo de la pérdida de suelo en la cuenca (La Ecuación Universal de Pérdida de Suelos, USLE)

La Ecuación Universal de Pérdida de Suelos, USLE, fue desarrollada por Wischmeier (1978), como una metodología para la estimación de la erosión laminar en parcelas pequeñas. Luego de varias modificaciones la ecuación se presenta como una metodología de gran utilidad en la planificación de obras de conservación de suelos.

Se ha considerado que la USLE (Wischmeier, 1978), hasta el momento, representa la metodología más idónea para el cálculo de las pérdidas de suelo en tierras agrícolas; por ello, se ha utilizado esta metodología como una guía para la evaluación de acciones en manejo de cuencas, en especial aquellas que conllevan a un cambio del uso de la tierra y manejo de suelos.

$$E = R * K * L * S * C * P$$

Donde:

E = Erosión del suelo en toneladas por hectárea por año (ton/ha, año).

R = Erosividad de la lluvia. Mj/ha (Megajoules/hectárea) mm/hr(milímetros/hora).

K = Erosionabilidad del suelo.

LS = Longitud y grado de pendiente.

C = Factor de vegetación.

P = Factor de prácticas mecánicas.

La erosión potencial se estima con la siguiente ecuación:

$$E_p = R * K * L * S$$

La erosión actual se estima utilizando la ecuación $E_p = R * K * L * S$ que considera los factores inmodificables R, K, L y S.

Los factores de protección como son la vegetación y las prácticas y obras de manejo para reducir las pérdidas de suelo se pueden modificar C y P.

Para utilizar este modelo, se han propuesto diferentes metodologías para estimar cada una de las variables, Wischmeier y Smith (1978) ó FAO (1980) por mencionar algunas; sin embargo la aplicación de algunas de ellas en el campo es difícil de realizar por no contar con la información necesaria. Para evitar estos problemas, en seguida se presenta una metodología simplificada y adecuada para utilizarse en nuestro país.

Erosividad de la lluvia

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

Para estimar este factor Cortés (1991) estimó el índice de erosividad para un evento para las diferentes regiones de la República Mexicana y reporta valores de erosividad que varían de 500 a 29 mil Megajoules mm/ha hr año. El propone catorce modelos de regresión a partir de datos de precipitación media anual (p) para estimar el valor de R de la EUPS.

Cuadro No. 114 Modelos de regresión para estimar el índice de erosividad

Ecuaciones	
p= precipitación promedio anual (mm)	
Región	Ecuación
1	$R=1.20785p+0.002276p^2$
2	$R=3.45552p+0.006470p^2$
3	$R=3.67516p+0.001720p^2$
4	$R=2.89594p+0.002983p^2$
5	$R=3.48801p+0.000188p^2$
6	$R=6.68471p+0.001680p^2$
7	$R=0.03338p+0.006661p^2$
8	$R=1.99671p+0.003270p^2$
9	$R=7.04579p+0.002096p^2$
10	$R=6.89375p+0.000442p^2$
11	$R=3.77448p+0.004540p^2$
12	$R=2.46190p+0.006067p^2$
13	$R=10.74273p+0.001008p^2$
14	$R=1.50046p+0.002640p^2$

De acuerdo al cuadro anterior, donde se establecen las fórmulas de las 14 regiones con diferente grado de erosividad y tomando en cuenta la ubicación del proyecto, se establece que para el caso de la península de Yucatán le corresponde la **Región XI, con la ecuación $R = 3.7748P + 0.004540P^2$** , lo cual le corresponde también al municipio de Benito Juárez del estado de Quintana Roo, la ecuación para determinar el factor R corresponde a:

$$R=3.77448p+0.004540p^2$$

Considerando una precipitación media anual de 1,302.2 mm²⁰., este será el valor de P. Por lo anterior y sustituyendo los datos tenemos que:

$$R = 3.77448 (1,302.2) + 0.004540 (1,302.2)^2$$

$$R = 4,915.1278 + 7,698.5907$$

R= 12,613.72 Mj/ha mm/hr.

Erosionabilidad del suelo (K):

Es la susceptibilidad del suelo a erosionarse; a mayor erosionabilidad, menor resistencia a la acción de los agentes erosivos. La susceptibilidad de los suelos a erosionarse depende del tamaño de las partículas del suelo, del contenido de materia orgánica, de la estructura del suelo y en especial del tamaño de los agregados y de la permeabilidad.

Para su estimación se utilizan fórmulas complicadas; para condiciones de campo se recomienda el uso del siguiente cuadro, para que con datos de la textura de los suelos y contenido de materia orgánica, se estime el valor de erosionabilidad (K).

Cuadro No. 115 Valores de K en base a textura y % de materia orgánica del suelo.

Valores de erosionabilidad de los suelos (K) estimado en función de la textura y el contenido de materia orgánica (Morgan 1986).			
Textura	% de materia orgánica		
	0.0 – 0.5	0.5 2.0	2.0-4.0
Arena	0.005	0.003	0.002
Arena fina	0.0016	0.014	0.01
Arena muy fina	0.042	0.036	0.028
Arena migajosa	0.01	0.01	0.008
Arena fina migajosa	0.024	0.02	0.016
Arena muy fina migajosa	0.044	0.038	0.03
Migajón arenosa	0.027	0.024	0.019
Migajón arenosa fina	0.035	0.03	0.024
Migajón arenosa muy fina	0.047	0.041	0.033
Migajón	0.038	0.034	0.029
Migajón limoso	0.048	0.042	0.033
Limo	0.06	0.052	0.042
Migajón arcillo arenosa	0.027	0.025	0.021
Migajón arcillosa	0.028	0.025	0.021
Migajón arcillo limosa	0.037	0.032	0.026
Arcillo arenosa	0.014	0.013	0.012
Arcillo limosa	0.025	0.023	0.019
Arcilla	0.013-0.029		

²⁰ Valor tomado de la estación 23155, ubicada en Cancún durante el periodo 1951-2010

El suelo del área propuesta para el Cambio de Uso de Suelo, corresponde al grupo de Leptosoles (conforme a la carta edafológica del INEGI), es un suelo caracterizado suelo permeable, calcáreo con arcilla, textura media, la vegetación está constituida principalmente por selvas; al consultar la guía para la interpretación de cartografía de edafología, señala que este tipo de suelo y de acuerdo con la tabla de Erosionabilidad de los suelos, el porcentaje de materia orgánica va de 0.013-0.029; para el presente ejercicio se considera **el valor de K = 0.013**, en virtud de que es un área que no cuenta con abundante materia orgánica.

Longitud y Grado de pendiente (LS)

La pendiente del terreno afecta los escurrimientos superficiales imprimiéndoles velocidad. El tamaño de las partículas así como la cantidad de material que el escurrimiento puede desprender o llevar en suspensión, son una función de la velocidad con la que el agua fluye sobre la superficie.

A su vez, la velocidad depende del grado de longitud de la pendiente (Ríos, 1987). En igualdad de condiciones, conforme se incrementa el grado de pendiente, el agua fluye más rápido y en consecuencia el tiempo para la infiltración del agua al suelo es menor.

Para estimar estos valores es necesario primero determinar la pendiente media del terreno, que se obtiene determinando la diferencia de elevación del punto más alto del terreno al más bajo entre la longitud del terreno, por lo que la fórmula resulta ser la siguiente:

$$s = (H_f - H_i) / L$$

Donde:

s: Grado de pendiente (%).

H_f: Altura más elevada del terreno (m) = 7.25 m.

H_i: Altura más baja del terreno (m) = 3.25.0 m

L: Longitud del terreno (m). = 570 m

Por lo que

$$s = (7.25 - 3.25) / 570 = 0.00702$$

$$s = \underline{\underline{0.00702 * 100}}$$

$$s = \underline{\underline{0.702\%}}$$

De acuerdo a los datos de campo, el área solicitada para el CUSTF y sustituyendo los datos de la fórmula antes mencionada, se determinó el grado de la pendiente con 0.70%, de tal manera que el valor de $m = 0.2$ de acuerdo a la categorización de pendientes establecida por Wischmeier.

Grado de pendiente (%)	Valor de m
<1	0.2
1-3	0.3
3-5	0.4
>5	0.5

Fuente: Wischmeier y Smith, 1978.

Una vez obtenido el valor de la pendiente del terreno (0.70 %) en un longitud de 570 metros y $m = 0.2$ se puede obtener el valor de (LS) con la siguiente ecuación.

$$LS = (\lambda)^m (0.0138 + 0.00965 S + 0.00138 S^2)$$

Donde:

LS = Factor de grado y longitud de la pendiente.

λ = Longitud de la pendiente

S = Pendiente media del terreno.

m = Parámetro en base al grados de pendiente,

Por lo tanto la ecuación sustituida queda como sigue:

$$LS = (570)^{0.2} [0.0138 + 0.00965 (0.70) + 0.00138 (0.70)^2]$$
$$LS = 3.55 (0.0138 + 0.00325 + 0.000157)$$

$$LS = 3.55 * 0.02125$$

El resultado final es entonces:

$$\underline{\underline{LS=0.0756}}$$

Estimación de la erosión potencial:

De acuerdo a los valores obtenidos anteriormente (R, K, LS), se sustituye la fórmula **para estimar la erosión potencial**, que queda de la siguiente manera:

$$E=R*K*LS$$

Sustituyendo los datos tendríamos:

$$E= 12,613.71 *0.013*0.0756$$

$$**E= 12.3979 T/ha/año**$$

La **erosión potencial indica** que si no existiera cobertura del suelo (suelo desnudo) y no se tienen prácticas de conservación del suelo y del agua, se pierden **12.3979 ton/ha de suelo por año**, lo que significa que se pierde una lámina de suelo de 0.1239 mm, lo anterior si consideramos que 1 mm de suelo es igual 10 t/ha/año

Factor de protección de la vegetación C.

El factor de protección C se estima dividiendo las pérdidas de suelo de un lote con un cultivo de interés y las pérdidas de suelo de un lote desnudo. Los valores de C son menores que la unidad y en promedio indican que a medida que aumenta la cobertura del suelo el valor de C se reduce y puede alcanzar valores similares a 0 por ejemplo cuando existe una selva con una cobertura vegetal alta.

Cuadro No. 116 Los valores de C que se reportan para diferentes partes del mundo y para México

Valores de C que se pueden utilizar para estimar pérdidas de suelo			
Cultivo	Nivel de productividad		
	Alto	Moderado	Bajo
Maíz	0.54		
Maíz labranza cero	0.05		
Maíz rastrojo	0.10		
Algodón	0.30	0.62	
Pastizal	0.004	0.10	0.80
Alfalfa	0.020	0.15	0.15
Trébol	0.025	0.42	0.20
Sorgo grano	0.43	0.01	0.49
Sorgo grano rastrojo	0.11	0.050	0.10
Soya	0.48	0.050	0.10
Soya después de maíz con rastrojo	0.18	0.55	0.10
Trigo	0.15	0.18	0.70
Trigo rastrojo	0.10		0.25
Bosque natural	0.001		
Sabana en buenas condiciones	0.01	0.38	0.53

Valores de C que se pueden utilizar para estimar pérdidas de suelo			
Cultivo	Nivel de productividad		
	Alto	Moderado	Bajo
Sabana sobrepastoreada	0.1	0.18	0.25
Maíz – sorgo, Mijo	0.4 a 0.9	0.01	0.10
Arroz	0.1 a 0.2	0.54	
Algodón, tabaco	0.5 a 0.7	0.22	
Cacahuete	0.4 a 0.8		
Palma, cacao, café	0.1 a 0.3		
Piña	0.1 a 0.3		
Bosques área cubierta del 100 al 75%	0,003-0.011		
Bosques área cubierta del 75 al 45 %	0.010-0.040		
Bosques área cubierta del 25 al 45% con residuos	0.41		
Bosques área cubierta del 25 al 45% sin residuos	0.84		

Para los escenarios se considerarán los siguientes valores:

Con cobertura vegetal 0.011 y sin cobertura forestal 0.01.

Escenario 1

Estimación de la Erosión Actual

Para estimar la erosión del suelo considerando que en la totalidad del terreno existe un bosque natural cubierto 75 al 100% (debido a que la cobertura vegetal del predio es una Selva Medina subperennifolia con fuertes afectaciones), entonces el valor de C que se está tomando en cuenta es el de 0.011 por lo cual la formula para obtener la erosion potencial sería:

$$E=R*K*LS*C$$

Sustituyendo los datos tendríamos:

Para área del predio con cobertura forestal

$$E= 12,613.71 *0.013*0.0756 * C$$

$$E=12.3979*0.011$$

$$**E= 0.1364 t/ha/año**$$

Considerando la superficie de 18.656 hectáreas con cobertura forestal del predio con selva mediana subperennifolia con vegetación secundaria arbustiva en proceso de degradación, se obtendría que:

E con cobertura: $0.1364 * 18.656$

E con cobertura: 2.54 ton/Ha/Año

En cuanto a la superficie del predio que carece de cobertura, la estimación de erosión se calcula multiplicando la superficie estimada de 0.106 hectáreas sin cobertura forestal con la erosión potencial ya calculada para una hectárea de superficie sin vegetación.

Así las cosas la fórmula queda como se indica a continuación:

E sin cobertura = EPotencial * Sup del predio sin veg.

E sin cobertura = 12.3979 * 0.106

Por lo tanto la Erosión en el área descubierta del predio actualmente se estima en:

E sin cobertura = 1.314 ton/Ha/año

De esta manera la erosión total en el predio debe estimarse como la Erosión estimada para el área con cobertura más la Erosión estimada para el área sin cobertura forestal, esto es:

E predio = E con cobertura + E sin cobertura

Sustituyendo:

$E = 2.54 + 1.314$

Por lo que la estimación de erosión o pérdida de suelo en las condiciones actuales (Escenario 1) del predio se tiene un valor de:

E₁ = 3.86 ton/año

En el siguiente cuadro se hace un resumen de las estimaciones y de los valores obtenidos.

Cuadro No. 117 Escenario 1 Erosión en Condiciones actuales del predio

Tipo de asociación	Superficie total (ha)	Erosión estimada por unidad de superficie (ton/ha/año)	Erosión final en el estado actual del predio (ton/año)
Terrenos con cobertura forestal de selva mediana subperennifolia	18.656	0.1364	2.54
Areas sin cobertura forestal	0.106	12.398	1.31
Total	18.762		3.86

Tomando en cuenta el valor de referencia de erosión potencial en base a la ecuación universal de pérdida de suelo, y la clasificación de erosión de la FAO, nos permite concluir que en el predio, en su condición actual, se tendría una erosión ligera en la superficie del predio con cobertura forestal y da carácter moderada en el área sin cobertura forestal. **En términos promedios para le predio, la erosión es de 0.21 ton/ha/año, lo cual se considera como LIGERA.**

Cuadro No. 118 Clasificación del Riesgo de Erosión Hídrica de la FAO

Tasas de erosión(Ton/Ha,-Año)	Clases de riesgo de erosión
(0-10)	Ligera
(10-50)	Moderada
(50-200)	Alta
(>200)	Muy Alta

Así las cosas, se estima que la erosión que ocurre en el predio está dentro de una condición ligera y por lo tanto, se asume como de baja escala y que no pone en riesgo la condición del sitio y del suelo, de ahí que entonces el predio no se considere como una tierra frágil.

Escenario 2

Estimación de la erosión potencial del predio con el cambio de uso de suelo efectuado sin aplicar medidas de mitigación.

Este escenario plantea una estimación de erosión considerando que la superficie total del proyecto aprovechable tuviera la remoción de vegetación y no se considerara ninguna medida de protección y dejar el suelo totalmente desprovisto de cobertura vegetal.

Para el caso del proyecto, se considera que se aprovechará todo el predio y que se pedirá la superficie de 18.656 hectáreas para el cambio de uso del suelo en terrenos forestales.

Así las cosas la suma total de superficie desprovista de vegetación para este escenario sería de 18.762 hectáreas, que es la superficie que el proyecto aprovechará.

La estimación de Erosión para este escenario 2 considera entonces multiplicar la erosión potencial ya calculada previamente y que es de 12.398 ton/Ha/año, con la superficie considerada como aprovechable del proyecto que sería de 18.762 hectáreas.

Así las cosas la fórmula de erosión potencial es

$$E=R*K*LS$$

Sustituyendo los datos tendríamos:

Para estimar la erosión potencial

$$E= 12,613.71 * 0.013*0.0756 * C$$

$$E \text{ potencial}=12.3979$$

$$**E= 12.3979**$$

Multiplicando por la superficie que se consideraría se dejaría sin cobertura forestal en este escenario:

$$E = 12.3979 * 18.762 \text{ ha}$$

De esta manera la **erosión en el predio en el Escenario 2** sería de:

$$**E = 232.61 ton/año**$$

Por lo tanto la estimación de la erosión aumenta en el predio con el cambio de uso de suelo con respecto al Escenario 1, toda vez que **el supuesto para el Escenario 2 es de que la superficie que ocuparía el proyecto se dejaría sin vegetación.** Los resultados se pueden observar en el cuadro siguiente:

Cuadro No. 119 Escenario 2 Erosión del predio con el cambio de uso de suelo efectuado sin medidas de mitigación.

Tipo de asociación	Superficie total (ha)	Erosión estimada por unidad de superficie (ton/ha/año)	Erosión final en el estado actual del predio (ton/año)
Terrenos con cobertura forestal de selva mediana subperennifolia	-		-
Áreas sin cobertura forestal	18.762	12.398	232.61
Total	18.762		232.61

Los resultados anteriores permiten inferir que en el escenario 2, una vez realizado el proyecto (considerando la superficie de CUSTF como área sin vegetación) tendríamos una erosión de 232.61 ton/año en todo el predio, por lo que en base al cuadro de clasificación de riesgo de la erosión hídrica se estaría considerando como un riesgo de erosión moderada con un promedio de 12.4 ton/ha/año.

Escenario 3

Estimación de la erosión del área total solicitada para el CUSTF, con base a la implementación real del proyecto y sus medidas de mitigación:

Este escenario tiene la estimación de la erosión en base a dos componentes, el primero de ellos corresponde al áreas donde se establecerá infraestructura que requerirán del sellado y por lo tanto que no se generará erosión ya que estas áreas pasarán a formar parte de las áreas construidas; el segundo componente se refiere a aquellas áreas que tendrán zonas verdes ya sea con arbolado o jardinadas y que serán por lo tanto permeables, con cierto valor de pérdida de erosión. Bajo estos supuestos se harán las estimaciones de erosión para este escenario.

En general se tomará el valor de $C = 0.011$ para las áreas verdes del proyecto por lo que los cálculos de erosión en este escenario se presentan a continuación.

Estimación para las Áreas selladas con infraestructura del proyecto.

Como ya se indicó, el proyecto es una lotificación en la cual se procederá a urbanizar, introducir servicios básicos y preparar para la construcción de viviendas por lo que todos los elementos del plan maestro corresponden a áreas selladas en los que la erosión entonces será "0".

La superficie considerada como área sellada corresponde a 10.671 hectáreas de las 18.762 hectáreas del predio y que tendrán estructuras por la lotificación y posterior construcción de viviendas.

Para área del predio con vegetación jardinada

Por otro lado, quedará entonces la superficie que no tiene estructuras o que no estará sellada que incluye las áreas verdes jardinadas y áreas de esparcimiento que suman una superficie de 7.985 hectáreas que son áreas verdes permeables con o sin arbolado.

Se ha estimado una mínima erosión y se ha considerado un factor $C = 0.011$ para la estimación de erosión en la fórmula universal.

Con estos supuestos la estimación de la erosión considerará entonces sólo aquella superficie que no estará sellada y que corresponde a las 7.985 hectáreas comentadas en párrafos anteriores.

De esta manera los cálculos son como se presentan a continuación:

$$E=R*K*LS*C$$

Sustituyendo los datos tendríamos:

$$E= 12,613.71 * 0.013*0.0756 * C$$

$$E \text{ potencial}=12.3979 * C$$

$$**E= 12.3979 * 0.011**$$

Lo anterior nos arroja que la erosión por unidad de superficie por año es el siguiente:

$$**E= 0.1364 t/ha/año**$$

Estimando la erosión para el total de superficie verde del proyecto se tendrá la siguiente fórmula:

$$E = 0.1364 * \text{superficie verde}$$

$$E = 0.1364 * 8.008$$

Con lo que la erosión total estimada una vez implementado el proyecto y las medidas de mitigación propuestas, será de:

$$E = 1.092 \text{ ton/año}$$

Realizando los ajustes al cuadro anterior tenemos que para el escenario 3 se tendría lo siguiente:

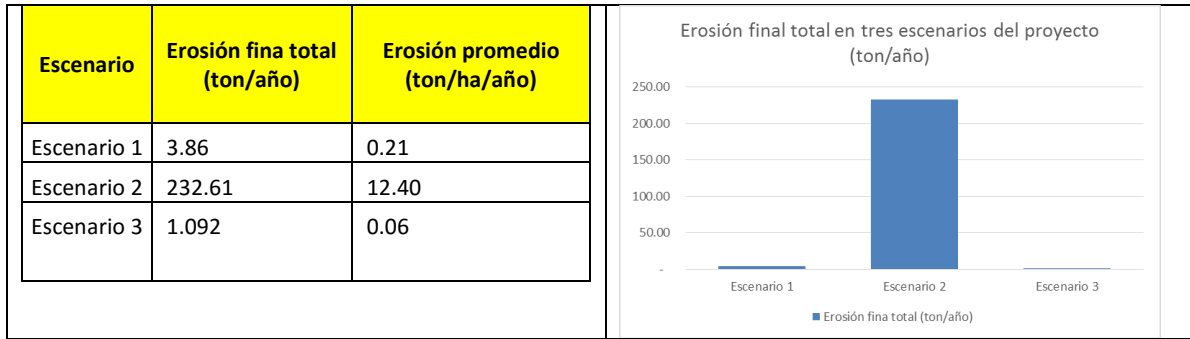
Cuadro No. 120 Escenario 3 erosión potencial del área total solicitada para el CUSTF, con base a la implementación real del proyecto

TIPO DE ASOCIACION	SUPERFICIE TOTAL CONDICIÓN ORIGINAL (Ha)	Áreas que serán selladas una vez implementado el proyecto		Superficie verde del proyecto		Erosión final con la aplicación del proyecto para la totalidad del predio (Ton/Año)
		Superficie de CUS para la implementación de infraestructura áreas selladas (Ha)	Erosión por la superficie de CUS por la implementación de infraestructuras (área sellada) (Ton/año)	Superficie que tendrá una condición de cobertura arbolada y/o jardinada con el proyecto ejecutado (Ha)	Erosión en la superficie que tendrá cobertura vegetal jardinada (Ton/año)	
Terrenos con cobertura forestal de selva mediana subpennifolia	18.656	10.671	0.000	7.985	1.089	1.089
Terrenos no forestales	0.106	0.08	0.000	0.02	0.0031	0.0031
Total	18.762	10.754	0	8.008	1.092	1.092

Con estos resultados en el escenario 3, una vez realizado el proyecto (considerando la superficie de CUSTF como áreas selladas y áreas verdes se tendría una erosión de apenas 1.092 ton/año en todo el predio, que es sensiblemente baja y que en base al cuadro de clasificación de riesgo de la erosión hídrica sería considerándose como un riesgo de erosión ligera, valor que es aún mucho menor que el obtenido en el escenario 1.

En un comparativo entre los escenarios se puede observar que los niveles de erosión se incrementan significativamente con la remoción de vegetación y la no aplicación de medidas de mitigación que se plantea el escenario 2, que muestra una pérdida de suelo calificada como MODERADA con el valor de referencia de la FAO, pero en la comparación es un incremento de 60 veces la cifra de erosión actual.

Siguiendo con este proceso, es relevante considerar que con la implementación del proyecto y las medidas de mitigación previstas los niveles de erosión se abaten sensiblemente, ya que las estimaciones tiene un valor de apenas 1.092 ton/año y un promedio de 0.06 ton/ha/año que es muy inferior inclusive a la condición actual.



Se prevén en el proyecto diversas medidas de mitigación que se explican en el capítulo correspondiente, entre las que destacan las siguientes:

1. Se realizara el rescate de vegetación y esta se reforestarán en las áreas jardinadas.
2. Se tendrá cuidado que las áreas que sean desmontadas estas permanezcan húmedas con el fin de evitar al mínimo el proceso de erosión.
3. El cambio de uso de suelo se realizar en **forma paulatina** como se tenga el avance de las obras, con el fin de que el menor tiempo posible la superficie del predio este desprovista de vegetación.
4. Para evitar afectar la vegetación circundante no se deberá acumular los desechos producto del desmonte fuera de los límites del predio, tales residuos se trituraran y servirán como composta para las áreas jardinadas y para las áreas de recuperación del proyecto.
5. Queda prohibido tirar basura o desechos producto de la remoción o de la construcción dentro de las áreas adyacentes al predio.
6. En la construcción del proyecto se colocaran sanitarios portátiles con la finalidad de tener un estricto control de los residuos fisiológicos.

En conclusión, es posible comentar que el proyecto no promueve la erosión de los suelos ni pone en riesgo a este factor ambiental dados los escenarios que se han desarrollado y que permiten demostrar que el grado de erosión generado por la implementación del proyecto es bajo.

Con las medidas de mitigación implementadas durante la construcción del proyecto, permitirá mitigar y reducir inclusive afectaciones de erosión a los predios colindantes y a la cuenca en la que se encuentra el predio, quedando demostrado que la erosión que tendrá el predio, está dentro de los parámetros de una erosión hídrica ligera; por otro lado, si se toma en cuenta la superficie de la cuenca o subcuenca en que se encuentra el predio, entonces **el grado de erosión que pueda ocasionar el proyecto será de carácter puntual y muy bajo por lo que no contribuirá a la erosión ni pondrá en riesgo los suelos de la cuenca o subcuenca y del ecosistema en que se encuentra y por ello se establece que el proyecto demuestra y cumple con uno de los supuestos establecidos para la excepcionalidad para que se autorice u cambio de uso del suelo en terrenos forestales indicada en el artículo 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable que refiere que el proyecto no promueve o contribuye a la erosión de los suelos.**

XII.1.3. No se deteriora la calidad del agua, ni la disminución en su captación:

El subsuelo de la Península de Yucatán está conformado por roca calcárea; es decir, porosa, lo que lo hace sumamente permeable; asimismo, la zona carece de cuerpos de agua superficiales, pues la mayoría corre de forma subterránea entrelazándose a manera de intrincadas redes de ríos localizados a niveles de poca profundidad. Por lo que la presencia de una cubierta vegetal le sirve como receptor y purificador del agua proveniente de la lluvia misma que es conducida hacia el subsuelo; a nivel local la demanda de agua de la ciudad de Cancún crece de manera exponencial, lo que confirma la relevancia en este servicio que muchas veces pasa inadvertido.

De acuerdo a la CONABIO, la hidrología de la península es del cretácico medio e inferior, terciario, con rocas sedimentarias marinas predominantemente calcáreas (calizas y areniscas), con alta permeabilidad

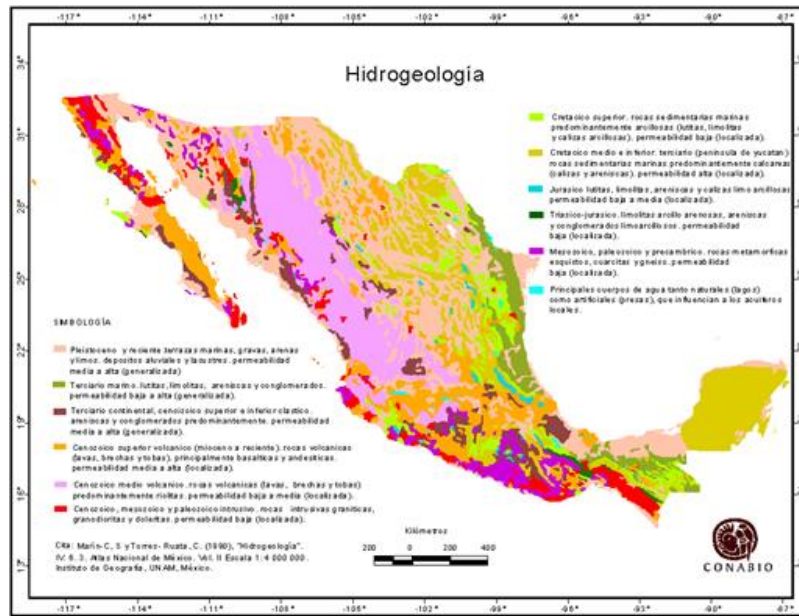


Figura No. 102 Plano de hidrogeología

Por otra parte y de acuerdo a las referencias bibliográficas los suelos originales presentaban las características siguientes:

Suelos de tipo Leptosol: Son suelos muy someros y con un espesor de 0 a 10 cm, limitados por un estrato duro, continuo y coherente. Presentan una estructura granular fina y bien desarrollada, la textura es arcillosa y son de color pardo oscuro. Tienen un contenido de materia orgánica relativamente alto. Debido a la escasa profundidad de estos suelos se recomienda, que no se lleven a cabo prácticas agrícolas en ellos, por lo cual se deberá mantener la cubierta vegetal natural que en ellos se desarrolla.

Para este tipo de suelo y de acuerdo con la información que refiere en INEGI (1984), se encuentra un punto de verificación ubicado en la periferia de la ciudad para el cual se reportan el siguiente análisis de campo. La profundidad del suelo es de 11 cm, misma que se ve limitada por la roca madre; tienen una textura fina; con una reacción muy débil ante el HCl/NaF; la forma es de bloques subangulares; el tamaño es medio; y, el desarrollo moderado.

La Comisión Nacional del Agua, en sus "Estadísticas del Agua en México. Edición 2014", indica que las aguas de la región Península de Yucatán tienen los siguientes atributos:

En la Península de Yucatán se cuenta con 6,740 m³/hab/año de "agua renovable" en tanto que a nivel nacional la media es de 3,982 m³/hab/año; ocupa el primer lugar a nivel nacional en la recarga de acuíferos (entre los tres estados) al contabilizar un total de 25,316 Hm³/año, parámetros que indican la cantidad de agua disponible para la región.

Figura No. 103 Regiones Hidrológicas Administrativas

Clave	RHA	Agua renovable 2011 (hm ³ /año)	Población 2013 a medio año (mill. hab.)	Agua renovable per cápita al 2013 (m ³ /hab/año)	Escorrentamiento natural medio superficial total 2011 (hm ³ /año)	Recarga media total de acuíferos 2011 (hm ³ /año)
I	Península de Baja California	4 999.2	4.29	1 165	3 341	1 658
II	Noroeste	8 324.9	2.76	3 011	5 073	3 251
III	Pacífico Norte	25 939.1	4.42	5 863	22 650	3 290
IV	Balsas	22 898.7	11.56	1 980	17 057	5 842
V	Pacífico Sur	32 350.6	4.99	6 488	30 800	1 551
VI	Río Bravo	12 757.2	12.00	1 063	6 857	5 900
VII	Cuencas Centrales del Norte	8 064.7	4.47	1 806	5 745	2 320
VIII	Lerma-Santiago-Pacífico	35 754.0	23.60	1 515	26 005	9 749
IX	Golfo Norte	28 114.6	5.19	5 421	24 146	3 969
X	Golfo Centro	95 124.5	10.40	9 149	90 419	4 705
XI	Frontera Sur	163 845.5	7.48	21 906	141 128	22 718
XII	Península de Yucatán	29 856.3	4.43	6 740	4 541	25 316
XIII	Aguas del Valle de México	3 468.4	22.82	152	1 112	2 357
	Total Nacional	471 497.6	118.40	3 982	378 873	92 625

Los recursos de agua renovable de una región o país se refieren a la cantidad de agua máxima que es factible explotar anualmente, es decir, la cantidad de agua que es renovada por la lluvia y por el agua proveniente de otras regiones o países (importaciones).

El agua renovable se calcula como el escurrimiento natural medio superficial interno anual, más la recarga total anual de los acuíferos, más las importaciones de agua de otras regiones o países, menos las exportaciones de agua a otras regiones o países. En el caso de México, para el escurrimiento natural medio superficial interno anual y la recarga de los acuíferos se utilizan los valores medios determinados a partir de los estudios que se hayan hecho en la región.

La cantidad de agua renovable anual dividida por el número de habitantes en la región o país da como resultado el agua renovable per cápita. Se considera que **un país o región vive en estado de estrés hídrico si su agua renovable es de 1 700 m³/hab/año o menos** (FUENTE: Gleick, P. *The World's Water 2002-2003. The biennial report on freshwater resources 2002-2003*. 2002 citado por CNA, 2010)

Para el caso de los acuíferos de la Región Península de Yucatán la CNA (2014) establece que existen 4 grandes acuíferos de los cuales ninguno está sobreexplotado y uno de ellos tiene aguas subterráneas salobres (corresponde al acuífero de Xpujil, en Campeche).

Clave	RHA	Total	Sobreexplotado	Con intrusión marina	Bajo el fenómeno de salinización de suelos y aguas subterráneas salobres	Recarga media 2013 (hm ³)
I	Península de Baja California	88	15	10	4	1 658
II	Noroeste	62	10	5		3 207
III	Pacífico Norte	24	2			3 076
IV	Balsas	45	1			5 351
V	Pacífico Sur	36				1 936
VI	Río Bravo	102	18		8	5 900
VII	Cuencas Centrales del Norte	65	23		18	2 320
VIII	Lerma-Santiago-Pacífico	128	32			9 670
IX	Golfo Norte	40	1			4 069
X	Golfo Centro	22				4 705
XI	Frontera Sur	23				22 718
XII	Península de Yucatán	4			1	25 316
XIII	Aguas del Valle de México	14	4			2 346
Total		653	106	15	31	92 271

Figura No. 104 Acuíferos en las Regiones Hidrológicas Administrativas

En la figura se identifican los acuíferos sobreexplotados y los acuíferos con intrusión salina o con aguas salobres.

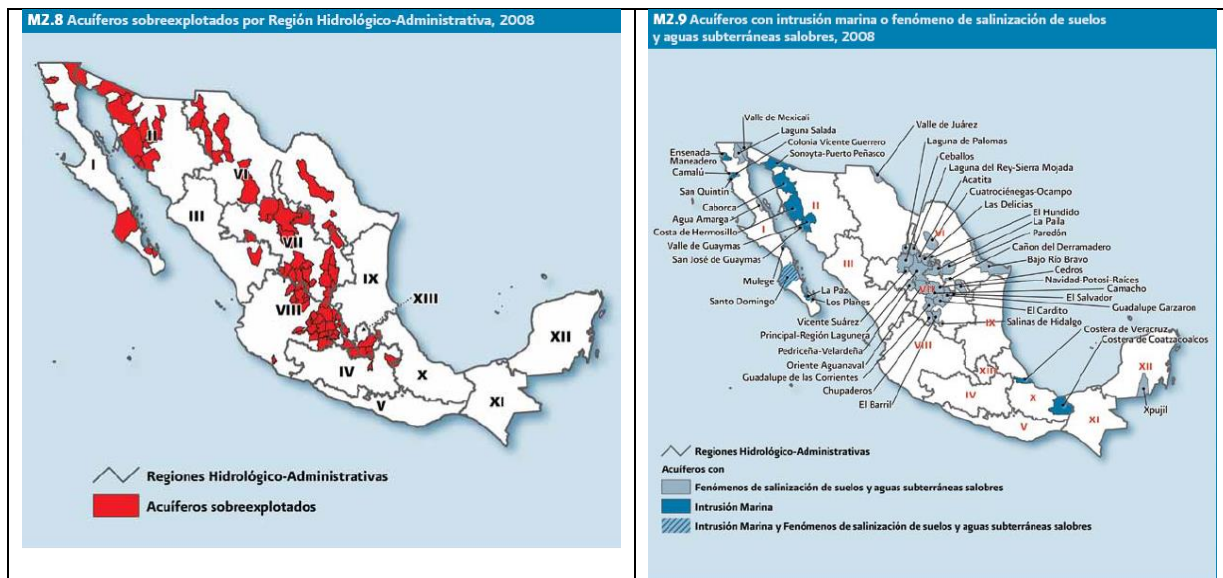


Figura No. 105 Acuíferos sobreexplotados y acuíferos con problemas de aguas salobres o intrusión salina (CONAGUA, 2010)

Finalmente en el tema de la calidad del agua, la misma CONAGUA reporta que las aguas de la Península de Yucatán, tienen altos niveles de calidad y que cumplen con la mayoría de los estándares requeridos por las Normas Oficiales aplicables en este tema.

La evaluación de la calidad del agua se lleva a cabo utilizando tres indicadores: la Demanda Bioquímica de Oxígeno a cinco días (DBO5), la Demanda Química de Oxígeno (DQO) y los Sólidos Suspendidos Totales (SST). La DBO5 y la DQO se utilizan para determinar la cantidad de materia orgánica presente en los cuerpos de agua provenientes principalmente de las descargas de aguas residuales de origen municipal y no municipal.

La primera determina la cantidad de materia orgánica biodegradable y la segunda mide la cantidad total de materia orgánica. El incremento de la concentración de estos parámetros incide en la disminución del contenido de oxígeno disuelto en los cuerpos de agua con la consecuente afectación a los ecosistemas acuáticos. Por otro lado, el aumento de la DQO indica presencia de sustancias provenientes de descargas no municipales.

Los SST tienen su origen en las aguas residuales y la erosión del suelo. El incremento de los niveles de SST hace que un cuerpo de agua pierda la capacidad de soportar la diversidad de la vida acuática. Estos parámetros permiten reconocer gradientes que van desde una condición relativamente natural o sin influencia de la actividad humana hasta agua que muestra indicios o aportaciones importantes de descargas de aguas residuales municipales y no municipales, así como áreas con deforestación severa.

Para medir la calidad del agua se indican los estándares previstos en los monitoreos realizados por la CONAGUA en el cuadro siguiente.

T2.17 Escalas de clasificación de la calidad del agua		
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)		
Criterio (mg/l)	Clasificación	Color
DBO ₅ ≤ 3	EXCELENTE. No contaminada.	AZUL
3 < DBO ₅ ≤ 6	BUENA CALIDAD. Aguas superficiales con bajo contenido de materia orgánica biodegradable.	VERDE
6 < DBO ₅ ≤ 30	ACEPTABLE. Con indicio de contaminación. Aguas superficiales con capacidad de autodepuración o con descargas de aguas residuales tratadas biológicamente.	AMARILLO
30 < DBO ₅ ≤ 120	CONTAMINADA. Aguas superficiales con descargas de aguas residuales crudas, principalmente de origen municipal.	NARANJA
DBO ₅ > 120	FUERTEMENTE CONTAMINADA. Aguas superficiales con fuerte impacto de descargas de aguas residuales crudas municipales y no municipales.	ROJO
Demanda Química de Oxígeno (DQO)		
DQO ≤ 10	EXCELENTE. No contaminada.	AZUL
10 < DQO ≤ 20	BUENA CALIDAD. Aguas superficiales con bajo contenido de materia orgánica biodegradable y no biodegradable.	VERDE
20 < DQO ≤ 40	ACEPTABLE. Con indicio de contaminación. Aguas superficiales con capacidad de autodepuración o con descargas de aguas residuales tratadas biológicamente.	AMARILLO
40 < DQO ≤ 200	CONTAMINADA. Aguas superficiales con descargas de aguas residuales crudas, principalmente de origen municipal.	NARANJA
DQO > 200	FUERTEMENTE CONTAMINADA. Aguas superficiales con fuerte impacto de descargas de aguas residuales crudas municipales y no municipales.	ROJO
Sólidos Suspendedos Totales (SST)		
SST ≤ 25	EXCELENTE. Clase de excepción, muy buena calidad.	AZUL
25 < SST ≤ 75	BUENA CALIDAD. Aguas superficiales con bajo contenido de sólidos suspendidos, generalmente condiciones naturales. Favorece la conservación de comunidades acuáticas y el riego agrícola irrestricto.	VERDE
75 < SST ≤ 150	ACEPTABLE. Aguas superficiales con indicio de contaminación. Con descargas de aguas residuales tratadas biológicamente. Condición regular para peces. Riego agrícola restringido.	AMARILLO
150 < SST ≤ 400	CONTAMINADA. Aguas superficiales de mala calidad con descargas de aguas residuales crudas. Agua con alto contenido de material suspendido.	NARANJA
SST > 400	FUERTEMENTE CONTAMINADA. Aguas superficiales con fuerte impacto de descargas de aguas residuales crudas municipales y no municipales con alta carga contaminante. Mala condición para peces.	ROJO

Los resultados emitidos por la CONAGUA 2013 en base a los muestreos realizados para los principales parámetros utilizados en la calidad del agua se muestran en el cuadro siguiente, en el que se destaca que las aguas muestreadas para la Península de Yucatán, y en particular para la zona sur del estado de Quintana Roo (puesto que es en esta zona donde se llevaron a cabo los muestreos), la calidad del agua está dentro del rango de excelente o de buena calidad para los tres parámetros en comento como se muestra en las siguientes figuras.

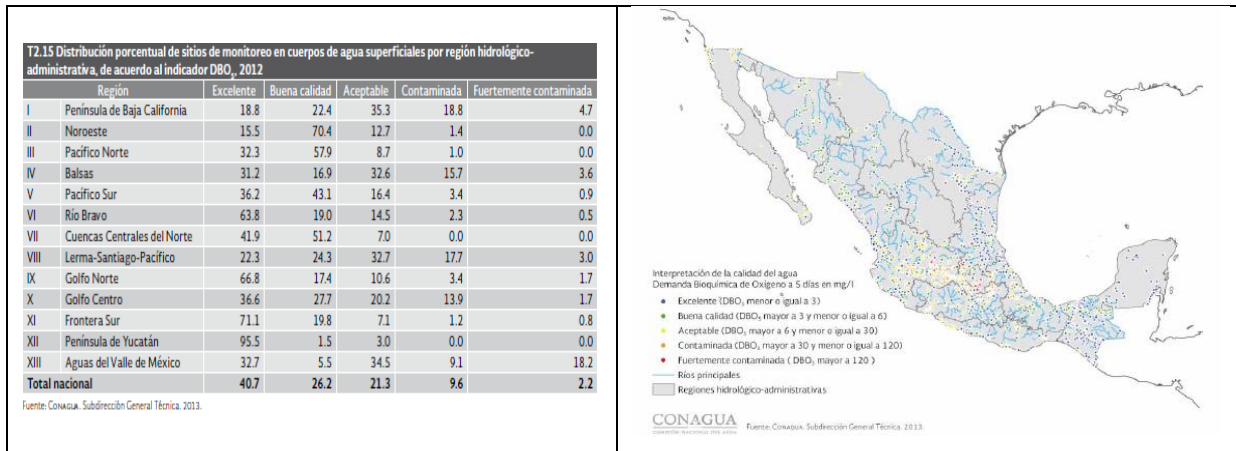


Figura No. 106 Demanda bioquímica de Oxígeno en Aguas superficiales de México.

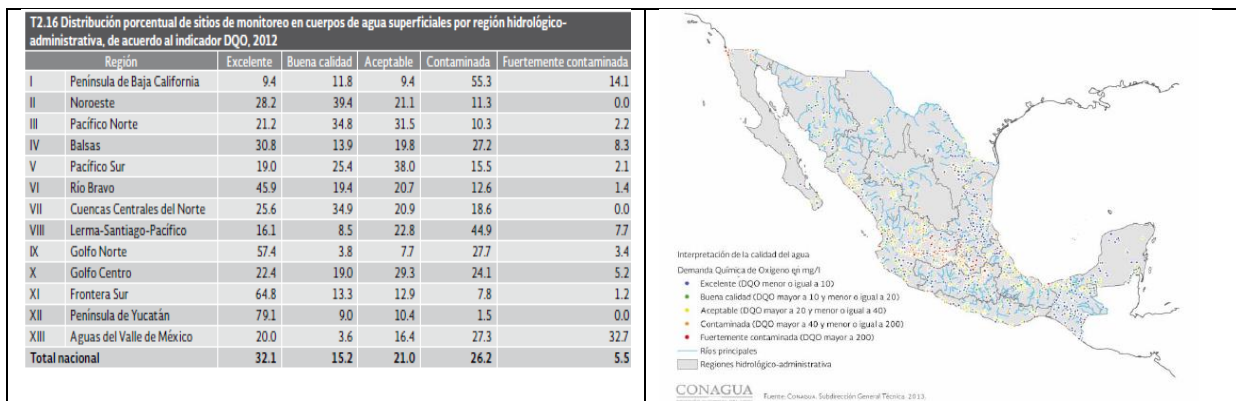


Figura No. 107 Demanda química de Oxígeno en Aguas Superficiales

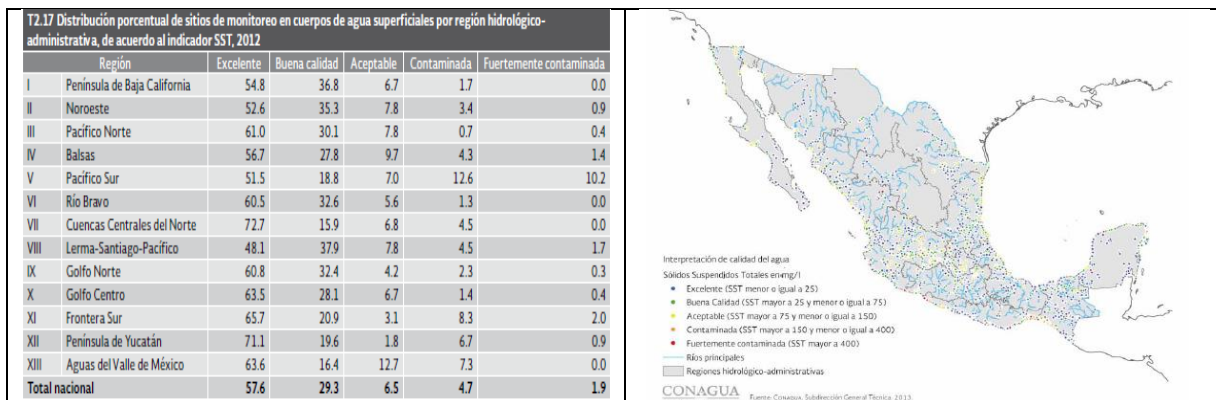


Figura No. 108 Sólidos suspendidos totales.

Para el caso de las zonas de playa, todos los destinos de Quintana Roo como Cancún, Playa del Carmen, Tulum, Cozumel, entre otros, muestran buena calidad, lo cual está influenciado por el adecuado manejo de residuos que se generan en la zona.



Figura No. 109 Calidad de agua en las playa de principales destinos turísticos (CONAGUA, 2014)

Respecto al grado de presión que se tienen sobre el agua, la Península de Yucatán es una de las regiones menos presionada, debido a la gran cantidad de agua almacenada en los acuíferos de la región, por lo que no existe en el mediano o largo plazos, riesgo de abasto; el problema principal radicaré en evitar que esos mantos acuíferos se contaminen. De esta manera la CONAGUA define a la zona de la Península de Yucatán con un Grado de Presión calificada como Baja.

Figura No. 110 Niveles de presión para las Regiones Hidrológicas de México.

T3.7 Grado de presión sobre el recurso hídrico por región hidrológico-administrativa, 2012					
No	Región hidrológico-administrativa	Volumen total de agua concesionado (hm³)	Agua renovable 2011-2018 (hm³/año)	Grado de presión (%)	Clasificación del grado de presión
I	Península de Baja California	3 895	4 999	77.9	Alto
II	Noroeste	6 989	8 325	83.9	Alto
III	Pacífico Norte	10 460	25 939	40.3	Alto
IV	Balsas	10 652	22 899	46.5	Alto
V	Pacífico Sur	1 508	32 351	4.7	Sin estrés
VI	Río Bravo	9 397	12 757	73.7	Alto
VII	Cuencas Centrales del Norte	3 734	8 065	46.3	Alto
VIII	Lerma-Santiago-Pacífico	15 047	35 754	42.1	Alto
IX	Golfo Norte	5 630	28 115	20.0	Bajo
X	Golfo Centro	5 076	95 124	5.3	Sin estrés
XI	Frontera Sur	2 273	163 845	1.4	Sin estrés
XII	Península de Yucatán	3 353	29 856	11.2	Bajo
XIII	Aguas del Valle de México	4 720	3 468	136.1	Muy alto
Total nacional		82 734	471 498	17.5	Bajo

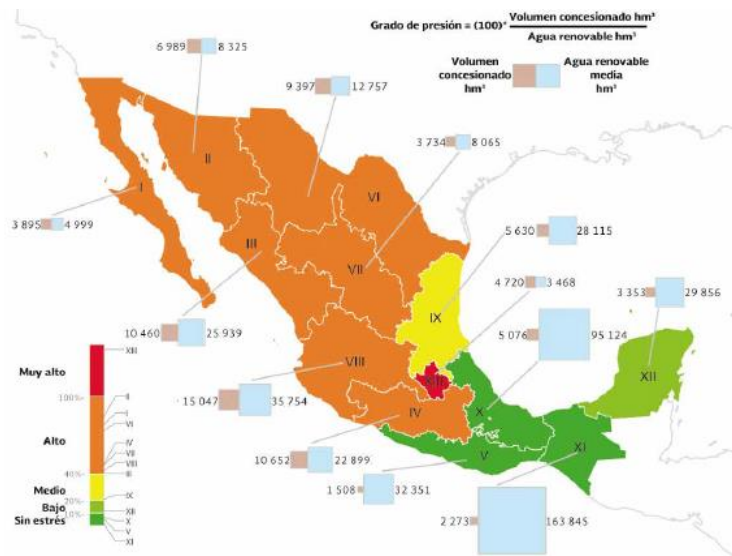


Figura No. 111 Grado de presión del recurso hídrico en México (CNA, 2013)

En base a lo descrito anteriormente, a los planos hidrológicos elaborados por la CONABIO y al plano de suelos presentado en el capítulo IV del presente ETJ del predio, podemos determinar que los suelos en el sitio del proyecto no obstante que se han modificado por los procesos de urbanización de la zona, siguen manteniendo su característica de ser suelos altamente permeables, al menos en la zona colindante a la ciudad.

Se considera que la afectación de este servicio ambiental, por la implementación del proyecto, va a ser a nivel puntual, y no se pondrá en riesgo este servicio ambiental dentro del área de la cuenca hidrológica en que se encuentra el predio toda vez que la afectación de la recarga será mínima e inclusive se incrementará con la implementación de pozos de absorción y el mantenimiento de superficies permeables dentro del proyecto; en lo que corresponde a la calidad no se verá afectada ya que las aguas residuales serán manejadas adecuadamente y las pluviales serán canalizadas a los pozos de absorción que estarán equipados con rejillas y areneros para evitar contaminación al acuífero.

De esta manera, a continuación se presentan dos escenarios para demostrar que este servicio ambiental no estará en riesgo con la implementación del proyecto, para lo cual se toma como base el proceso metodológico previsto por la CNA para estimar Infiltración del agua al subsuelo.

Con el fin de realizar un análisis de valoración de este servicio ambiental en las áreas forestales propuestas para CUSTF en el proyecto, se estimó la cantidad de agua que capturan dichas superficies con base en la siguiente fórmula:

Captura de agua = Agua que precipita-Agua que escurre–Evapotranspiración

Se obtuvo un promedio de precipitación anual con base en los valores promedio de precipitación (periodo 1951-2010) obtenido de los datos publicados por la Comisión Nacional del Agua en la estación meteorológica más cercana al proyecto ubicada en la ciudad de Cancún el cual es de 1,302.2 mm. anuales.

Para el cálculo de escurrimiento se retomó el modelo de Coeficiente de escurrimiento desarrollado por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. El modelo asume que el coeficiente de escurrimiento (Ce) se puede estimar como sigue:

$Ce = K (P-250) / 200$ cuando K es igual o menor a 0.15 y

$Ce = K (P-250) / 2000 + (K-0.15) / 1.5$ cuando K es mayor que 0.15

K es un factor que depende de la cobertura arbolada y del tipo de suelo, lo cual aparece en la Tabla mientras que P es la precipitación promedio anual.

Cuadro No. 121 Valores de K para diferentes tipos de suelo y diferentes coberturas arboladas (el señalado con negrita corresponde al que aplica para el proyecto)²¹.

Cobertura del bosque	Tipo de suelo		
	A	B	C
Más del 75 %	0.07	0.16	0.24
Entre 50–75%	0.12	0.22	0.26
Entre 25-50 %	0.17	0.26	0.28
Menos del 25%	0.22	0.28	0.3
Zonas urbanas	0.26	0.29	0.33

Suelo A: Suelos permeables (arenas profundas y loes poco compactos).

Suelo B: Suelos medianamente permeables (arenas de mediana profundidad, loes y migajón).

Suelo C: Suelos casi impermeables (arenas o loes delgados sobre capa impermeable, o bien arcillas).

Valor de K

Para las áreas con cobertura forestal en selva mediana subperennifolia: Más del 75 %.

En lo que corresponde al valor de K, en base al tipo de suelo y a su cobertura se establece que estos suelos tienen permeabilidad media a alta y con una cobertura de más del 75% por lo que se tomó el valor de $K= 0.07$.

Para terrenos no forestales (menos del 25%).

En lo que corresponde al valor de K, en base al tipo de suelo y a su cobertura se establece que estos suelos son de permeabilidad media porque se compactaron por las actividades realizadas en el sitio, pero actualmente tiene una cobertura de aproximadamente el 25% por lo que se tomó el valor de $K= 0.28$.

Para áreas urbanizadas

Para las áreas urbanizadas se utilizará un $K = 0.33$

Evaporación

Este dato es necesario para hacer las estimaciones de infiltración y captación de agua, debido a que se considera una tasa de "pérdida" por medio de la evaporación del suelo y de la vegetación, la cual es estimada mediante diferentes métodos. Uno de ellos es el Método de Thornthwaite que hace la estimación de la evaporación potencial considerando un modelo que se basa en la temperatura media mensual y la obtención de índices calóricos mensuales y anual, así como las horas de sol diarias para cada mes obteniendo un valor de 934.97 mm.

²¹ Norma Oficial Mexicana NOM-011-2010, Conservación del Recurso Agua CNA-SEMARNAT, 17 de abril del 2002

La fórmula general aplicada es la siguiente:

$$e = 16 * (10 * tm / I)^a$$

Donde:

e: Evapotranspiración potencial (ETP)

tm: Temperatura media en °C

I: Índice calórico anual

a: Constante calculada con una fórmula de regresión basada en I.

No es intención de éste documento explicar la metodología para obtener el resultado de la fórmula, por lo que se anexa al presente escrito, un artículo que fundamenta el uso de este procedimiento, por lo que se procede a entregar en el siguiente cuadro los principales cálculos de la fórmula.

Lo anterior implica reconocer que existen otras fórmulas secundarias para las variables denominadas "i", "I", "a", mismas que se explican en la metodología del procedimiento y que se resumen en el cuadro siguiente.

Cuadro No. 122 Estimación de la ETP por el método de Thornthwait

MESES	tmj	tm/5	i	Ajuste de i con tabla para tm >26.5 °C	I	(10T/I) ^a	e sin corregir (mm/mes)	Nd/30	N/12	L	e EPT _{thor} (mm/mes)
Enero	24.1	4.82	10.818		10.82	6.15	98.39	1.03	0.58	0.60	58.83
Febrero	24.8	4.96	11.297		11.30	6.76	108.15	0.93	0.46	0.43	46.10
Marzo	25.8	5.16	11.994		11.99	7.70	123.25	1.03	0.49	0.50	61.71
Abril	27.4	5.48	13.138	4.8	10.75	9.40	150.36	1.00	0.51	0.51	76.43
Mayo	28.7	5.74	14.093	5.1	11.78	10.95	175.25	1.03	0.56	0.58	100.78
Junio	29.2	5.84	14.466	5.2	12.13	11.60	185.54	1.00	0.49	0.49	90.19
Julio	29.5	5.9	14.692	5.3	18.69	11.99	191.92	1.03	0.53	0.54	104.33
Agosto	29.7	5.94	14.843	5.3	18.69	12.27	196.25	1.03	0.51	0.52	102.19
Septiembre	29	5.8	14.316	5	11.44	11.34	181.38	1.00	0.44	0.44	79.60
Octubre	27.5	5.5	13.210	4.8	10.75	9.51	152.18	1.03	0.52	0.53	80.99
Noviembre	25.9	5.18	12.064		12.06	7.80	124.83	1.00	0.57	0.57	71.09
Diciembre	24.5	4.9	11.091		11.09	6.49	103.89	1.03	0.59	0.60	62.72
			156.02		139.095	111.96	1,791.40	12.14	6.22	6.30	934.97

Cálculo de la captura de agua

Con la información obtenida respecto el Coeficiente de escurrimiento o índice de escorrentía (valor Ce) y el dato de evaporación definido, es posible estimar la cantidad de agua que se captura en las superficies solicitadas para CUSTF, en cada uno de los escenarios; entendiendo estos escenarios como sigue.

Escenario 1. Situación actual de captura de agua en el predio

En este escenario se entiende que las tasas de escorrentía son mayores en las áreas no forestales, por lo tanto, la captura de agua será menor que aquella que se infiltra en las áreas con vegetación. Obsérvese que en este caso la captura es de 59,629.95 m³/año en todo el predio una vez descontada la evapotranspiración. El promedio mensual de captura de agua es de aproximadamente 4,969.16 m³ mensuales. Como se podrá observar también, el área sin cobertura forestal aporta una cantidad mínima en la captura de agua, debido a la escasa superficie que existe en esta situación dentro del predio.

Cuadro No. 123 Captura de agua para el escenario 1 del proyecto

Escenario	K	P (mm)	CE	Agua que escurre (mm)	Evapo-transpiración (mm)	Captura de agua (mm)	Captura de agua (m ³ /año)	Superficie (ha)	Captura de agua (m ³ /año)
Área con vegetación	0.07	1,302.20	0.037	47.96	934.97	319.27	3,192.73	18.656	59,563.65
Area sin vegetación	0.28	1,302.20	0.234	304.68	934.97	62.55	625.48	0.1060	66.30
Total							3,818.21	18.762	59,629.95

Escenario 2. Estimación de captura de agua considerando la remoción total de la vegetación en el predio y sin aplicación de medidas de mitigación.

Este escenario supone la remoción de la vegetación en la superficie total del predio sin llevar a cabo la realización de obras ni medidas de mitigación; se mantiene a la intemperie el suelo. Esta situación motiva evidentemente una pérdida mayor de suelo y agua que se refleja en los resultados que se presentan en el cuadro. La captura de agua estimada en esta condición es de apenas 11,735.2 m³/año, con un promedio de 977.9 m³/mes.

Escenario	K	P (mm)	CE	Agua que escurre (mm)	Evapo-transpiración (mm)	Captura de agua (mm)	Captura de agua (m ³ /año)	Superficie (ha)	Captura de agua (m ³ /año)
Área con vegetación	0.07	1,302.20	0.037	47.96	934.97	319.27	3,192.73	0	0.00
Area sin vegetación	0.28	1,302.20	0.234	304.68	934.97	62.55	625.48	18.762	11,735.20
Total							3,818.21	0.106	11,735.20

Escenario 3. Estimación considerando la implementación de proyecto y medidas de mitigación.

En este escenario se considera la pérdida de la cobertura vegetal por el proyecto a nivel del predio, las áreas permeables jardinadas e infraestructura y colocación de los pozos de absorción que se mantienen una vez implementado el cambio de uso del suelo a nivel de predio.

Con la implementación del proyecto se estará generando una posibilidad de captura de agua por el orden de los 91,519.61 m³/año a razón de un promedio de 7,623.6 m³/mes, cifra aún mayor a la contemplada en el escenario 1 que es de 4,969.16 m³/mes; es decir, que la diferencia entre el escenario 1 que corresponde a la condición actual con el escenario 3 que corresponde a la implementación del proyecto con las medidas de mitigación previstas, es más eficiente en un 53%.

En este escenario se incorpora la aportación que se hace mediante los pozos de absorción que facilita la captura de aguas pluviales que de manera conservadora se estima en un 60%, lo que contribuye a hacer más eficiente el proceso de captura de las aguas pluviales en el proyecto como ya se ha comentado.

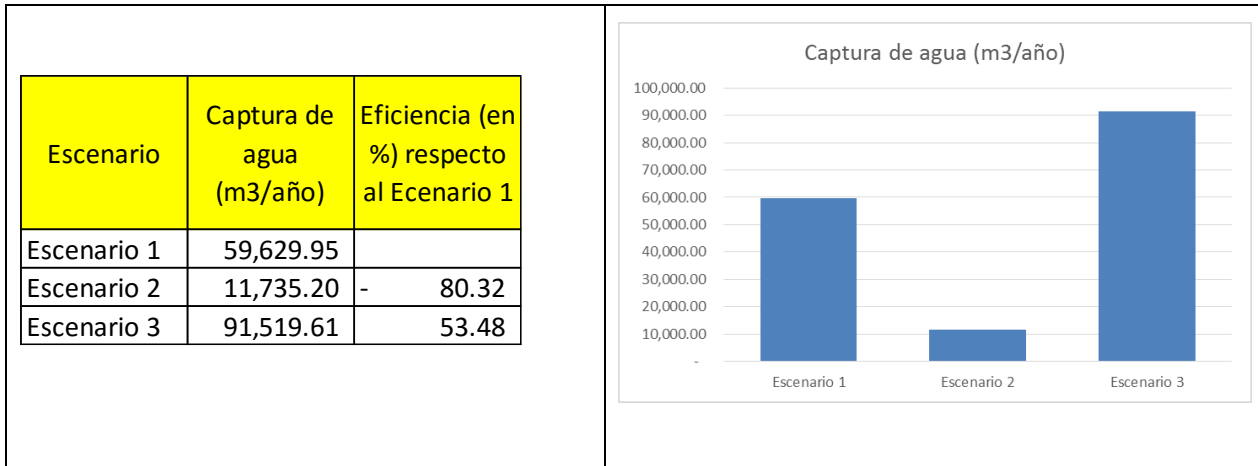
El escenario 2 refleja pues que mediante las medidas de mitigación como lo son mantener áreas permeables o verdes e incorporar los pozos de absorción es posible reducir la afectación a la captura de agua e inclusive, mejorarla como se demuestra en los escenarios que se comparan.

Cuadro No. 124 Captura de agua para el escenario 2 del proyecto

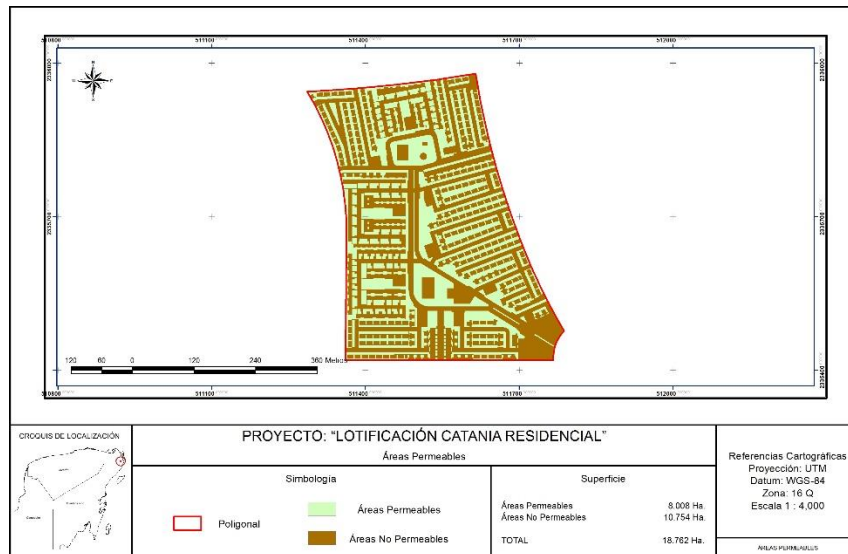
Escenario	K	P (mm)	CE	Agua que escurre (mm)	Evapo-transpiración (mm)	Captura de agua (mm)	Captura de agua (m ³ /año)	Superficie (ha)	Captura de agua (m ³ /año)
Áreas permeables (jardinadas y otras)	0.26	1,302.20	0.2101	273.62	934.97	93.61	936.12	8.008	7,496.46
Áreas de infraestructura y equipamientos con pozos de absorción	0.33	1,302.20	0.2936		520.88	781.32	7,813.20	10.754	84,023.15
Total							11,942.06	18.762	91,519.61

Al comparar las capturas de agua entre escenarios se detecta de inmediato que la remoción de la vegetación sí reduce sensiblemente la capacidad de capturar agua en el predio hasta un 80.3% por debajo de la condición que se tiene en el escenario actual.

Por otro lado, en esta misma comparación de escenarios se concluye que el mejor escenario en la captura de agua será aquel que implica la implementación del proyecto y que aplica medidas de mitigación como es la de dejar áreas verdes y establecer pozos de absorción, con lo cual la posibilidad de captura de agua se incrementa inclusive en un 53.4% con respecto a la condición actual.



Es importante establecer que con la implementación del proyecto se mantendrá el 42.68% del predio mantendrá su capacidad de permeabilidad:



Plano No. 84 Identificación de las áreas permeables del proyecto.

Por otro lado, el SA del proyecto que tiene una superficie de 34,937 hectáreas, la mayoría sobre suelos altamente permeables, permite inferir que los mantos freáticos mantendrán condiciones de ingreso de agua aún con la implementación del proyecto, en un predio que es apenas el 0.05% de la superficie del SA, por lo que el impacto en todo caso, se puede considerar puntual, bajo un escenario extremo en que el agua no se pudiera capturar, lo cual no es así, ya que se ha demostrado que las acciones de mitigación del proyecto permiten mantener el ingreso del agua hacia el subsuelo, incluso mejorar esta situación.

Así mismo es importante mencionar que se establecerán diversas medidas de mitigación adicionales como serán

- Se reforestara con vegetación nativa las áreas jardinadas del predio, con especies nativas producto del rescate de la vegetación forestal.
- Se establecerán 50 pozos de absorción con sus respectivas trampas.
- Durante el proceso del cambio de uso de suelo, se contrataran baños ecológicos para uso de los trabajadores a razón de un baño por cada 20 personas, con lo cual se evitara las descargas sanitarias al subsuelo.
- Se prohibirá el almacenamiento de grandes cantidades de combustible en el lugar, con el fin de evitar posibles accidentes con los derrames de estos productos.
- Se tendrá un manejo adecuado de los residuos sólidos y líquidos y su recolección será a través de empresas autorizadas.
- Enriquecimiento de las áreas forestales con la vegetación nativa, producto del rescate de plantas realizado en el predio.

Por todo lo anterior y a lo establecido en el presente estudio, se concluye que en lo que corresponde a este recurso ambiental no se pone en riesgo la cantidad y calidad de agua a capturar en el predio uno de los supuestos estipulados en el artículo 117 de la LGDFS con el cual se justifica la viabilidad del CUSTF propuesto en el proyecto.

Por lo anterior, se tiene acreditado otro de los supuestos del artículo 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable en el que queda demostrado que el desarrollo del proyecto con el cambio de uso de suelo, no provocara el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación.

XII.1.4. Establecer que el uso alternativo que se propone, será más productivo a largo plazo que el uso actual que presenta el predio:

En lo que corresponde a este punto y con el fin de demostrar que el uso propuesto sería más productivo que el uso actual que tiene en este momento el predio, es necesario primeramente dejar claro lo establecido en los diversos capítulos del DTU, que menciona el predio se ubica dentro de una zona que está sufriendo una fuerte presión por actividades antropogénicas, debido a que se encuentra dentro de la Ciudad de Cancún, sin dejar a un lado los diversos fenómenos meteorológicos que azotan la zona, así mismo se encuentra dentro del POEL- del Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo, y dentro del PDU con un uso de suelo de aprovechamiento urbano.

➤ Comercialización de la madera por manejo forestal

En lo que corresponde a los recursos forestales maderables se localizaron especies que por sus características pueden ser aprovechadas como madera en rollo para aserrío, así mismo existen una gran cantidad de especies que no obstante que son productos maderables, por sus propias características de desarrollo no podrían alcanzar los diámetros requeridos para la obtención de productos de aserrío (para el caso de maderas duras y blandas el diámetro mínimo sería de 35 cm), por lo que su aprovechamiento podría darse como madera para palizada o en su defecto para la elaboración de Carbón.

- Madera en rollo para aserrío

Se estimó que sólo 1 individuo de TZALAM (*Lysiloma latisiliquum*) tiene diámetros por arriba de los 35 cm, por lo que se estima que existirían alrededor de 116.6 individuos en el predio; el resto de los individuos corresponde a especies de que tienen diámetros pequeños que no podrían incorporarse al aserrío..

De esta manera se estima que por las actividades realizadas en el proceso de remoción de vegetación, se pudieron obtener aproximadamente 23.32 individuos en las áreas del CUSTF que pudieran aprovecharse para obtener madera aserrada.

Debido a que las especies localizadas en el predio con posibilidades de aserrío pertenecen al grupo de especies comunes tropicales se considerará para el costo, el precio del m³ de madera en rollo regional que es de \$3,500.00. Se ha calculado que con los 23.32 individuos afectados se obtendría un volumen aproximado de 9.72 me/Ha VTA que significaría alcanzar 23.84 m³, que al precio actual se traduce en un ingreso probable por la venta de este volumen de hasta \$34,177.64, si dichos árboles se comercializaran como madera en rollo y el mercado adquiriera todo el volumen.

Especie	Cantidad de individuos/Ha	Cantidad de individuos EN CUSTF	VOL EN EL PREDIO	VOL EN CUSTF	valor de venta (\$/m3 rollo)	Valor de comercialización en el predio	Valor de comercialización en CUSTF
TZALAM	1.25	23.32	9.77	9.77	3500	34,177.64	34,177.64

- Palizada

Se ha considerado como palizada a todos los individuos reportados en el muestreo con DN mayor a 15 cm y se ha reducido el 50% de total de individuos obtenido por unidad de superficie, ya que muchas de las especies no tienen un valor en el mercado o no se adquieren para las actividades de construcción.

Así las cosas la cantidad total obtenida para el predio, en el análisis realizado se estimó que los individuos mayores a 15 cm de DN aportan un total de 850.7 ind/Ha, por lo que se estima contar con 850.7 ind en la remoción de vegetación por CUSTF propuesto a lo que habrá que obtener el 50% de individuos para su comercialización, que serían 425.3 individuos disponibles.

Se ha previsto una estimación diferenciada de acuerdo a la siguiente valoración: de 10 a 15 cm un valor de \$50.0; para los individuos entre 15.1 y 20 cm un valor de \$100.0 y para individuos entre 21.1 y 35 cm el valor de venta es de \$500.0.

Con esta diferenciación, se ha estimado que se tendría un valor total en el predio por el orden de los \$56,226.24 mientras que en el CUSTF se alcanzará el mismo valor, ya que se propone la superficie total del predio en su cobertura forestal.

➤ Carbón

Con base en la estimación realizada del volumen total maderable derivado de la superficie solicitada para el cambio de uso de terrenos forestales y considerando que el rendimiento de la madera en la región, para la elaboración de carbón se estima que por cada (1) m³ de madera se obtiene aproximadamente 0.769 toneladas, se calcula que el volumen de carbón que puede obtenerse sería de 27.19 ton carbón/Ha, es decir, 507.25 toneladas en todo el predio que es lo mismo que en el CUSTF.

El valor económico de la tonelada en la región oscila alrededor de los \$2,000.00 dependiendo de la zona de adquisición por lo que el valor estimado del volumen resultante de carbón con motivo del CUSTF es de \$1,014,492.43.

➤ Comercialización de Captura de carbono.

Tomando en cuenta que en el predio pudiera establecerse la venta de captura de carbono, tenemos que en base al tipo de vegetación que se tiene en el predio (siempre y cuando el recurso forestal se mantenga) nos daría un volumen de 83.3 toneladas de carbono/ha, multiplicando por la total de la superficie del predio con vegetación que son 18.656 hectáreas, nos daría un volumen de 1,554.1 toneladas de captura de carbono; si tal como se ha revisado en diversos documentos²² el precio de la tonelada de carbono es de 10 dólares, se tendría una valoración de las existencias de carbono de \$279,738.7 pesos, tomando un tipo de cambio de \$18.0/dólar. El monto estimado para el volumen de carbono capturado en el CUSTF sería el mismo valor; cabe señalar que con el aprovechamiento de este concepto no es factible su aprovechamiento en ninguno de los otros conceptos mencionados.

Tipo de vegetación	Ton C/ ha,	Superficie en predio antes de proyecto (Ha)	Estimación de carbono en condición actual (Ton C)	Superficie con CUSTF en el proyecto (Ha)	Estimación de captura de carbono e condición actual del del predio (TonC)	Ingresos por comercialización (US \$)	Ingresos por comercialización (\$)
Selva mediana subperennifolia	83.30	18.656	1,554.10	18.656	1,554.10	15,541.04	279,738.70
		18.656	1,554.10	18.656	1,554.10	15,541.04	279,738.7

➤ Chicle.

No se han registrado individuos de Manilkara sapota mayores a 25 cm de diámetro, que es el DN mínimo para proponer extracción de chicle, por lo que no se hace estimación del valor de este producto.

➤ Plantas de ornato.

En cuanto a plantas ornamentales, se ha estimado que sólo 11 especies tienen potencial para su comercialización, principalmente para ejemplares de talla pequeña. Así las cosas, se tiene que se podrían alcanzar un valor de comercialización en el predio por el orden de las \$2,679,498 que sería el mismo valor que el estimado para el CUSTF.

En resumen, se tiene que el predio aportaría, en teoría y sin excluir las actividades, un monto de \$4,623,813.01 por año, si todas las actividades se pudieran llevar a cabo de manera integral; sin embargo, este criterio de valoración económica no está considerando que algunas de las actividades no permiten la ejecución de otras por no ser compatibles entre sí. Por otro lado,

²² Artículo Valoración económica del almacenamiento de carbono del bosque tropical del ejido NOB BEC , Quintana Roo México J. Bautista Hernández y J.A. Torres Pérez Universidad Autónoma de Chapingo, 2003

otras actividades como la maderable estarían sujetas a programas de manejo con temporalidad de aprovechamiento, lo que implicará sólo parcialidades en el aprovechamiento del predio, o sólo una intervención y esperar un nuevo ciclo de corta, por ejemplo.

Cuadro No. 125 Valoración de productos maderables y no maderables y servicios ambientales del predio.

Concepto	Valoración estimado para el area forestales del predio	
	En predio (\$)	En CUSTF (\$)
Carbón vegetal	1,014,492.43	1,014,492.43
Madera aserrada	34,177.64	34,177.64
Palizada	56,256.24	56,256.24
Tierra vegetal	559,680.00	559,680.00
Captura de carbono	279,738.70	279,738.70
Plantas de ornato	2,679,468.00	2,679,468.00
Chicle	0.00	0.00
Total	4,623,813.01	4,623,813.01

Considerando una comparación con la derrama que se tendría en la lotificación urbana, sin tomar en cuenta la construcción de viviendas, la ganancia esperada está estimada en \$270,000.00 de pesos, por lo que se podría determinar que el proyecto es más redituable en el mediano y largo plazo, ya que una vez construidas las viviendas, el valor de utilidad es mayor.

Cuadro No. 126 Inversión y utilidad en lotificación.

Elementos	Montos(\$)
Urbanización	20,000,000.00
Venta de lotes	200,000,000.00
Utilidad	180,000,000.00

En cuanto al presupuesto asignado para las medidas ambientales de prevención y mitigación, se tienen asignados \$1,100,000,00 incluidos dentro del monto total de inversión.

Por lo anterior, se considera acreditado el último de los supuestos del artículo 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable en el que queda demostrado que el uso alternativo del suelo que se propone es más productivo a largo Plazo.

XII.2. Justificación económica

El éxito turístico de Cancún constituyó el detonante de la Riviera Maya y la zona continental de Isla Mujeres, esto ha convertido a la Zona Norte del Estado de Quintana Roo en destino turístico de fama internacional, estatus que se fortalece cada año con la visita de cientos de miles de turistas principalmente extranjeros procedentes de Norteamérica y al que se agregan día a día decenas de familias mexicanas en busca de oportunidades de empleo.

El exitoso desarrollo del sector terciario, turismo, comercio y servicios, ha motivado la implementación de estrategias de impulso a la actividad turística de la región, los gobiernos estatal y federal promovieron el desarrollo del corredor Cancún-Tulum, fortaleciendo con ello la consolidación de la denominada Riviera Maya a lo largo de la cual se localizarán las cabeceras municipales de Cancún, Playa del Carmen y actualmente Tulum, mismas que, por su estatus urbano, proveerán los servicios requeridos por la actividad turística.

Hoy en día la Riviera Maya cuenta con una importante infraestructura hotelera que creció en número de cuartos hoteleros, más del 700 % en menos de una década. De igual manera los centros de población han incrementado en número de habitantes a un ritmo acelerado, especialmente Cancún y Playa del Carmen que presentan altos índices de crecimiento, como resultado de la oferta de mano de obra para la construcción, en actividades relacionadas con el turismo y gracias a las oportunidades de negocio que alientan la inmigración.

El posible desarrollo turístico de la zona continental de Isla Mujeres y el acelerado desarrollo turístico en la Riviera Maya ha traído aparejado un sin número de problemas urbanos, ambientales y sociales, toda vez que el crecimiento poblacional se ha concentrado en Cancún y Playa del Carmen y rebasó todas las predicciones de crecimiento urbano, infraestructura y servicios para la población, que además continua en aumento.

Esta demanda natural de vivienda, comercios y servicios, aunada a la necesidad de contener la incidencia de asentamientos irregulares, ha propiciado que un grupo de inversionistas de la construcción fomenten y financien programas de vivienda, que con apego a las normas municipales establecidas para este tipo de proyectos y a la reglamentación estatal en materia urbana y ambiental, genere una oferta de vivienda que ayude a la estabilización del mercado inmobiliario de la ciudad, sobre todo a la regularización de los costos de arrendamiento y a la contención de los asentamientos irregulares, pues en la medida en que la oferta de vivienda cuente con servicios a costos accesibles, la ocupación de suelos irregulares o riesgosos para la urbanización se podrá ver contenida.

Esto provocará directa e indirectamente un beneficio en diversos sectores de la población, así como influirá en el desarrollo armónico de la zona en los usos de suelo permitidos.

De acuerdo al Consejo Nacional de la Vivienda, a nivel nacional se tiene una Necesidad de vivienda nueva por 633,742 viviendas y otras por 430,434 créditos. La demanda total del INFONAVIT es de 8.8 millones de derechohabientes y la Demanda calificada de 5.1 millones de trabajadores. A septiembre de 2009, alrededor de 75% de los créditos ejercidos para adquisición de casas se ejerció en vivienda nueva y el restante 25% en otras modalidades.

Cuadro No. 127 Créditos ejercidos en vivienda y otros usos (INFONAVIT 2009).

RANGOS DE ACUERDO AL S.M.V.	Cantidad	Porcentaje
< 4.00	191,595	72.29%
>= 4.00 A 10.99	58,666	22.14%
>10.99	14,754	5.57%
TOTAL	265,015	100.00%

Hay nueve entidades del país que reportan un déficit en producción de vivienda por arriba del 30 por ciento respecto al nivel de inventario del año pasado, reveló el INFONAVIT. Dichos estados son Baja California Sur, Guerrero, Jalisco, Morelos, Oaxaca, Puebla, **Quintana Roo**, San Luis Potosí, Tabasco y Yucatán. Asimismo, hay 10 estados del país que tienen un déficit entre 15 y 30 por ciento, destacando Aguascalientes, Chihuahua, Colima, Estado de México, Guanajuato, Nayarit, entre otros

Esto obedece a que no se están construyendo las viviendas necesarias, que de acuerdo con cifras de la Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI) hay una caída en el inicio de construcción de 40 por ciento a julio de 2009. A pesar a este déficit en la producción, la meta de colocación de créditos de 2009 fue de 500 mil créditos.

El principal reto para el sector de la vivienda en los siguientes años será que haya la suficiente oferta de casas, ya que hasta julio el Registro Único de Vivienda (RUV) reportó una caída de 40 por ciento en unidades en proceso.

La falta de disponibilidad de oferta es una preocupación para el INFONAVIT. Ante ello, se ha hecho un llamado a los constructores del país a seguir generando vivienda ya que "hay los recursos para individualizar los créditos que sean necesarios", y por otro lado, hay personas que desean adquirir una casa.

En la Reunión Nacional de Vivienda que organizó la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (CMIC) en 2010, se resaltó la importancia de observar si el inventario existente de unidades será suficiente para la colocación de crédito.

Asimismo, se subrayó la necesidad de contar con mecanismos de financiamiento a la adquisición de reservas territoriales para seguir con el desarrollo de vivienda.

Ante esta situación, resalta la importancia del proyecto, que vendrá a dotar de casa habitación en terrenos regulares, con urbanización y servicios adecuados que contribuyan a satisfacer la demanda de vivienda en la población de Cancún.

Es en este contexto que el promovente, que cuenta con experiencia en estos desarrollos en diversas partes del país, desarrollará este proyecto.

Se deberá monitorear la pérdida de empleo ya que es relevante la participación de los constructores en el otorgamiento de crédito y en el mantenimiento de los niveles de la cartera vencida, a través de perfilar a personas con adecuada capacidad de pago.



Figura No. 112 Empleo generado por empresas constructoras periodo 2000-2008

XII.3. Justificación social

En el argumento social el enfoque es en dos vertientes, el primero de ellos es pues que el proyecto contribuye a atender la demanda de vivienda de un segmento de mercado de ingresos medio, en un polo de desarrollo turístico en constante crecimiento.

El segundo enfoque tiene que ver con la generación de empleos y que a continuación se indica un breve análisis.

Con relación a los impactos que sobre el empleo tiene la industria de la construcción, como es el caso de este proyecto, se tienen las siguientes estimaciones.

El número de empleos que se generan por la construcción específica de vivienda se han hecho estudios sobre los empleos que se generan de acuerdo al tipo de vivienda.

De las estimaciones obtenidas se puede observar que la construcción de vivienda de costo mínimo es la que tiene el efecto más alto en la generación de empleo por unidad de demanda final (para \$1,000,000.00, a precios de 1960), con 25.54 años hombre de empleo directo y 16.44 años hombre de empleo indirecto, haciendo un total de 41.98 años hombre de empleo total.

Este hallazgo puede explicarse por el hecho de que para la vivienda de calidad más baja, el precio es más bajo y puede ser construido un mayor número de viviendas con un monto dado de recursos. Las actividades de construcción de vivienda, intensivas de trabajo como la preparación y excavación del terreno, son proporcionales más al número de viviendas que se construyen que al tamaño individual de las mismas. Este mismo postulado es válido para las actividades intensivas de trabajo como las de colocación de tabiques. Más aún, en las condiciones actuales de México, en la construcción de viviendas de bajo costo, se utilizan materiales baratos que requieren más insumos directos de trabajo.

Además de la importante cantidad de empleos que genera la actividad de la construcción, se tiene una activación importante en otras 39 ramas industriales vinculadas con la construcción de casas habitación.

La empresa proponente del proyecto es una Inmobiliaria con una gran experiencia en el desarrollo de conjuntos habitacionales. Cuenta con el personal técnico calificado, los recursos materiales, la maquinaria y el equipo necesarios para llevar a cabo el proyecto con las especificaciones y de la calidad requerida en este tipo de obras.

Los recursos económicos para la realización del proyecto provendrán de recursos propios de las empresas constructoras, de financiamientos tipo INFONAVIT, SOFOLES, y otras sociedades de inversión que financien la construcción de vivienda.

Así pues, el proyecto contribuye al desarrollo local y regional al abrir empleos para el proceso constructivo de la lotificación y posteriormente de las viviendas del fraccionamiento, generando una importante derrama económica para las familias locales y de otros estados vecinos que aportan mano de obra.

Ahora bien, es importante también resaltar que al generar empleos ya sea directos o indirectos se proporcionan servicios previstos por la Ley General del Trabajo lo que se trasmite en mejorar la calidad de vida de las personas relacionadas con el proyecto, sin perder de vista que el pago de impuestos también permite contribuir a los programas federales que benefician a la población del país en su conjunto.

XIII. DATOS DE INSCRIPCIÓN EN EL REGISTRO DE LA PERSONA QUE HAYA FORMULADO EL ESTUDIO Y EN SU CASO DEL RESPONSABLE DE DIRIGIR LA EJECUCIÓN.

XIII.1. Responsable de la elaboración del estudio

Nombre: Ing. Rafael Contreras Aguado

Registro Forestal Nacional:

- **Oficio No.** 03/ARRN/0509/2004
- **No. de Registro:** 4
- **Volumen:** 2
- **Tipo:** UI; Personas físicas prestadoras de servicios técnicos forestales
- **Libro:** Quintana Roo

Correo electrónico: rcontreag@yahoo.com

XIII.2. Responsable de la ejecución del estudio

Nombre: Ing. Rafael Contreras Aguado

Registro Forestal Nacional:

- **Oficio No.** 03/ARRN/0509/2004
- **No. de Registro:** 4
- **Volumen:** 2
- **Tipo:** UI; Personas físicas prestadoras de servicios técnicos forestales
- **Libro:** Quintana Roo

Correo electrónico: rcontreag@yahoo.com

XIV. VINCULACION Y APLICACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURIDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACION SOBRE USO DEL SUELO

XIV.1. Planes de ordenamiento ecológico del territorio (POEL)

XIV.1.1 Instrumentos reguladores del ordenamiento territorial en el área del proyecto.

Instrumento regulador	Decreto y/o publicación	Fecha de Publicación
PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL DEL MUNICIPIO DE BENITO JUÁREZ, QUINTANA ROO.	PERIÓDICO OFICIAL DEL GOBIERNO DEL ESTADO	27 de Febrero de 2014
PROGRAMA DE DESARROLLO URBANO DEL CENTRO DE POBLACIÓN, CANCÚN 2014-2030.	PERIÓDICO OFICIAL DEL GOBIERNO DEL ESTADO	16 de Octubre 2014

Programa de Ordenamiento Ecológico

El *Programa del ordenamiento ecológico del territorio* estima la vocación de cada zona o región, en función de sus recursos naturales, la distribución de la población y las actividades económicas predominantes, los desequilibrios existentes en los ecosistemas por efecto de los asentamientos humanos, o de otras actividades humanas o fenómenos naturales, el equilibrio que debe existir entre los asentamientos humanos, vías de comunicación y demás obras o actividades, considerando además la naturaleza y características de los ecosistemas existentes en el territorio nacional y en las zonas sobre las que la nación ejerce soberanía y jurisdicción.

El *Ordenamiento Ecológico Territorial* es el instrumento fundamental que establece la Legislación Ambiental Mexicana para planear y programar el uso del suelo y las actividades productivas, así como la ordenación de los asentamientos humanos y el desarrollo de la sociedad en congruencia con la vocación natural del suelo, el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y la protección de la calidad del ambiente en la zona. La Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (**LGEEPA**), en su artículo 3o, fracción XXIII, establece que el ordenamiento ecológico es:

"El instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento del mismo".

En este contexto, y con fundamento en el Artículo 121 del Reglamento de la Ley General de Desarrollo forestal Sustentable (**RLGDFS**), que establece que dentro de la información de los Estudios Técnicos Justificativos para el Cambio de Uso de Suelo de Terrenos Forestales (**ETJ**) se deben aplicar los criterios establecidos en los programas de ordenamiento ecológico del territorio aplicable en sus diferentes categorías, se presenta el siguiente análisis.

“Artículo 121. Los estudios técnicos justificativos a que hace referencia el artículo 117 de la Ley, deberán contener la información siguiente:

I. Usos que se pretendan dar al terreno.

XII. Aplicación de los criterios establecidos en los programas de ordenamiento ecológico del territorio en sus diferentes categorías”.

XIV.1.1.1. Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo (POEL Benito Juárez).

Con el fin de ubicar el predio del Proyecto denominado “**Lotificación Catania Residencial**” se consideró la poligonal del predio del proyecto, en base a lo siguiente:

Con la cartografía del **Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo**, publicado en el periódico oficial del gobierno del Estado de Quintana Roo el 16 de Octubre de 2014, disponible en coordenadas UTM, Datum WGS 84, Escala 1:80,000, la ubicación del predio se encuentra en las **Unidades de Gestión Ambiental**²³(**UGA`s**) 21.

²³ **Unidad de Gestión Ambiental:** las áreas en las que están zonificados los polígonos del territorio sujeto a ordenamiento, definidas por rasgos geomorfológicos y ecológicos específicos, georeferenciados, en condiciones de homogeneidad (POET Cancún-Tulum 2001).

Unidad de Gestión Ambiental: Unidad mínima del territorio a la que se asignan determinados lineamientos y estrategias ecológicas (Artículo 3 fracción XXVI Reglamento de la LGEEPA en materia de Ordenamiento Ecológico).

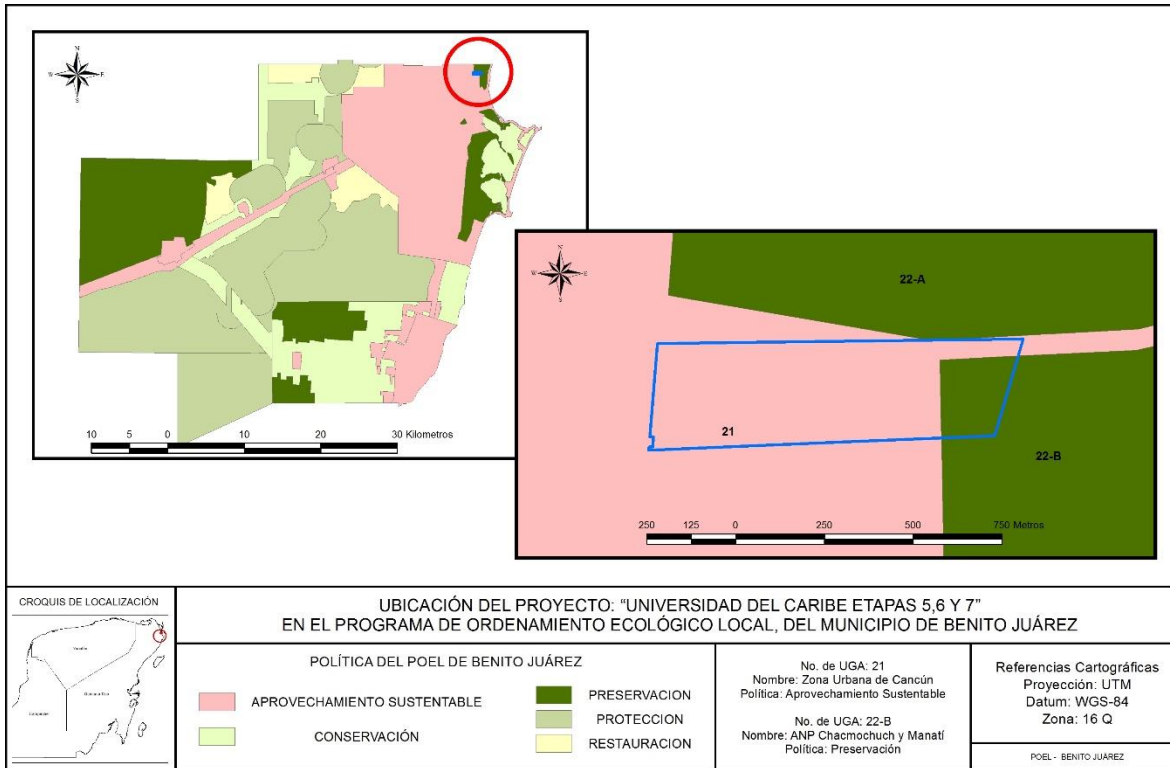
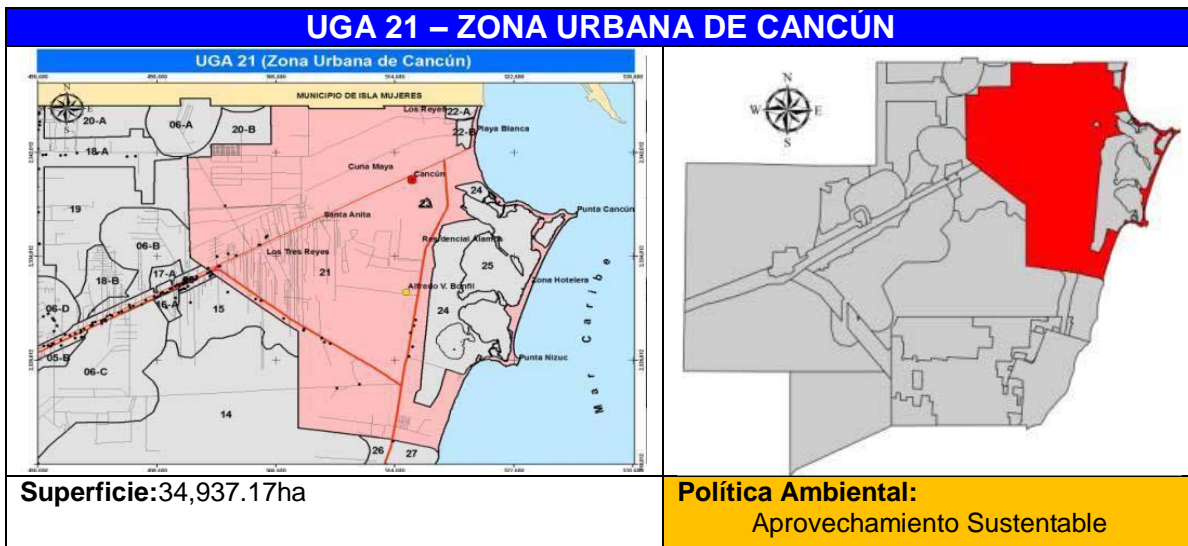


Figura No. 113 Identificación del predio en el contexto del POEL Benito Juárez

El uso del suelo en la zona donde se habrá de establecer el proyecto se rige por el Acuerdo de Coordinación para el Ordenamiento Ecológico local del Municipio Benito Juárez, Quintana Roo, por lo que dicho Ordenamiento ubica al proyecto dentro de la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) 21, denominada "**ZONA URBANA DE CANCÚN**", para la cual se ha delineado que debe tener una política ecológica de *Aprovechamiento Sustentable*.

XIV.1.2. Lineamientos y Estrategias ecológicas de las Unidades de Gestión Ambiental.



Criterios de Delimitación:

Esta UGA se delimitó con base en la poligonal del Centro de Población establecida en el Programa Municipal de Desarrollo Urbano Sustentable del Municipio de Benito Juárez (PMDUS BJ), el cual ha sido aprobado por el H. Cabildo Municipal y publicado en la Gaceta Municipal el 26 de diciembre de 2012 y en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo el 8 de marzo de 2013.

Condiciones de la Vegetación y Uso de Suelo:

CLAVE	CONDICIONES DE LA VEGETACION	HECTAREAS	%
ZU	Zona Urbana	10,622.07	30.40
VS2	Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subperennifolia en recuperación	9,666.56	27.67
VSa	Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Mediana Subperennifolia	5,241.10	15.00
VSA	Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subperennifolia en buen estado	2,647.59	7.58
SV	Sin Vegetación Aparente	2,302.20	6.59
AH	Asentamiento Humano	2,108.27	6.03
Ma	Manglar	1,023.16	2.93
SBS	Selva Baja Subcaducifolia	693.00	1.98
GR	Mangle Chaparro y graminoides	363.84	1.04
CA	Cuerpo de Agua	156.52	0.45
TU	Tular	76.68 0.22	0.22
MT	Matorral Costero	36.18 0.10	0.10
TOTAL		34,937.17	100.00

% de UGA que posee vegetación en buen estado de conservación: 10.92 %

Superficie de la UGA con importancia para la recarga de acuíferos: 56.54 %

Objetivo de la UGA:

Regular el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales en las zonas de reserva para el crecimiento urbano, dentro de los límites del centro de población, con el fin de mantener los ecosistemas relevantes y en el mejor estado posible, así como los bienes y servicios ambientales que provee la zona, previo al desarrollo urbano futuro.

Problemática General:

Presión de los recursos naturales por incremento de asentamientos irregulares; Expansión de la mancha urbana fuera de los centros de población; Presión y riesgo de contaminación al acuífero por la expansión urbana y falta de servicios básicos; Incremento en la incidencia y de Incendios Forestales; Carencia de servicios de recolección y disposición final de los Residuos Sólidos Urbanos; Incompatibilidad entre instrumentos de planeación urbana y ambiental; Necesidades de infraestructura en zonas urbanas de Cancún; Cambios de Uso de Suelo no autorizados.

Poblados o sitios importantes en esta UGA (habitantes):

Según INEGI (2010), esta UGA cuenta con 29 localidades, siendo las dos principales Cancún y Alfredo V. Bonfil. La población total de la UGA es de 643,577 habitantes, aunque fuentes paralelas indican que la población total de la ciudad es de poco más de 800,000 habitantes. La red carretera abarca un total de 462.52 km, en su mayoría de caminos pavimentados.

Líneamientos Ecológicos:

- Se contiene el crecimiento urbano dentro de los límites del centro de población, propiciando una ocupación compacta y eficiente del suelo urbano de tal manera que las reservas de crecimiento se ocupen hasta obtener niveles de saturación mayores al 70% de acuerdo a los plazos establecidos en el programa de desarrollo urbano de la ciudad de Cancún, para disminuir la tasa de deterioro de los recursos naturales.
- Las autoridades competentes deben propiciar que el crecimiento urbano sea ordenado y compacto y estableciendo al menos 12 m² de áreas verdes accesibles por habitante, acorde a la normatividad vigente en la materia.
- Las autoridades competentes deben propiciar el tratamiento del 100 % de las aguas residuales domésticas, así como la gestión integral de la totalidad de los residuos sólidos generados en esta localidad.

Recursos y Procesos Prioritarios: Suelo, Cobertura vegetal.		
Parámetros de aprovechamiento: Sujeto a lo establecido en su Programa de Desarrollo Urbano vigente.		
Usos Compatibles: Los que se establezcan en su Programa de Desarrollo Urbano Vigente.		
Usos Incompatibles: Los que se establezcan en su Programa de Desarrollo Urbano Vigente.		
Recursos y procesos Prioritarios	Clave	Criterios de Regulación Ecológica
Agua	URB	01- 02- 03- 04- 05- 06- 07- 08- 09- 10- 11- 12- 13- 14- 15- 16- 17.
Suelo y Subsuelo		19- 20- 21- 22- 23- 24- 25- 26- 27- 28- 29.
Flora y Fauna		30- 31- 32- 33- 34- 35- 36- 37- 38- 39- 40- 41.
Paisaje		43- 44- 45- 46- 47- 48- 49- 50- 51- 52- 53- 54-55- 56- 57- 58- 59.

Las políticas de ordenamiento ecológico utilizadas en el **POEL Benito Juárez** son las definidas en el artículo 3 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (**LGEEPA**) y las correspondientes al Artículo 4 fracción VIII de la Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo; las cuales son:

- **Aprovechamiento sustentable:** La utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos;
 - **Preservación:** El conjunto de políticas y medidas para mantener las condiciones que propicien la evolución y continuidad de los ecosistemas y hábitat naturales, así como conservar las poblaciones viables de especies en sus entornos naturales y los componentes de la biodiversidad fuera de sus hábitats naturales;
 - **Protección:** El conjunto de políticas y medidas para mejorar el ambiente y controlar su deterioro; y
 - **Restauración:** Conjunto de actividades tendientes a la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales.
- De manera adicional y con el fin de una mejor interpretación y representación de los usos del suelo se subdividió la política de **aprovechamiento sustentable** en los siguientes tipos:

- **Aprovechamiento sustentable**, que aplica para las unidades de gestión ambiental susceptibles de aprovechamiento turístico, ecoturístico o forestal, fuera de los centros de población.
- **Aprovechamiento no urbano**, que aplica para las unidades de gestión ambiental susceptibles de aprovechamiento suburbano, agropecuario, minero o industrial, fuera de los centros de población.
- **Aprovechamiento urbano sujeto a Programa Parcial de Desarrollo Urbano**, que aplica a las zonas propuestas como reservas urbanas y cuyo aprovechamiento está condicionado a la aprobación y expedición de un Programa Parcial de Desarrollo Urbano.
- **Aprovechamiento urbano**, que aplica a las unidades de gestión ambiental que corresponden a los centros de población con Programa de Desarrollo Urbano vigente.

Objetivos Específicos

- Proteger las zonas de captación y extracción de agua del Municipio Benito Juárez.
- Preservar en el Municipio Benito Juárez asociaciones vegetales de selva baja y de halófitas costeras en función de sus reducidas extensiones, así como humedales costeros y continentales en función de su importancia para la fauna.
- Mantener la biodiversidad que existe en los diferentes ecosistemas presentes en el Municipio Benito Juárez.
- Mantener de forma integral los componentes del medio biótico para que continúen generando beneficios económicos y sociales a la población,
- Favorecer actividades productivas que realicen un aprovechamiento sustentable de los recursos naturales,
- Propiciar el desarrollo urbano ambientalmente responsable mediante la aplicación de criterios de regulación ecológica en los centros urbanos y en las áreas previstas como reservas urbanas,
- Propiciar la recuperación de las zonas afectadas del Municipio Benito Juárez,
- Preservar el patrimonio histórico y cultural del Municipio Benito Juárez, y
- Dar certidumbre jurídica a la inversión y al desarrollo, estableciendo congruencia y consistencia entre los instrumentos normativos del desarrollo urbano y ambiental, aplicables en el ámbito municipal de Benito Juárez.

Bajo este contexto, se resalta que el proyecto "**Lotificación Catania Residencial**", no se contrapone con las políticas establecidas en las unidades de gestión ambiental 21 con política de Aprovechamiento Sustentable.

Cabe señalar que la Actualización del Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Cancún 2014-2030, tiene por objetivo ordenar y regular el proceso de desarrollo urbano de la ciudad de Cancún; establecer las bases para las acciones de mejoramiento, conservación y crecimiento y definir los usos y destinos de suelo, así como las áreas destinadas a su crecimiento con la finalidad de lograr el desarrollo sustentable y el mejorar el nivel de vida de la población.

El **POEL** Benito Juárez y el **Programa de Desarrollo Urbano del Centro Población, Cancún 2014-2030** son instrumentos que son usados para asignar el uso de suelo, por lo que se realizó una vinculación entre ambos y de esta manera no existe contraposición con lo establecido para desarrollar el Proyecto denominado "**Lotificación Catania Residencial**", ya que se cumple con lo establecido en cada criterio.

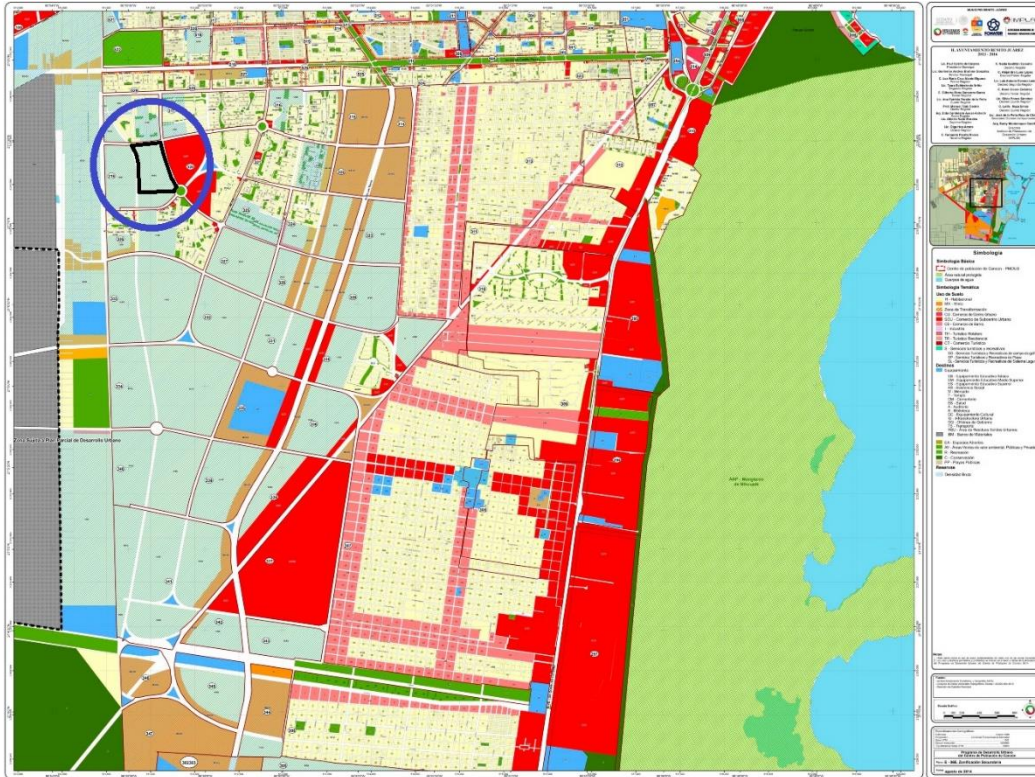
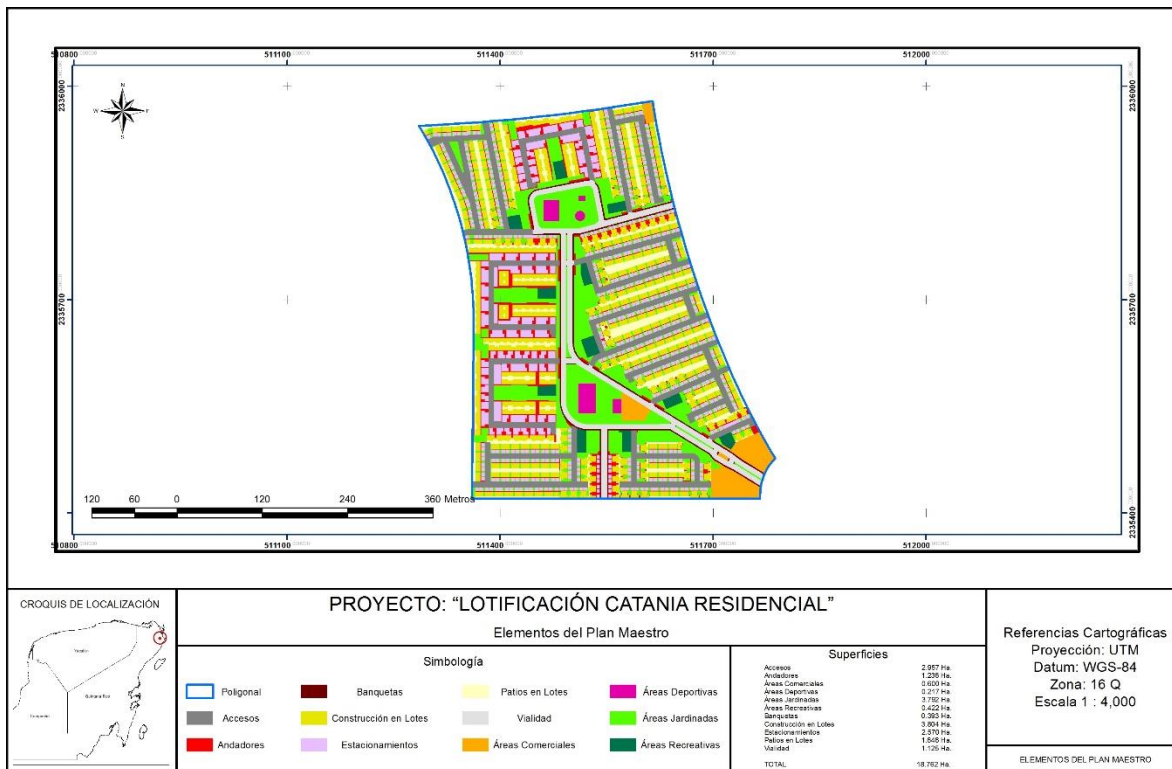


Figura No. 114 Ubicación del proyecto "Lotificación Catania Residencial" con base en el PDU de la Ciudad de Cancún.



Plano No. 85 Elementos del Plan Maestro

Usos de suelo de acuerdo al POEL Benito Juárez.

La *vocación de uso* del suelo del **POEL Benito Juárez**, se determinó a partir de la aptitud natural de uso del suelo establecidas en el Diagnóstico de la zona, en tanto que los *usos del suelo* seleccionados para las unidades de gestión ambiental, corresponden a los permitidos en la legislación ambiental estatal o federal, entre otras la Ley General de Vida Silvestre, Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

Los *usos del suelo* propuestos para las diferentes unidades de gestión ambiental se subdividieron en cuatro tipos: predominantes, compatibles, condicionados e incompatibles.

Por tanto, se desprende que de acuerdo al **POEL Benito Juárez**, la **UGA 21** Zona Urbana de Cancún tiene una vocación y uso de suelo Urbano, *con una política de Aprovechamiento Sustentable* y de acuerdo a los lineamientos establecidos en el **Programa de Desarrollo Urbano del Centro Población, Cancún 2014 – 2030**, su uso de suelo es de **Reserva** con densidad bruta.

XIV.1.3. Criterios Ecológicos.

Los ***criterios de regulación ecológica***, son aquellos *lineamientos obligatorios que se establecen para orientar las acciones de preservación y restauración del equilibrio ecológico, el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y la protección al ambiente, que tendrán el carácter de instrumentos de la política ambiental.* En el caso del **POEL Benito Juárez**, se asignaron teniendo siempre presente que la prioridad es el *aprovechamiento sustentable*, es decir, la *utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por períodos indefinidos*; y que el fin del ordenamiento ecológico es lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos.

Los *criterios de regulación ecológica* establecidos para el **Programa Ordenamiento Ecológico Local del Municipio Benito Juárez** han sido organizados en dos grupos:

- **Criterios ecológicos de aplicación general (CG)**, que son de observancia en todo el territorio municipal de Benito Juárez, independientemente de la unidad de gestión ambiental en la que se ubique el proyecto o actividad.
- **Criterios ecológicos de Aplicación específica (CE)**, que son los criterios asignados a una unidad de gestión ambiental determinada.

XIV.1.3.1. Criterios de regulación ecológica de carácter general (CG)

Cuadro No. 128. Vinculación con los criterios Generales de regulación ecológica según el Ordenamiento Ecológico Local del municipio Benito Juárez.

CRITERIOS ECOLÓGICOS DE APLICACIÓN GENERAL	
CG-01	<p>En el tratamiento de plagas y enfermedades de plantas en cultivos, jardines, áreas de reforestación y de manejo de la vegetación nativa deben emplearse productos que afecten específicamente la plaga o enfermedad que se desea controlar, así como los fertilizantes que sean preferentemente orgánicos y que estén publicados en el catálogo vigente por la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas (CICOPLAFEST).</p> <p>Como lo dicta el presente criterio, en caso de ser necesario para el control de plagas y mantenimiento de las áreas ajardinadas sólo se utilizarán sustancias autorizadas por la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas (CICOPLAFEST).</p>
CG-02	<p>Los proyectos que en cualquier etapa empleen agroquímicos de manera rutinaria e intensiva, deberán elaborar un programa de monitoreo de la calidad del agua del subsuelo a fin de detectar, prevenir y, en su caso, corregir la contaminación del recurso. Los resultados del Monitoreo se incorporarán a la bitácora ambiental.</p> <p>Debido a que el proyecto consiste en la lotificación de un residencial, no se pretende usar agroquímicos de manera rutinaria en ninguna de las etapas del proyecto, sin embargo en caso de requerir su uso, se atenderá este criterio.</p>
CG-03	<p>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.</p> <p>El proyecto "Lotificación Catania Residencial" pretende llevar a cabo el aprovechamiento de 18.762 ha, superficie total con la que cuenta el predio; sin embargo, el predio contara con áreas ajardinadas las cuales serán reforestadas con especies nativas provenientes del rescate dentro del predio, además se contará con una superficie de 8.008 ha de áreas permeables. Las medidas anteriores se aplicaran con el fin de favorecer la captación de agua y no disminuir la recarga de los acuíferos.</p>
CG-04	<p>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.</p> <p>El promovente contempla dentro de las acciones de desarrollo la separación del drenaje pluvial del drenaje sanitario, en el caso del drenaje pluvial este será dirigido a través de las vialidades por decantación hacia los 50 pozos de absorción, los cuales contarán con rejillas para la retención de residuos sólidos como son ramas, hojas y basura con el fin de evitar la contaminación del manto freático. Adicional, el proyecto plantea mantener como áreas</p>

permeables 8.008 ha, las cuales servirán para la captación de aguas pluviales y por lo tanto la recarga del acuífero.

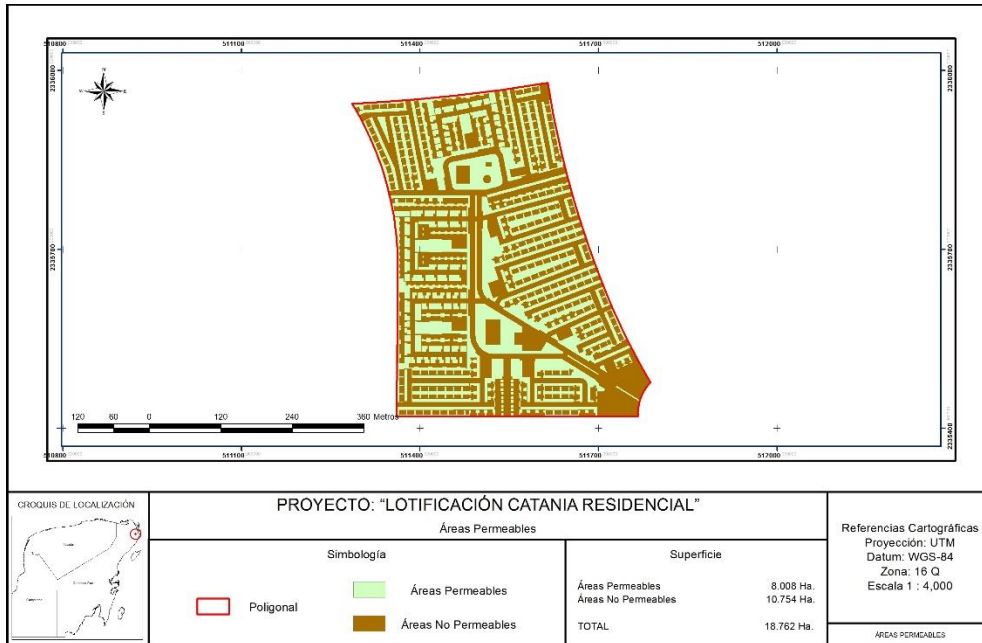
En cuanto al drenaje sanitario, el proyecto colocará una red interna que se conectara a la red de drenaje municipal, para dirigir las aguas residuales a la planta de tratamiento del municipio de Benito Juárez.

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.

Se atenderá este criterio, ya que se dejara como área permeable el 42.7% de la superficie total del predio (18.762), que corresponde a las áreas ajardinadas, estacionamientos y patios en lotes en lotes del proyecto.

ELEMENTOS DEL PLAN MAESTRO CON AREAS PERMABLES	
Tipo	Superficies (ha)
Áreas ajardinadas	3.792
Estacionamientos	2.570
Patios en lotes	1.646
TOTAL	8.008



Plano de áreas permeables

Adicional a las permeables que dejara el proyecto, se perforaran poz0os de absorción de aguas pluviales, los cuales estarán colocados estratégicamente en el área de desplante del proyecto.

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 predio del proyecto se encuentra inmerso en la zona urbana de la ciudad de Cancún, por lo que la fragmentación de los ecosistemas se dio tiempo atrás. El promovente pretende utilizar 18.762 ha, lo que representa el 100% de la superficie total del predio, para el desarrollo del proyecto; se tiene planeado dejar en total una superficie de 3.792 ha como áreas ajardinadas, las cuales serán reforestadas con vegetación nativa producto del despalme y conservaran algunos individuos arbóreos originales.
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 predio del proyecto se encuentra inmerso en una zona urbana, por lo que el presente criterio no aplica.
CG-08
Los humedales, rejolladas inundables, petenes, cenotes, cuerpos de agua superficiales, presentes en los predios deberán ser incorporados a las áreas de conservación.
No se cuenta con humedales, rejolladas inundables, petenes, cenotes o cuerpos de agua superficiales dentro del predio del proyecto, por lo que no aplica el presente criterio.
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 área donde se pretende desplantar el proyecto "Lotificación Catania Residencial" se encuentra dentro de la UGA denominada como Zona Urbana de Cancún, por lo que el presente criterio no aplica para el proyecto.
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 necesarios para la población.
El proyecto "Lotificación Catania Residencial" se encuentra dentro de una zona urbana que ya cuenta con acceso al predio, por lo que no ésta previsto la apertura de nuevos caminos de acceso, ni vialidades.
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, aplicando el principio de equidad y proporcionalidad.

El predio del proyecto se apegara al porcentaje de desmonte establecidos en la UGA 21 denominada "ZONA URBANA DE CANCÚN" con política ecológica de Aprovechamiento Sustentable, que es la que regula el área de estudio. La afectación a este componente ambiental se originará durante las actividades de desmonte y despalme del terreno que se realizará en 18.656 has de selva mediana subperennifolia, ya que el resto de la superficie 0.106 has son áreas sin cobertura forestal.

En lo que corresponde a los criterios en acuerdo con el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Cancún, municipio de Benito Juárez, Quintana Roo (2014-2030) el predio tiene un uso de suelo denominado Reserva (Densidad Bruta). Es importante recalcar que el proyecto "Lotificación Catania Residencial" consiste en la lotificación de un predio, sin embargo, de ser necesario el promovente se apegara a la densidad establecida en el PDU (60 viviendas/Ha).

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 promovente se apegara a lo establecido en los parámetros de aprovechamiento de la UGA 21 denominada "ZONA URBANA DE CANCÚN" con política ecológica de Aprovechamiento Sustentable, la cual se remite al Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Cancún, Municipio de Benito Juárez 2014-2030 (PDU), que asigna un solo uso de suelo denominado proyecto Reserva (Densidad Bruta) para el predio del proyecto.

CG-13

En la superficie de aprovechamiento autorizada previo al desarrollo de cualquier obra o actividad, se deberá de ejecutar un programa de rescate de flora y fauna.

Para dar cumplimiento a lo que indica el presente criterio el promovente ingresara anexo a este documento el Programa de Rescate de Flora y Fauna.

CG-14

En los 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 predio del proyecto se encuentra dentro de la UGA 21 "ZONA URBANA DE CANCÚN" que es de tipo urbana y además este se encuentra regulado por el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Cancún, Municipio de Benito Juárez 2014-2030, por lo que no cuenta con un coeficiente de modificación de suelo.

CG-15

<p>En los ecosistemas forestales deberán eliminarse los ejemplares de especies exóticas considerados como 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.</p>
<p>El promovente pretende aprovechar las 18.762 ha con las que cuenta el predio del proyecto, por lo que se retirara el 100% de la cobertura forestal. Para dar cumplimiento al presente criterio, de detectarse ejemplares de especies exóticas consideradas como invasoras por Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), la promovente procederá a separar el residuo vegetal del resto y será dispuesto tal como la autoridad correspondiente determine.</p>
<p>CG-16</p>
<p>La introducción y manejo de palma de coco (<i>Cocus nucifera</i>) debe restringirse a las variedades que sean resistentes a la enfermedad conocida como "amarillamiento letal del cocotero".</p>
<p>En apego con el presente criterio, de presentarse la necesidad de introducir o manejar palmas de coco, la promovente asegurará el uso de variedades resistentes al amarillento letal de cocotero.</p>
<p>CG-17</p>
<p>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 competente 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.</p>
<p>Dentro del área de estudio no se pretende manejar especies exóticas de flora o fauna, ya que el proyecto pretende reforestar las áreas ajardinadas con especies nativas producto del rescate. En caso de ser necesario el uso de especies exóticas se acatara lo dispuesto en el presente criterio.</p>
<p>CG-18</p>
<p>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.</p>
<p>El proyecto no cuenta con cuerpos de agua, por lo que se considera que no aplica el presente criterio.</p>
<p>CG-19</p>
<p>Todos los caminos abiertos que estén en propiedad privada, deberán contar con acceso controlado, a fin de evitar posibles afectaciones a los recursos naturales existentes.</p>
<p>El promovente pretende el aprovechamiento del 100% de la superficie del predio del proyecto, por lo que las vialidades internas servirán de acceso a las viviendas. Sin embargo, de ser necesario el promovente se apegara a lo dispuesto en el presente criterio.</p>
<p>CG-20</p>

Los cenotes, rejolladas 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 predio del proyecto no cuenta con cenotes, rejolladas inundables o cuerpos de agua, por lo que se considera que no aplica el presente criterio.
CG-21
Donde se encuentren vestigios arqueológicos, deberá reportarse dicha presencia al Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) y contar con su correspondiente autorización para la construcción de la obra o realización de actividades.
No se encontraron vestigios arqueológicos dentro del predio del proyecto "Lotificación Catania Residencial", por lo que no es necesario un trámite de autorización por parte del INAH.
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 área de desplante del proyecto tiene uso de suelo de Reserva (Densidad Bruta) de acuerdo al Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Cancún 2014-2030 (PDU), y no pretende aprovechar superficie considerada como derecho de vía. El proyecto al encontrarse dentro de una zona urbana se conectara a la red de energía eléctrica de la CFE.
CG-23
La instalación de infraestructura de conducción de energía eléctrica de baja tensión y de comunicación deberá ser subterránea en el interior de los predios, para evitar la contaminación visual del paisaje y afectaciones a la misma por eventos meteorológicos extremos y para minimizar la fragmentación de ecosistemas.
La promovente se apegara a lo establecido en el presente criterio, colocando la instalación de infraestructura de conducción de energía eléctrica del proyecto de forma subterránea.
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 "Lotificación Catania Residencial" no pretende la construcción de caminos o carreteras.
CG-25
En ningún caso la estructura o cimentación de las construcciones deberá interrumpir la hidrodinámica natural superficial y/o subterránea.
Conforme a las características topográficas y estratigráficas del sitio en donde se desplantará el proyecto, se tiene que la cimentación superficial será con zapatas aisladas si el sistema estructural es a base de trabes y columnas, y zapatas corridas de concreto reforzado y/o mampostería si la estructura es a base de muros cargadores. En ambos casos se apoyarán sobre el primer estrato de roca caliza suave.

La permeabilidad del terreno natural es suficiente para desaguar la máxima precipitación pluvial que existe en la región. Sin embargo, ésta será alterada al depositar material de relleno y compactarlo, por lo que se ayudará a la captación de agua en el área de desplante con la ayuda de 50 pozos profundos de absorción de aguas pluviales; además el proyecto prevé mantener 8.008 ha de áreas permeables, por lo que se cree no se interrumpirá la hidrodinámica natural superficial y/o subterránea.

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.

Debido a que el proyecto se encuentra en la zona urbana de la ciudad de Cancún, no será necesaria la instalación de campamentos, ya que el personal que labore en el proyecto provendrá de sitios cercanos o alrededores del Municipio de Benito Juárez. Sin embargo, como parte de las medidas preventivas y de mitigación propuestas en este documento del proyecto "Lotificación Catania Residencial" para las etapas de preparación y construcción se propuso la colocación de sanitarios portátiles a razón de 1 por cada 10 trabajadores, así como, medidas para el manejo adecuado de residuos sólidos peligrosos y no peligrosos.

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.

El proyecto pretende llevar a cabo la lotificación del predio para realizar viviendas posteriormente, por lo que no se prevé el diseño y construcción de sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos. Sin embargo, los residuos sólidos urbanos que se generarán en las tres etapas del proyecto, se manejarán correctamente en centro de acopio y posteriormente serán canalizados al relleno sanitario municipal para su 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.

Para el cumplimiento del presente proyecto, los residuos de materiales de construcción generados por el proyecto, serán almacenados en sitios específicos dentro del sitio del proyecto y de forma separada de los residuos urbanos, para evitar su contaminación. Posteriormente, se dispondrán en sitios donde la autoridad correspondiente asigne para su disposición final.

CG-29

La disposición final de residuos sólidos únicamente podrá realizarse en los sitios previamente aprobados para tal fin.
Se establecerá dentro del predio del proyecto un sitio exclusivo para almacenar temporalmente los residuos que se generen durante las tres etapas, esto como parte de las medidas de prevención y mitigación propuestas en el presente documento para el manejo de residuos sólidos. Posteriormente, los residuos sólidos serán canalizados al relleno sanitario municipal o a donde la autoridad correspondiente disponga para su almacenamiento y disposición final.
CG-30
Los desechos biológicos infecciosos no podrán disponerse en el relleno sanitario y/o en depósitos temporales de servicio municipal.
El proyecto "Lotificación Catania Residencial" es de tipo residencial, por lo que no se tiene contemplado la generación de desechos biológicos infecciosos.
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.
El proyecto "Lotificación Catania Residencial" es de tipo residencial, por lo que no se prevé el diseño y/o construcción de sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos dentro del predio.
CG-32
Se prohíbe la quema de basura, así como su entierro o disposición a cielo abierto.
En apego al presente criterio, se vigilará que no se lleve a cabo la quema o disposición inadecuada de los residuos sólidos generados por la obra, por parte de los trabajadores o cualquier persona dentro del predio. En las tres etapas del proyecto, los residuos sólidos de tipo urbano serán almacenados en contenedores y acopiados temporalmente en el área del proyecto, para posteriormente ser canalizados al relleno sanitario del municipio.
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.
Durante la etapa de preparación y construcción del sitio, se colocarán almacenes temporales para el acopio de residuos sólidos los cuales estarán debidamente delimitados con malla y letreros que indiquen que se almacena, además estas áreas contarán con suelo impermeable. Las bolsas con basura que se almacenen no podrán ser colocadas en el suelo natural. Además en estas dos etapas, se contará con contenedores para almacenar residuos sólidos urbanos distribuidos en toda la obra, y al finalizar del día los residuos deberán ser recolectados y llevados al almacén temporal, donde deberán permanecer como un máximo dos días, antes de ser llevados al relleno sanitario.
Para la etapa de operación se colocaran contenedores grandes en sitios específicos dentro de la residencial, con el fin de almacenar los residuos provenientes de las residencias y

facilitar la recolección por parte del municipio, para finalmente dar disposición final en el relleno sanitario.
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 dará cabal cumplimiento a este criterio, ya que todo el material pétreo que se utilice para el desarrollo del proyecto, se obtendrá en casas comercializadores debidamente autorizadas.
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.
El proyecto "Lotificación Catania Residencial" está solicitando el cambio de uso de suelo para una superficie de 18.656 ha y pretende desplantar el proyecto en una superficie total de 18.672 ha, lo que corresponde al 100% del área total del predio.
El promovente propone como medidas de mitigación en el presente documento el retiro de la tierra fértil, la cual será cribada y usada durante la reforestación de las áreas ajardinadas. Además, la promovente tendrá especial cuidado para no afectar el manto freático durante el desarrollo de sus actividades y la cimentación se apegara a los resultados obtenidos en el estudio de mecánica de suelos del área.
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.
Para dar cumplimiento al presente criterio, el promovente propone dentro de las medidas de prevención y mitigación recolectar los residuos vegetales generados por el desmonte de 18.656 ha, previamente autorizados, y almacenarlos en un centro de acopio específico dentro de las áreas de aprovechamiento del proyecto, triturarlos y posteriormente enriquecer las áreas ajardinadas que se dejaran en el predio.
CG-37
Todos los proyectos que impliquen la remoción de la vegetación y el 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.
Para dar cumplimiento al presente criterio, el promovente propone dentro de las medidas de prevención y mitigación recuperar la tierra vegetal de las 18.656 ha que se pretenden desmontar, y almacenarla en un centro de acopio específico dentro de las áreas de aprovechamiento del proyecto. Posteriormente, la tierra será cribada para ser usada durante los trabajos de reforestación de las áreas ajardinadas que propone el proyecto.

La tierra vegetal que no se utilice en las áreas ajardinadas, será dispuesta en donde lo disponga la autoridad competente.
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.
El proyecto "Lotificación Catania Residencial" llevará a cabo la lotificación y construcción de obras de apoyo para lo que en un futuro será una residencial, por lo que no se tiene previsto la construcción de cuartos de hotel, residencias campestres, cabañas rurales y/o cabañas ecoturísticas.
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 promovente acatará lo dispuesto en el presente criterio. La UGA en donde se pretende desarrollar el proyecto es de tipo urbano, por lo que el promovente respetará los porcentajes de desmonte que marque el PDU del municipio de Benito Juárez.

XIV.1. 3.2. Criterios Ecológicos de Aplicación Específica.

UGA 21 ZONA URBANA DE CANCÚN

En lo que corresponde a los **criterios específicos** se realizó la vinculación en la Unidades de Gestión Ambiental, las cuales se localizó en el predio la UGA 21.

Cuadro No. 129 Criterios ecológicos de aplicación específica del Ordenamiento Ecológico Local del Municipio Benito Juárez para la UGA 21, referido a la ubicación del proyecto.

CRITERIOS ECOLÓGICOS DE APLICACIÓN URBANA
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.
El predio del proyecto "Lotificación Catania Residencial" se encuentra inmerso en una zona urbana, la cual cuenta con los servicios básicos como es red de drenaje de aguas residuales, por lo que el proyecto se conectará a este para direccionar sus aguas a la planta de tratamiento del municipio.

URB-02
A fin de evitar la contaminación ambiental y/o riesgos a la salud pública y sólo en aquellos casos excepcionales en que el tendido de redes hidrosanitarias no exista, así como las condiciones financieras, socioeconómicas y/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.
Debido a que el proyecto "Lotificación Catania Residencial" se encuentra en una zona urbana que ya cuenta con red de drenaje, la residencial se conectará al drenaje sanitario municipal el cual canaliza las aguas residuales a la planta de tratamiento del municipio de Benito Juárez, por lo que no será necesario el uso de biodigestores.
URB-03
En zonas que ya cuenten con el servicio de drenaje sanitario el usuario estará obligado a conectarse a dicho servicio. En caso de 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 la descargas por la CONAGUA.
En cumplimiento al presente criterio se comenta que el predio del proyecto se encuentra dentro de una zona urbana, por lo que las descargas de aguas residuales que se generen en la etapa de operación del proyecto, se conectaran a la red sanitaria del municipio de Benito Juárez, para dirigir las aguas a la planta de tratamiento municipal.
URB-04
Los sistemas de producción agrícola intensiva (invernaderos, hidroponía y 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 la contaminación de los mantos freáticos.
El proyecto consiste en la lotificación de un predio, por lo que no se pretende la instalación de un sistema de producción agrícola intensiva.
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 consiste en la lotificación de un predio, por lo que no será necesaria la aplicación de riegos con agroquímicos y/o aguas tratadas.
URB-06
Los proyectos de campos deportivos y/o de golf, así como las áreas jardinadas de los desarrollos turísticos deberán minimizar el uso de fertilizantes y/o pesticidas químicos para evitar riesgos de contaminación.
El proyecto consiste en la lotificación de un predio, por lo que no corresponde a un Campo deportivo y/o Campo de golf, ni a un desarrollo turístico.
URB-07

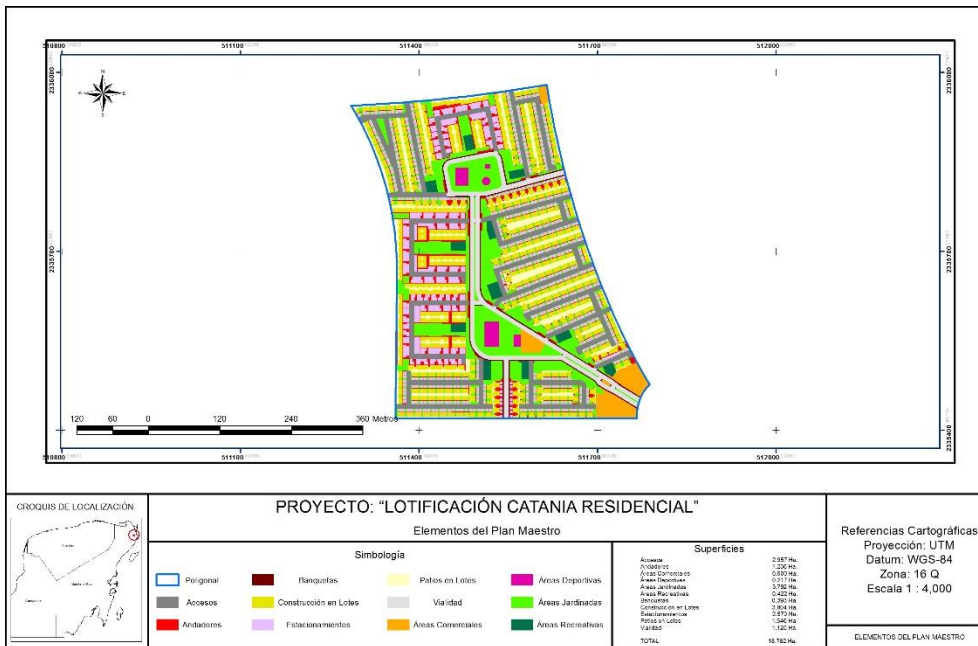
No se permite la disposición de aguas residuales sin previo tratamiento hacia los cuerpos de agua, zonas inundables y/o al suelo y subsuelo, por lo que se promoverá que se establezca un sistema integral de drenaje y tratamiento de aguas residuales.

El proyecto durante la etapa de preparación y construcción propone el uso de baños portátiles a razón de 1 por cada 10 trabajadores, las aguas residuales generadas serán recolectadas por una empresa debidamente autorizada. En la etapa de operación la residencial contará con drenaje sanitario, el cual, por encontrarse el predio dentro de una zona urbana, se conectará a la red municipal

URB-08

En las zonas urbanas y sus reservas del Municipio de Benito Juárez se deberán establecer espacios jardinados que incorporen elementos arbóreos y arbustivos de especies nativas.

El proyecto "Lotificación Catania Residencial" pretende dejar una superficie de 3.792 ha como áreas ajardinadas, las cuales serán reforestadas con especies nativas provenientes del rescate de las áreas que sean autorizadas para realizar el cambio de uso de suelo. Además, se pretende dejar en pie algunos árboles de gran tamaño dentro de las áreas ajardinadas, siempre y cuando estos no interfieran con el diseño del proyecto.



Elementos del plan maestro en donde se distingue en color verde limón las áreas ajardinadas con las que contará el proyecto "Lotificación Catania Residencial"

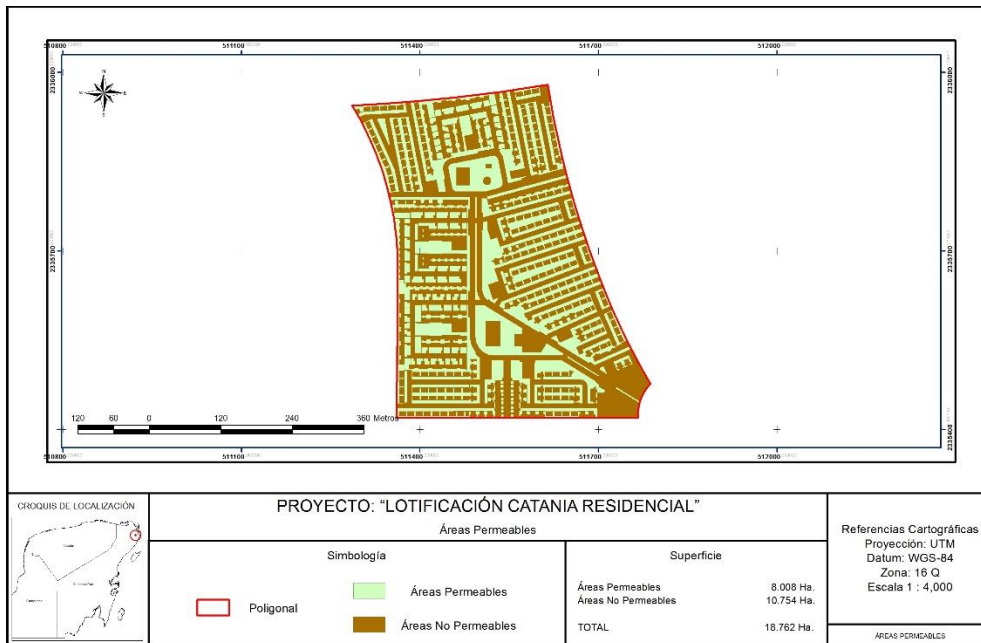
URB-09

Para mitigar el aumento de la temperatura y la sensación térmica en las 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 que cuenten con elementos arbóreos y arbustivos y cuya separación no será mayor a un km entre dichos parques.

El proyecto incluye dentro de sus elementos áreas deportivas, áreas recreativas y áreas ajardinadas, con el fin de dotar espacios que favorezcan mejorar la calidad de vida de los futuros habitantes de la residencial.

Con el fin de mitigar el aumento de temperatura y mantener la infiltración de agua pluvial y la recarga de los acuíferos, el proyecto plantea mantener como área permeable 8.008 ha entre las que se consideran las áreas ajardinadas, patios en lotes y los estacionamientos. Las áreas ajardinadas del proyecto serán reforestadas con especies nativas provenientes del rescate.

ELEMENTOS DEL PLAN MAESTRO CON AREAS PERMABLES	
Tipo	Superficies (ha)
Áreas Ajardinadas	3.792
Patios en Lotes	1.646
Estacionamientos	2.570
TOTAL	8.008



Áreas permeables del proyecto "Lotificación Catania Residencial"

URB-10

Los cenotes, rejolladas inundables y cuerpos de agua presentes en los centros de población deben formar parte de las áreas verdes, asegurando que la superficie establecida para tal destino del suelo garantice el mantenimiento de las condiciones ecológicas de dichos ecosistemas.

El proyecto "Lotificación Catania Residencial no cuenta con cenotes, rejolladas inundables o cuerpos de agua, por lo que se considera que el presente criterio no aplica.

URB-11

Para el ahorro del recurso agua, las nuevas construcciones deberán implementar tecnologías que aseguren el ahorro y uso eficiente del agua.

El requerimiento de agua potable será abastecido a través de la empresa AGUAKAN, S.A. de C.V., el uso eficiente del agua será promovido con la colocación de sanitarios ahorradores de agua y letreros informativos que promuevan el uso racional del recurso.

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 consiste en la lotificación de un predio, el cual conectara el drenaje sanitario interno a la red de drenaje municipal con el fin de dirigir las aguas residuales que se generen durante la etapa de operación a la planta de tratamiento del municipio de Benito Juárez.

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 Comisión Nacional del Agua.

La canalización de aguas pluviales hacia los pozos de absorción profundos se llevara a cabo por decantación a través de las vialidades; la entrada de los pozos contará con rejillas para retener los residuos sólidos que por arrastre llegue a estos, las rejillas serán limpiadas periódicamente para evitar la contaminación del manto freático.

URB-14

Los crematorios deberán realizar un monitoreo y control de sus emisiones a la atmósfera.

El proyecto consiste en la lotificación de un predio, por lo que se considera que no aplica el presente criterio.

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 consiste en la lotificación de un predio, por lo que se considera que no aplica el presente criterio.

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 las 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.

El proyecto "Lotificación Catania Residencial" no se encuentra en la franja costera, por lo que el presente criterio no aplica.

URB-17

Serán susceptible de aprovechamiento los recursos biológicos forestales, tales como semilla, que generen los arboles urbanos, con fines de propagación por parte de particulares, mediante la autorización de colecta de recursos biológicos forestales.

El proyecto "Lotificación Catania Residencial" pretende llevar a cabo el rescate de la vegetación que se encuentre en el área que sea autorizada para el cambio de uso del suelo, priorizando especies que se encuentren enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y

especies de alto valor ecológico. El rescate se llevara a cabo de acuerdo a la propuesta de Programa de Rescate de Vegetación que se anexa al presente documento, y en el cual proponen los diferentes métodos de extracción o propagación de las especies de flora.
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.
El proyecto consiste en la lotificación de un predio, por lo que se considera que no aplica el presente criterio.
URB-20
Con el objeto de integrar cenotes, rejolladas, 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.
El proyecto "Lotificación Catania Residencial no cuenta con cenotes, rejolladas inundables o cuerpos de agua, por lo que se considera que el presente criterio no aplica.
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.
El proyecto consiste en la lotificación de un predio, por lo que se considera que no aplica el presente criterio.
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.
El proyecto consiste en la lotificación de un predio, por lo que no se realizaran actividades de extracción y exploración de materiales pétreos. Sin embargo, durante los trabajos de excavaciones se separaran los residuos que se generen por el proyecto, esto en apego a lo propuesto en las medidas de prevención y mitigación del presente documento y que pudieran por acumulación contaminar el suelo.
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 los usos que prevean los instrumentos de planeación vigentes para la zona.

No existen dentro del predio del proyecto superficies afectadas por la extracción de materiales pétreos, por lo que no aplica el presente criterio.

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.

Para la etapa operativa el proyecto "Lotificación Catania Residencial" tendrá la presencia de trabajadores y habitantes, por lo que la generación de residuos sólidos urbanos aumentará de manera considerable, por lo que se anexa al presente documento un plan de manejo de residuos sólidos.

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 jardinadas 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 "Lotificación Catania Residencial" consiste en la lotificación de un predio, el cual plantea dentro de sus elementos un área deportiva, un área recreativa y áreas ajardinadas con al siguientes superficies:

ELEMENTOS DE EQUIPAMIENTO	
Tipo	Superficies (ha)
Áreas Ajardinadas	3.792
Áreas Deportivas	0.217
Áreas Recreativas	0.422
TOTAL	4.431

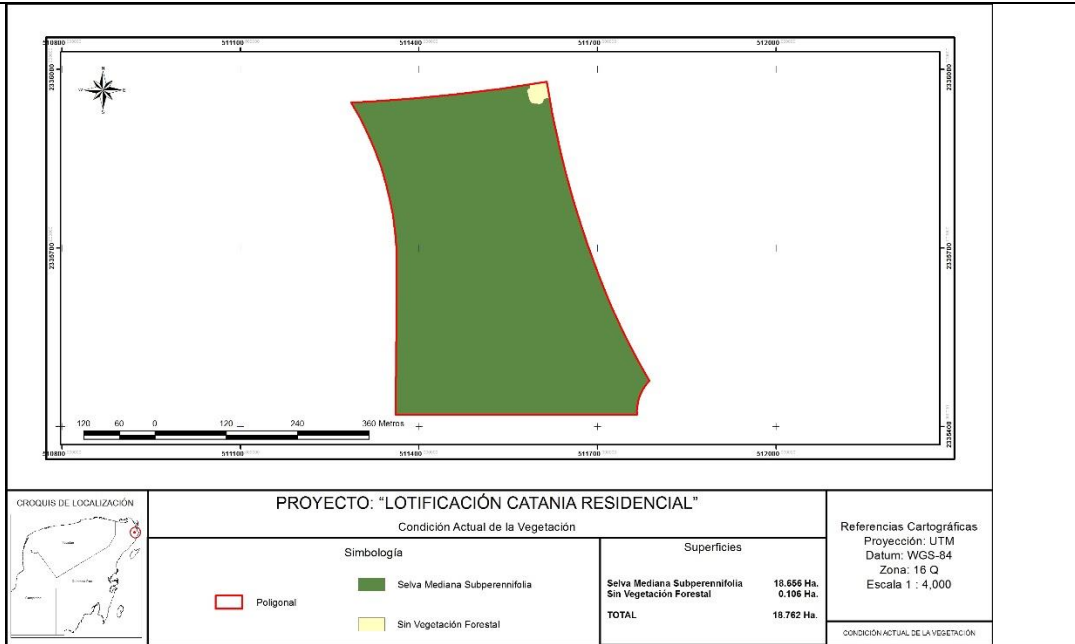
URB-26

En las 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 en general, los fraccionamientos deben incorporar áreas verdes que contribuyan al Sistema Municipal de Parques, de conformidad con la normatividad vigente en la materia

El proyecto incluye dentro de sus elementos áreas deportivas, áreas recreativas y áreas ajardinadas, esto con el fin de dotar de espacios que favorezcan mejorar la calidad de vida de los futuros habitantes de la residencial.

Con el fin de mitigar el aumento de temperatura y mantener la infiltración de agua pluvial y la recarga de los acuíferos, el proyecto plantea mantener como área permeable 8.008 ha entre las que se consideran las áreas ajardinadas, patios en lotes y los estacionamientos. Las áreas ajardinadas del proyecto serán reforestadas con especies nativas provenientes del rescate.

URB-27
La superficie ocupada por equipamiento en las áreas verdes no deberá exceder de un 30% del total de la superficie de cada una de ellas.
El proyecto plantea acondicionar 3.792 ha como áreas ajardinadas, en la cual se pretende reforestar con especies nativas provenientes del rescate del sitio, además, en estas áreas se dejarán algunos individuos arbóreos de gran tamaño que no interfieran con el proyecto. El proyecto no plantea utilizar superficie para equipamiento dentro de las áreas ajardinadas.
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 y/o del estado).
El proyecto "Lotificación Catania Residencial" se desplantará sobre una superficie de 18.672 ha, de las cuales 18.656 corresponden a selva mediana subperennifolia y 0.106 ha corresponden un área sin cobertura forestal, por lo que el desplante de la residencial no se encuentra dentro de una sascabera en desuso ni sobre un área inundada.
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 promovente no pretende realizar cortes de nivelación dentro del predio del proyecto, de ser necesario se utilizara como relleno para algunas áreas, el material pétreo obtenido durante los trabajos de despalle.
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 cuenta en un 99.4% del terreno con vegetación de selva mediana subperennifolia y 0.6% no tiene cobertura forestal. De acuerdo con la caracterización del sitio, no se observan zonas inundables dentro del predio.



Situación actual del predio del proyecto.

URB-31

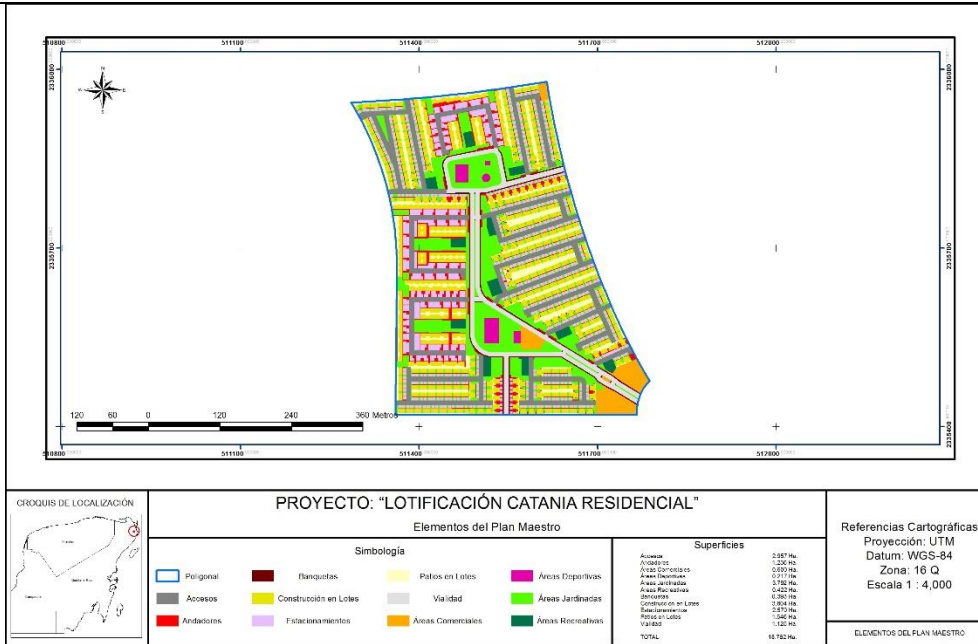
Las áreas destinadas a la conservación de la biodiversidad y/o del agua que colinden con las áreas definidas para los asentamientos humanos, deberán ser los sitios prioritarios para ubicar los ejemplares de plantas y animales que sean rescatados en el proceso de eliminación de la vegetación.

El predio del proyecto se encuentra inmerso en una zona urbana y rodeado de áreas con uso de suelo urbano y comercial, por lo que no colinda con áreas destinadas a conservación. El promotor realizará el rescate de la flora de alto valor ecológico del sitio, previo al desmonte de las superficies que se autorizan para cambio de uso de suelo, estos individuos servirán para reforestar las áreas ajardinadas con las que contará el proyecto las cuales ocuparán una superficie de 3.792 ha. En cuanto a la fauna que se encuentre en el sitio, esta se desplazará hacia sitios que aun cuentan con cobertura forestal y colindan con el predio del proyecto.

URB-32

Deberá preverse un mínimo de 50% de la superficie de los espacios públicos jardinados 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.

El promotor plantea dentro del plan maestro del proyecto mantener como áreas ajardinadas una superficie de 3.792 ha, las cuales serán reforestadas con especies nativas provenientes del rescate de la flora del área de estudio. Además, se mantendrán en pie dentro de las áreas ajardinadas, los árboles con DAP mayores a 15 cm que se encuentren en buen estado fitosanitario y no representen riesgo de accidente para los residentes.



Plan maestro del proyecto "Lotificación Catania Residencial".

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.

El proyecto consiste en la lotificación de un predio, por lo que se considera que no aplica el presente criterio.

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.

En cumplimiento a lo solicitado en el presente proyecto, se incluirá en el Programa de Rescate de Fauna anexo al presente documento, los sitios de reubicación de ejemplares que sean rescatados.

URB-35

No se permite introducir o liberar fauna exótica en parques y/o áreas de reservas urbanas.

El proyecto "Lotificación Catania Residencia" consiste en la lotificación de un predio, por lo que no se tiene previsto la introducción o liberación de fauna exótica.

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 predio del proyecto únicamente cuenta con tipo de vegetación de selva mediana subperennifolia, por lo que se considera que no aplica el presente criterio.

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 "Lotificación Catania Residencial" se encuentra considerado dentro del Programa de Desarrollo Urbano del Centro de población de Cancún, Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo (2014-2030) con uso de suelo reserva urbana con densidad bruta(60). El predio del proyecto está prácticamente rodeado con la zona urbana de la ciudad de Cancún y aunque colinda con áreas con vegetación en pie, estas están consideradas como reservas urbanas con densidades brutas y/o destinadas para desarrollos comerciales.

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.

El promovente se apegara a lo solicitado en el presente criterio y reforestara con especies nativas las áreas ajardinadas cercanas a los estacionamientos, además, se dejara en pie a los arboles de gran tamaño que coincidan con las áreas ajardinadas y no interfieran con el desarrollo del proyecto.

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 predio del proyecto no colinda con humedales, este está rodeado de desarrollos urbanos o zonas previstas para esto. Por lo que se considera que no aplica el presente criterio.

URB-40

En las previsiones de crecimiento de las áreas urbanas colindantes con las ANPs, se deberán mantener corredores biológicos que salvaguarden la conectividad entre los ecosistemas existentes.

El predio del proyecto "Lotificación Catania Residencial" no colinda con alguna ANP, por lo que se considera que este criterio no aplica.

URB-41

Los proyectos urbanos deberán reforestar camellones y áreas verdes colindantes a las ANPs y parques municipales deberán reforestar con especies nativas que sirvan de refugio y alimentación

para la fauna silvestre, destacando el chicozapote (Manilkara zapota), la guaya (Talisia olivaeformis), capulín (Muntingia calabura), Ficus sp, entre otros.

El proyecto "Lotificación Catania Residencial" implementara un Programa de Reforestación que plantea la reforestación de las áreas ajardinadas con especies nativas producto del rescate, por lo que estas podrán ser utilizadas como áreas de refugio y alimentación para especies de fauna que aun con el desarrollo vuelvan al sitio de estudio.

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.

Durante las etapas del preparación del sitio y construcción se contratará con el servicio de sanitarios portátiles a razón de 1 por cada 10 trabajadores, la empresa contratada deberá contar con las autorizaciones vigentes para el manejo de aguas residuales. En el caso de los residuos sólidos que se generen en estas etapas, la promotora colocará contenedores para la captación de los residuos en el área de la obra y se instalará un centro de acopio temporal para acumular los residuos al final de la jornada, para posteriormente ser dirigidos al relleno sanitario municipal.

Para la etapa de operación del proyecto la residencial se conectará a la red de drenaje del municipio de Benito Juárez mediante el cual se canalizaran las aguas residuales a la planta de tratamiento municipal. En esta etapa se contará con contenedores grandes debidamente señalados para el depósito de residuos sólidos, además, se contará con un área para el almacenamiento temporal de residuos sólidos que serán desalojados por servicios municipales.

URB-44

Las autorizaciones municipales para el uso de suelo en los predios colindantes a la zona federal marítimo terrestre y las concesiones de zona federal marítimo terrestre otorgadas por la Federación, deberán ser congruentes con los usos de suelo de la zona que expida el Estado o Municipio.

El predio del proyecto "Lotificación Catania Residencial" no colinda con la zona federal marítimo terrestre, este se encuentra considerado dentro del Programa de Desarrollo Urbano del Centro de población de Cancún, Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo (2014-2030) con uso de suelo reserva urbana con densidad bruta(60). Por lo que se considera que este criterio no aplica.

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.

El proyecto "Lotificación Catania Residencial" implementara un Programa de Reforestación que plantea la reforestación de las áreas ajardinadas con especies nativas producto del rescate, priorizando durante el rescate especies que se encuentren enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 o de alto valor ecológico.

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 "Lotificación Catania Residencia" consiste en la lotificación de un predio, por lo que se considera que el presente criterio no aplica.
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 metros entre estos accesos, de conformidad 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.
El predio del proyecto "Lotificación Catania Residencia" no colinda con la zona federal marítimo terrestre, por lo que se considera que el presente criterio no aplica.
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 las áreas destinadas a camellones, parques, áreas verdes, jardines, áreas de donación o áreas de equipamiento, de tal forma que estos individuos se integren al proyecto.
El promovente se apegara a lo solicitado en el presente criterio y mantendrá en pie arboles de gran tamaño que coincidan con las áreas ajardinadas y no interfieran con el desarrollo del proyecto.
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 estos animales tanto durante la temporada de arribo y anidación de las hembras como durante el período de desarrollo de los huevos y eclosión de las crías.
El predio del proyecto denominado "Lotificación Catania Residencia" no colida con zona de playa, por lo que se considera que este criterio no aplica.
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 del proyecto denominado "Lotificación Catania Residencia" no colida con áreas con dunas, por lo que se considera que este criterio no aplica.
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 predio del proyecto denominado "Lotificación Catania Residencia" no colida con áreas con dunas, por lo que se considera que este criterio no aplica.

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 movable 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, durante la 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 watts) o lámparas fluorescentes compactas de luminosidad equivalente. c) Fuentes de luz de coloración amarilla o roja, tales como las 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 del proyecto denominado "Lotificación Catania Residencia" no colida con zona de playa, por lo que se considera que este criterio no aplica.

URB-53

Las obras y actividades que son 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 predio del proyecto denominado "Lotificación Catania Residencia" no colida con áreas con dunas, por lo que se considera que este criterio no aplica.

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 predio del proyecto denominado "Lotificación Catania Residencia" no colida con áreas con dunas, por lo que se considera que este criterio no aplica.

URB-55

La construcción de infraestructura permanente o temporal debe quedar fuera de las dunas pioneras (embrionarias).

El predio del proyecto denominado "Lotificación Catania Residencia" no colida con áreas con dunas, por lo que se considera que este criterio no aplica.

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 deberá permitir el crecimiento de la vegetación, el transporte de sedimentos y el paso de fauna, por lo que se recomienda que tenga al menos un 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, después de su valoración específica, dejar inalterada esta sección del sistema de dunas.

El predio del proyecto denominado "Lotificación Catania Residencia" no colida con áreas con dunas, por lo que se considera que este criterio no aplica.

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 predio del proyecto denominado "Lotificación Catania Residencia" no colida con zona de playa, por lo que se considera que este criterio no aplica.

URB-58

Se prohíbe la extracción de arena en predios ubicados sobre la franja litoral del municipio con cobertura de matorral costero.

El predio del proyecto denominado "Lotificación Catania Residencia" no se localiza sobre la franja litoral del municipio, por lo que se considera que no aplica el presente criterio.

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.

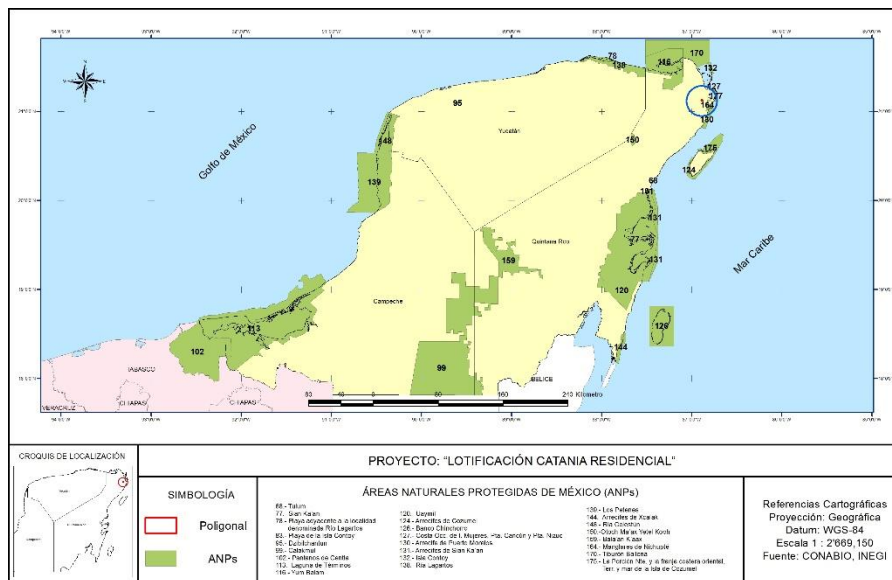
Durante la etapa de preparación del sitio los residuos vegetales de la remoción se trituraran y servirán como composta para las áreas ajardinadas y para las actividades de reforestación del proyecto. En cuanto a la etapa operativa, los residuos vegetales que se produzcan por las podas de las áreas ajardinadas se incorporaran nuevamente al suelo después de su composteo.

Por todo lo anterior podemos concluir que una vez realizada la Vinculación detallada del proyecto denominado "Lotificación Catania Residencial", con el PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL DEL MUNICIPIO DE BENITO JUÁREZ, QUINTANA ROO (POEL BJ)", publicado en el periódico oficial del gobierno del Estado de Quintana Roo el 27 de Febrero de 2014, el proyecto es ambientalmente viable en base a las normas y criterios técnicos aplicables para regular y controlar el aprovechamiento o utilización del suelo en las áreas de suscripción de dicho instrumento normativo.

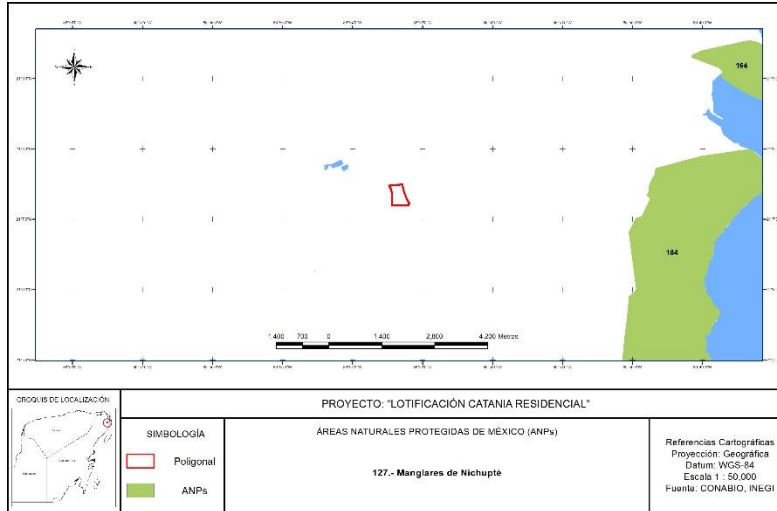
XIV.2. Decretos y programas de conservación y manejo de las áreas naturales protegidas.

El área del proyecto corresponde a una zona destinada al aprovechamiento Urbano Sustentable de la ciudad de Cancún por lo que no se identifica ninguna ANP dentro del predio o en su colindancia, ni alguna Región Terrestre Prioritaria definida por la CONABIO o AICA como se podrá observar en los planos siguientes.

En el caso de las ANp's, es Manglares de Nichupté el áreas protegida más cercana, la cual se ubica aproximadamente a 6 km del predio.

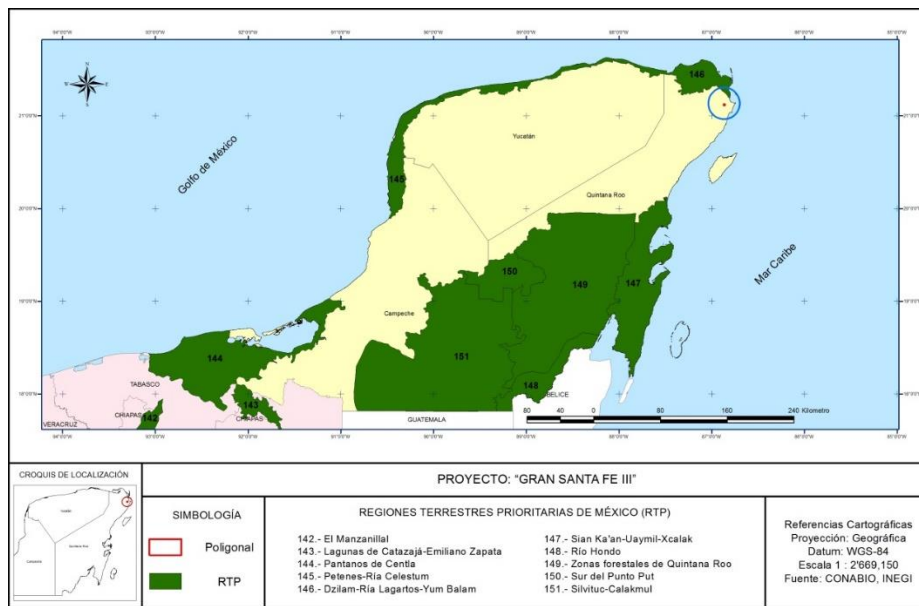


Plano No. 86 Ubicación del predio en el contexto de áreas naturales protegidas anivel regional.



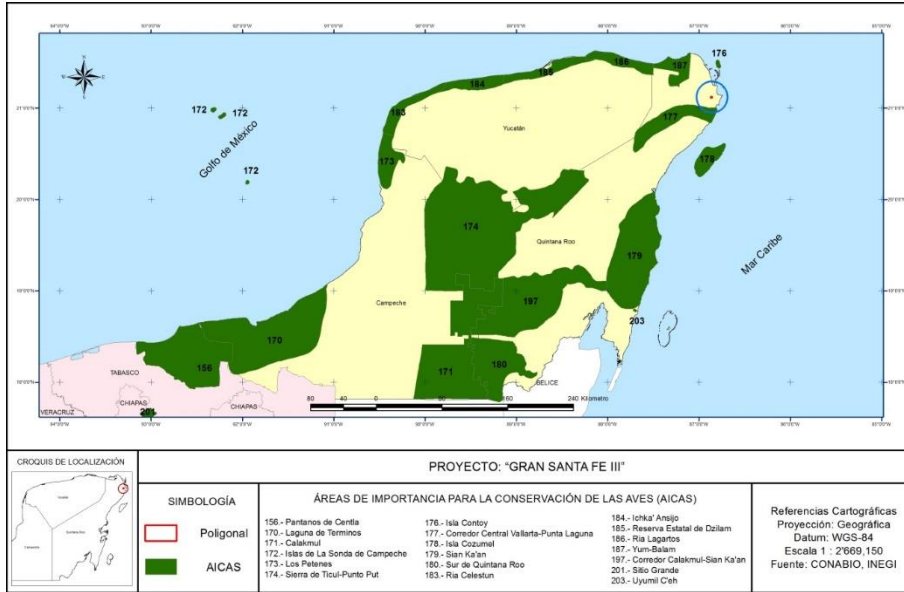
Plano No. 87 Ubicación del predio en el contexto de áreas naturales protegidas a nivel local.

Respecto a las RTP tampoco se muestra una zona que el proyecto esté afectando directamente.



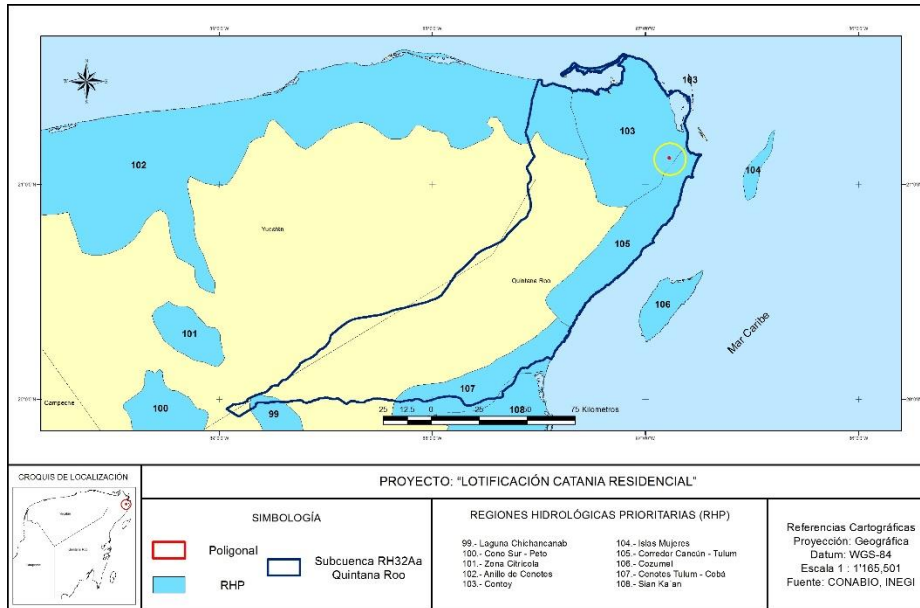
Plano No. 88 Ubicación del predio en el contexto de la región terrestre prioritaria definida por CONABIO

En el tema de las Areas de Importancia para las Aves (AICAS) no existen en la zona donde se ubica el proyecto, un polígono de ésta naturaleza.



Plano No. 89 Ubicación del predio en el contexto de AICAS.

Para el caso de las Regiones Hídricas Prioritarias, la CONABIO ha identificado la denominada RHP 103 "Contoy" con una extensión de 2,785 km² con la descripción de las siguientes características descritas por la propia CONABIO.



Plano No. 90 Regiones Hídricas Prioritarias, la CONABIO

Recursos Hídricos lénticos: Laguna Yalaháu y Chacmochuk, lagunas costeras, ciénegas

Recursos Hídricos lóuticos: aguas subterráneas

Limnología básica: Es la reserva de acuíferos más importante del noreste de la península de Yucatán. El agua subterránea forma todo un sistema de estructuras tipificadas por los cenotes y las cavernas. Las sabanas inundables propician el escurrimiento y la captación de agua de lluvia.

Geología/Edafología: suelos tipo Regosol, Gleysol, Litosol, Luvisol, Rendzina y Zolonchak (rocas sedimentarias calcáreas), muy planos; la hidrografía se regula con la microtopografía.

Características varias: clima cálido subhúmedo con lluvias en verano. Temperatura promedio anual 24-28 °C. Precipitación total anual 800-1100 mm, con alta evaporación. Vientos Alisios del SE al NW.

Principales poblados: Cabo Catoche, Isla Holbox, Contoy, Punta Arena, Kantunil

Actividad económica principal: ganadería, agricultura tradicional, turismo, pesca, cacería, apicultura, explotación forestal y de sal

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: selva mediana subperennifolia, selva baja perennifolia, selva baja inundable, palmar inundable, manglar, vegetación de dunas costeras, pastizal cultivado, sabana, tintal y tular. Diversidad de hábitats: dunas costeras, humedales, petenes, playas, estuarios y pastos marinos. La zona está considerada como una de las de mayor diversidad biológica y de endemismos.

La protección del recurso hídrico por parte del proyecto estar siendo atendida mediante las buenas practicas de construcción y las medidas de mitigación que se han propuesto, con lo cual se podrá evitar que el manto reático resulte afectado en la etapa de preparación del terrenos, construcción y su posterior operación.

XIV.3. Normas Oficiales Mexicanas

Se dará una breve descripción de las normas que son aplicables al proyecto y que garantizaran la viabilidad ambiental del desarrollo y la integridad del personal que ahí labora y/o de usuarios.

a) Residuos peligrosos y municipales

Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-1993. Que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.

Aplicabilidad. Se prevé la posible generación de aceites gastados durante el proceso de preparación del terreno y construcción por maquinaria pesada, así como otros materiales peligrosos derivados de esta actividad, por lo cual se considerarán medidas regulatorias para los contratistas. Se consideran también estrategias para su confinamiento temporal y disposición final por empresas acreditadas ante la autoridad correspondiente para tal fin.

b) Contaminación por ruido

Norma Oficial Mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.

Aplicabilidad. Se tiene previsto para las etapas de preparación y construcción, medidas regulatorias para los contratistas y prestadores de servicios donde se dé cumplimiento a esta NOM.

c) Seguridad e higiene laboral

Norma Oficial Mexicana NOM-001-STPS-1999. Edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo-Condiciónes de seguridad e higiene.

Norma Oficial Mexicana NOM-002-STPS-2000. Condiciones de seguridad Prevención, protección y combate de incendios en los centros de trabajo.

Norma Oficial Mexicana NOM-017-STPS-2001. Relativa al equipo de protección personal para los trabajadores en los centros de trabajo.

Norma Oficial Mexicana NOM-019-STPS-1993. Constitución y funcionamiento de las comisiones de seguridad e higiene en los centros de trabajo.

Aplicabilidad. Durante la etapa de preparación del sitio y de construcción, estas normas se considerarán por el promovente y los contratistas, como parte de las condiciones y medidas de seguridad en los frentes de trabajo.

Norma Oficial Mexicana NOM-003-SEGOB-2002. Señales y Avisos para Protección Civil. Colores, formas y símbolos a utilizar.

Aplicabilidad. Durante la etapa de construcción y operación, estas normas se considerarán por la promovente y los contratistas, como regulatoria en las medidas de seguridad en los frentes de trabajo.

d) Protección de especies

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-059-SEMARNAT-2010. PROTECCIÓN AMBIENTAL-ESPECIES NATIVAS DE MEXICO FLORA Y FAUNA SILVESTRES-CATEGORIAS DE RIESGO Y ESPECIFICACIONES PARA SU INCLUSIÓN, EXCLUSIÓN O CAMBIO –LISTA DE ESPECIES EN RIESGO.

En el predio se observó la presencia individuos de palma, palma Chit (*Thrinax radiata*), especie incluida en la lista de ésta Norma Oficial. Para reducir el impacto en su población se ha propuesto un programa de rescate de individuos de dicha especie para posteriormente realizar la reforestación dentro del predio.

En caso de que se detecten ejemplares de otras especies con estatus y estas puedan resultar afectadas por el proyecto, se preverá su rescate de acuerdo a lo previsto por el Programa de Rescate de Flora Silvestre.

Por otro lado en cuestión de la fauna que se encuentra en la NOM-059 los ejemplares encontrados dentro del área de estudios serán liberados hacia áreas mejor conservadas y se aplicaran las técnicas que se describen en el programa de fauna.

e) Protección de ecosistemas

VINCULACION DE LA NOM-022-SEMARNAT-2003 Y EL ACUERDO QUE ADICIONA LA ESPECIFICACIÓN 4.43

No aplica esta disposición en virtud de que el área del proyecto no cuenta o limita con humedales.

XIV.5. Otros instrumentos a considerar

La **Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente**, publicada en el **Diario Oficial de la Federación el 28 de enero de 1988** establece:

ARTICULO 28. *La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a las que se sujetará la realización de obras y actividades que pueden causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites o condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría*
(...)

...VII. Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas.

Por su parte la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Gobierno del Estado de Quintana Roo establece en el artículo 31 fracción V lo siguiente:

“Artículo 24. La realización de las obras o actividades a que se refiere este artículo, se sujetará al procedimiento de evaluación de la manifestación de impacto ambiental, mismo que será autorizado por la Secretaría conforme al procedimiento previsto en el Reglamento correspondiente.”

“.....”

“X Fraccionamientos y unidades habitacionales, desarrollos inmobiliarios que no se encuentren en ecosistemas costeros y nuevos centros de población;”

De esta manera, quedan debidamente delimitadas las atribuciones y competencias para la parte federal y para la parte estatal.

De esto se deriva que el presente Documento Técnico Unificado (DTU) esté considerado estrictamente para cumplir con el artículo 28 de la ley federal en cita por lo que la evaluación está referida al tema de cambio de uso del suelo en terrenos forestales y sus impactos específicos.

De acuerdo a lo anterior, el proyecto “*Lotificación Catania Residencial*” deberá ser sometido a la Evaluación de Impacto Ambiental para evaluar los posibles impactos ambientales que pudiera generar durante el cambio de uso del suelo del proyecto para lo cual se solicita la respectiva autorización a la SEMARNAT, a través del presente DTU modalidad “A”.

- **Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable**

ARTICULO 117. La Secretaría sólo podrá autorizar el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos que demuestren que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación; y que los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo. Estos estudios se deberán considerar en conjunto y no de manera aislada.

En las autorizaciones de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, la autoridad deberá dar respuesta debidamente fundada y motivada a las propuestas y observaciones planteadas por los miembros del Consejo Estatal Forestal.

No se podrá otorgar autorización de cambio de uso de suelo en un terreno incendiado sin que hayan pasado 20 años, a menos que se acredite fehacientemente a la Secretaría que el ecosistema se ha regenerado totalmente, mediante los mecanismos que para tal efecto se establezcan en el reglamento correspondiente.

Las autorizaciones que se emitan deberán atender lo que, en su caso, dispongan los programas de ordenamiento ecológico correspondiente, las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables.

La Secretaría, con la participación de la Comisión, coordinará con la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, la política de uso del suelo para estabilizar su uso agropecuario, incluyendo el sistema de roza, tumba y quema, desarrollando prácticas permanentes y evitando que la producción agropecuaria crezca a costa de los terrenos forestales.

Las autorizaciones de cambio de uso del suelo deberán inscribirse en el Registro.

La Secretaría, con la participación de la Comisión, coordinará con diversas entidades públicas, acciones conjuntas para armonizar y eficientar los programas de construcciones de los sectores eléctrico, hidráulico y de comunicaciones, con el cumplimiento de la normatividad correspondiente.

ARTICULO 118. Los interesados en el cambio de uso de terrenos forestales, deberán acreditar que otorgaron depósito ante el Fondo, para concepto de compensación ambiental para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento, en los términos y condiciones que establezca el Reglamento.

Dado que el predio donde se pretende realizar el proyecto denominado "Lotificación Catania Residencial" presenta una cubierta de vegetación forestal impactada por lo que es necesaria la presentación de un Documento Técnico Unificado (en base al Decreto publicado en el D.O.F. el 22 de diciembre de 2010) para obtener el cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, por lo cual este estudio pretende cumplir con este apartado y obtener la autorización propuesta en el estudio para el cambio de uso de terrenos forestales.

- **Acuerdo por el que se expiden los lineamientos y procedimientos para solicitar en un trámite único ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales las autorizaciones en materia de impacto ambiental y en materia forestal que se indican y se asignan las atribuciones correspondientes en los servidores públicos que se señalan. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 22 de diciembre del 2010.**

"SEXTO. El documento técnico unificado correspondiente al trámite unificado de cambio de uso de suelo forestal modalidad A, contendrá la información indicada en los artículos 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y 121 de su Reglamento, así como la señalada en el artículo 12, fracciones I, III, V y VIII, del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

NOVENO. A la solicitud de trámite unificado de cambio de uso de suelo forestal, en sus modalidades A y B, se anexará:

- I. Documento técnico unificado, en original impreso y en formato electrónico;
- II. Copia simple de la identificación oficial del solicitante;
- III. Resumen del contenido del documento técnico unificado, en formato electrónico;
- IV. Copia de la constancia del pago de derechos correspondientes;
- V. Cuando se trate de actividades altamente riesgosas, el estudio de riesgo correspondiente;

VI. Original o copia certificada del título de propiedad inscrito en el Registro Público que corresponda o del documento que acredite la posesión o el derecho para realizar las actividades que impliquen el cambio de uso de suelo en terrenos forestales. En ambos casos se anexará copia simple para su cotejo;

VII. Tratándose de ejidos o comunidades agrarias, deberá presentarse original o copia certificada del acta de asamblea en la que conste el acuerdo de cambio del uso del suelo en el terreno respectivo, así como copia simple para su cotejo, y

VIII. Cuando se trate del reconocimiento, exploración superficial y explotación petrolera en terrenos forestales, la documentación que acredite el derecho a realizar las actividades propuestas.

En el caso del trámite unificado de cambio de uso de suelo forestal, en sus modalidades A y B, una vez integrado el expediente respectivo y paralelamente al procedimiento descrito en el artículo 34 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, la Autoridad Resolutora enviará copia del documento técnico unificado al Consejo Estatal Forestal que corresponda, para que emita su opinión dentro del plazo de diez días hábiles siguientes a su recepción.

Transcurrido el plazo a que se refiere el párrafo anterior, dentro de los cinco días hábiles siguientes, notificará al interesado de la visita técnica al predio objeto de la solicitud, misma que deberá efectuarse en un plazo de quince días hábiles, contados a partir de la fecha en que surta efectos la notificación.

Concluido el procedimiento, la Autoridad Resolutora otorgará la autorización, una vez que el interesado haya realizado el depósito a que se refiere el artículo 118 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

El trámite será desechado en caso de que el interesado no acredite el depósito a que se refiere el párrafo anterior dentro de los treinta días hábiles siguientes a que surta efectos la notificación.

Una vez acreditado el depósito, la Secretaría expedirá la autorización correspondiente dentro de los diez días hábiles siguientes. Transcurrido este plazo sin que la Secretaría otorgue la autorización, ésta se entenderá concedida."

- **Ley General de Vida Silvestre**

VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LA LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE Y EL DECRETO QUE ADICIONA EL ARTÍCULO 60 TER Y EL SEGUNDO PÁRRAFO DEL ARTÍCULO 90 DE LA MISMA LEY.

Artículo 60 TER.- Queda prohibida la remoción, relleno, transplante, poda, o cualquier obra o actividad que afecte la integralidad del flujo hidrológico del manglar; del ecosistema y su zona de influencia; de su productividad natural; de la capacidad de carga natural del ecosistema para los proyectos turísticos; de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje; o bien de las interacciones entre el manglar, los ríos, la duna, la zona marítima adyacente y los corales, o que provoque cambios en las características y servicios ecológicos.

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

No aplica esta disposición en virtud de que el área del proyecto no cuenta o limita con humedales.

Artículo 70. *Cuando se presenten problemas de destrucción, contaminación, degradación, desertificación o desequilibrio del hábitat de la vida silvestre, la Secretaría formulará y ejecutará a la brevedad posible, programas de prevención, de atención de emergencias y de restauración para la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales de la vida silvestre, tomando en cuenta lo dispuesto en los artículos 78, 78 BIS y 78 BIS 1 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, y de conformidad con lo establecido en el reglamento y las demás disposiciones aplicables.*

Actualmente el hábitat de la fauna silvestre en la región se halla con un impacto muy alto a causa de los fenómenos meteorológicos y la urbanización de los alrededores ha causado un impacto sinérgico en la afectación a la flora y fauna de la región; No obstante y dada la importancia de la recuperación en los procesos naturales el Promoviente se pone a disposición de las autoridades para colaborar en las acciones de prevención, atención de emergencias, restauración para la recuperación y restablecimiento de las condiciones de los procesos naturales y demás que consideren pertinentes.

Artículo 73. *Queda prohibido el uso de cercos u otros métodos, de conformidad con lo establecido en el reglamento, para retener o atraer ejemplares de la fauna silvestre nativa que de otro modo se desarrollarían en varios predios. La Secretaría aprobará el establecimiento de cercos no permeables y otros métodos como medida de manejo para ejemplares y poblaciones de especies nativas, cuando así se requiera para proyectos de recuperación y actividades de reproducción, repoblación, reintroducción, traslocación o preliberación.*

En el Proyecto no se contempla la colocación de cercos para retener o atraer ejemplares de fauna silvestre. En ningún momento se prevé la realización de actividades de aprovechamiento y/o extracción de especímenes de fauna silvestre.

Artículo 99, párrafo segundo.- *Las obras y actividades de aprovechamiento no extractivo que se lleven a cabo en manglares, deberán sujetarse a las disposiciones previstas por el artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.*

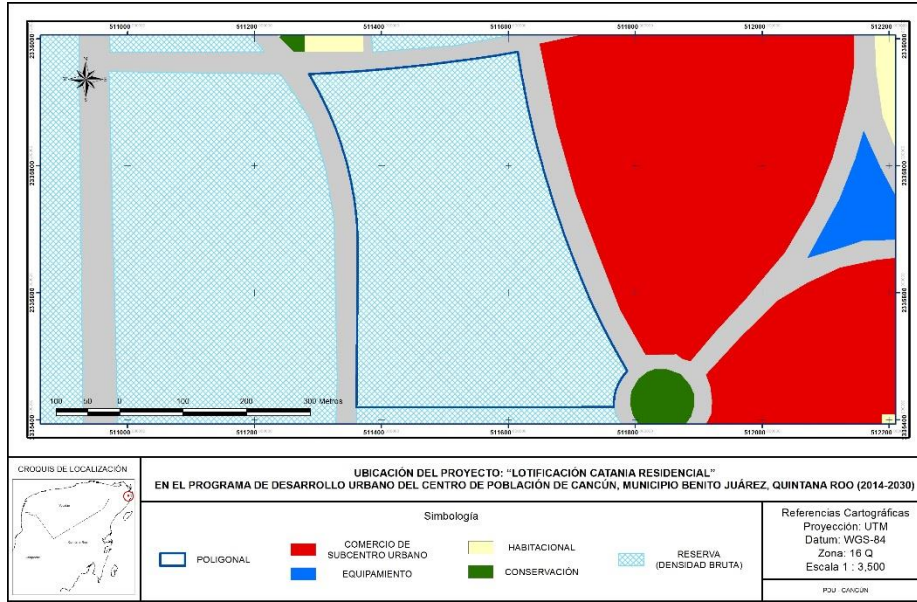
No aplica esta disposición en virtud de que el área del proyecto no cuenta o limita con humedales.

XIV.4. Planes o Programas de Desarrollo Urbano (PDU)

Al proyecto le aplica el *Programa de Desarrollo Urbano del centro de población de Cancún 2014-2030 publicado en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo el 16 de octubre de 2014* en el que se indica una densidad bruta prevista para zonas de Reserva de Crecimiento como la que está asignada en el predio, por lo que se entiende que es de uso habitacional, compatible con la propuesta que el presente proyecto presenta.



Figura No. 115 PDU de la ciudad de Cancún y la ubicación del proyecto.



Plano No. 91 Uso de suelos del Proyecto Lotificación Catania Residencial.

Como ya se describió en el desarrollo de este Documento Técnico Unificado modalidad "A" pretende lotificar una superficie de 18.762 hectáreas en el que el diseño urbano y el de paisaje cobran relevancia, teniendo como objetivos el de crear un entorno para que las familias vivan en comunidad, en un ambiente de seguridad, tranquilidad y bienestar. Lo anterior, acompañado de un diseño funcional de vialidades, la dotación de una infraestructura de la mejor calidad y un marco físico para que los servicios urbanos funcionen eficientemente. Como resultado se busca que el nuevo espacio urbano propicie la participación de la comunidad en las tareas para revitalizar continuamente su entorno.

El proyecto estará debidamente urbanizado, se incorpora en el proceso el desarrollo de infraestructura primaria: agua potable, drenaje, energía eléctrica, y urbanización, como vialidades, banquetas, señalamientos, alumbrado público, entre otros. Como ya se mencionó anteriormente, el proyecto propone el cambio de uso del suelo en una superficie de 18.656 hectáreas del predio.

XV. ESTIMACION ECONOMICA DE LOS RECURSOS BIOLÓGICOS FORESTALES DEL AREA SUJETA AL CAMBIO DE USO DE SUELO

El dilema entre crecimiento económico y protección ambiental aún no ha sido resuelto; sin embargo, ambos conceptos se han empezado a integrar. Esta integración está estrechamente asociada al concepto de desarrollo sustentable. El desarrollo sustentable tiene como premisa el equilibrio entre la actividad económica, los sistemas biofísicos y la calidad de vida de la sociedad. Mantener ese equilibrio implica conocer y dar valor a los costos y efectos negativos, así como a los beneficios, que se producen por la selección de las actividades económicas y los patrones de consumo relacionados con la diversidad biológica.

México ha recogido en sus políticas nacionales la importancia de la valoración económica de los bienes y servicios ambientales, incluyendo la referida a los recursos biológicos y su biodiversidad. Así, se reconocen dos aspectos fundamentales: por un lado, contar con indicadores que midan la sustentabilidad y el progreso económico como parte de las estadísticas del desempeño socioeconómico, del comercio y las finanzas del país, y, por el otro, que el Sistema de Cuentas Nacionales registre el valor económico de los recursos biológicos y su biodiversidad, y el valor de su uso, agotamiento o degradación, incorporándolos en los costos y beneficios, en términos de la capacidad futura de la economía y de la sociedad.

El *capital natural* está conformado por el aire, el suelo y el subsuelo, el agua, los mares y, en general, todos los recursos biológicos y todas sus interrelaciones. Parte del *capital natural* la constituyen el aire limpio, el agua disponible y no contaminada, los suelos fértiles, las especies y ecosistemas sanos, los paisajes disfrutables, los microclimas benignos y todo aquello que ayuda al bienestar y a la calidad de la vida, incluyendo todos los valores religiosos, culturales, éticos y estéticos que representan la existencia de los recursos naturales. Su conservación productiva se vincula al bienestar de las sociedades por su contribución real y potencial a la riqueza de las naciones. La humanidad se beneficia de este capital natural a través de la provisión de bienes tales como alimentos, medicinas, materias primas; de los servicios ambientales, como la conservación y almacenamiento de agua, la calidad del aire, del agua y del suelo; y los servicios de recreación para las generaciones presentes y futuras. Habría que añadir el valor propio que tiene el capital natural desde la perspectiva de una visión ética más amplia y menos antropocéntrica.

Sin embargo, a pesar de todos estos beneficios, las cifras mundiales arrojan otra realidad: la creciente degradación y agotamiento de los recursos biológicos y de su biodiversidad. Esto ha llevado a la extinción de un numeroso conjunto de especies de plantas y animales, y a que otras estén amenazadas con desaparecer. La pérdida de biodiversidad es considerada como uno de los problemas globales más importantes.

Adicionalmente, la actividad económica no reconoce de manera explícita el valor de uso de los recursos biológicos y de los servicios que proveen, provocando frecuentemente el agotamiento, la degradación y la cancelación de los usos presentes y futuros de dichos recursos. La ausencia de esta valoración ha permitido que durante mucho tiempo sólo se tomaran decisiones basadas en las estrictas señales de mercado (cuando existen mercados formales o que proporcionan elementos para su seguimiento) o en las necesidades primarias del desarrollo. La distorsión de precios en mercados subsidiados ha generado incentivos para el uso excesivo de los recursos y propiciado su creciente escasez.

A pesar de su carácter estratégico para avanzar hacia el desarrollo sustentable, los servicios ambientales de los ecosistemas y la conservación de la biodiversidad son generalmente desatendidos por las políticas de subsidios, o por la rentabilidad comercial, que favorecen la apertura de tierras para actividades agropecuarias, el crecimiento urbano desordenado, la concentración industrial excesiva y la sobrexplotación de los recursos biológicos. En similar situación se encuentran otros recursos naturales comunes, como el agua o el aire limpios, que, por no tener valores económicos asociados, son explotados por unos en perjuicio de otros. A estos problemas se añaden las presiones del comercio internacional, legal e ilegal, de especies en riesgo y de sustancias químicas y residuos peligrosos.

Por lo anterior, la valoración económica se ha visto como un instrumento que permite poner en evidencia los diferentes usos de los recursos biológicos y la biodiversidad. Si se muestra que la conservación de la biodiversidad puede tener un valor económico positivo mayor que el de las actividades que la amenazan, la información que se pueda generar sobre sus beneficios ecológicos, culturales, estéticos y económicos apoyará las acciones para protegerla y conservarla productivamente, convirtiéndose en una herramienta importante para influir en la toma de decisiones gubernamentales y sociales, colectivas e individuales.

Es de notarse que la valoración económica es sólo un instrumento útil para la gestión de los recursos naturales que permite, si es adecuadamente utilizado, dar criterios cuantitativos para la priorización de las actividades de la sociedad, siendo aplicable en esencialmente todos los sistemas existentes, independientemente de los modelos de desarrollo adoptados por los diversos países. Esta valoración permitiría dar bases para que los gobiernos intervengan corrigiendo las acciones de los particulares o eliminando subsidios que distorsionan las decisiones y promueven comportamientos inapropiados en relación con los recursos naturales.

El contar con valoraciones adecuadas permitiría crear los instrumentos políticos para estimular o desestimular actividades de acuerdo con sus costos ambientales para la sociedad (frecuentemente llamados externalidades ambientales), pudiendo imputar esos costos al que causa el deterioro (internalización) o promoviendo incentivos para la conservación y el uso sostenible de los recursos naturales, haciendo con ello un uso más eficiente y una distribución más equitativa de los costos y los beneficios asociados. Con el tiempo, una correcta valoración permite corregir las fallas institucionales o desarrollar las instituciones que garanticen el avance del desarrollo sustentable.

Una correcta valoración de los recursos naturales y sus usos permitiría también, en la evaluación de proyectos de desarrollo, incorporar opciones significativas, con menor costo ambiental y social, así como corregir los procesos productivos ineficientes o escalas inadecuadas.

En relación con las futuras generaciones, la valoración podría cuantificar la carga que les significará el consumo actual, o los recursos cuyo uso debe limitarse para no cancelar las opciones en el devenir.

Un aspecto fundamental en esta tarea de valoración económica es la capacidad social de medir los beneficios que presta la naturaleza y los costos presentes y futuros de su degradación o agotamiento, así como la adquisición de una conciencia social y una actitud responsable ante la conservación de los recursos naturales. Un valor inadecuadamente bajo, o nulo, promueve el uso abusivo del recurso y produce inequidades sociales, al tiempo que es computado como pérdidas del capital natural del país.

Los valores de uso a su vez se dividen en valor de uso directo, de uso indirecto y valor de opción. El valor de uso directo es el más accesible en su concepción, debido a que se reconoce de manera inmediata a través del consumo del recurso biológico (alimentos, producción de madera; la explotación pesquera; la obtención de carne, pieles y otros productos animales y vegetales; la recolección de leña, y el pastoreo del ganado, entre otras) o de su recepción por los individuos (ecoturismo, actividades recreativas). Algunas clasificaciones abren el valor directo en valor de uso extractivo y de uso no extractivo.

El valor de uso indirecto se refiere a los beneficios que recibe la sociedad a través de los servicios ambientales de los ecosistemas y de las funciones del hábitat. Algunos ejemplos son los servicios proporcionados por los bosques como la protección contra la erosión, la regeneración de suelos, la recarga de acuíferos, el control de inundaciones, el reciclaje de nutrientes, la protección de costas, la captación y el almacenamiento de carbono, el autosostenimiento del sistema biológico, entre otros.

A diferencia del valor de uso directo, el indirecto generalmente no requiere del acceso físico del usuario al recurso natural, pero sí de la existencia física del recurso en buenas condiciones.

El valor de opción se refiere al valor de los usos potenciales de los recursos biológicos para su utilización futura directa o indirecta. Por ejemplo, el uso potencial de plantas para fines farmacéuticos, para la obtención de nuevas materias primas o de especímenes para el control biológico de plagas, y para el avance del conocimiento humano sobre la vida en nuestro hábitat planetario.

En adición a los valores de uso actuales o potenciales, los valores de no uso incluyen el valor de herencia, que se refiere al valor de legar los beneficios del recurso a las generaciones futuras; este valor implica un sentido de pertenencia o propiedad.

Finalmente, el valor de existencia es el valor de un bien ambiental simplemente porque existe: este valor es de orden ético, con implicaciones estéticas, culturales o religiosas. Por ejemplo, uno puede valorar la existencia de selvas, jaguares o ballenas, sin implicaciones de posesión o de uso directo o indirecto de ellos.

Un recurso biológico frecuentemente tiene varios valores económicos simultáneamente. El caso del sistema de bosque es ilustrativo. Se puede valorar por su producción maderera (*valor de uso directo*); por su protección de los acuíferos y el suelo, por su contribución a la calidad del aire, por los servicios de autosostenimiento para la riqueza biótica que contiene (*valores de uso indirecto*). Las especies que se localizan en el sistema pueden tener usos potenciales futuros en alimentos, productos farmacéuticos o nuevas materias primas (*valor de opción*), y su conservación puede ser un bien en sí mismo para los individuos (*valor de existencia*) o por poderlos legar a sus descendientes (*valor de herencia*).

Es de notarse que los valores de uso directo pueden ser positivos o negativos con relación a la conservación del recurso, mientras que el resto de los valores tiene una connotación positiva casi siempre. Particularmente los usos extractivos concentran el impacto humano sobre los recursos naturales.

No siempre es posible considerar que el valor total asociado a un recurso es la simple suma de los diferentes valores de uso y no uso, pues los distintos usos pueden ser excluyentes, alternos o competitivos.

Los criterios para privilegiar algunos tópicos en los ejercicios de valoración económica han estado estrechamente relacionados con la existencia de una adecuada base para la comprensión de los fenómenos ecológicos.

Por ejemplo, si al principio se dio peso a la valoración sólo de algunas especies, actualmente la valoración se hace a nivel de especies y ecosistemas, conjuntando un enfoque ecosistémico unificador, permitiendo la protección y aprovechamiento del ecosistema completo. Asimismo, se da relevancia a la valoración económica de especies críticas para el sostenimiento de los ecosistemas principales.

Las formas de valoración económica son dependientes de indicadores físicos y biológicos relativos a los recursos, que permiten hacer las correspondientes modelaciones para derivar los valores asociados. La información física y biológica requerida frecuentemente no existe, o es insuficiente y fragmentada, o poco confiable.

En México existen algunos estudios de caso, de los cuales posiblemente los más estudiados son los bosques como ecosistemas. Se han hecho algunos estudios sobre manglares y sobre la importancia de los vertebrados, y se han estimado algunos indicadores de valor económico para el ecoturismo y el potencial farmacéutico. En otros casos existen indicadores cuantitativos relativos a otros usos, como la producción de leña. Para México, es importante realizar o ampliar estudios de valoración económica sobre los efectos del cambio de uso del suelo para la realización de actividades agropecuarias o de urbanización.

La definición de Recursos Biológicos forestales está en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable:

LGDFS, Artículo 7 fracción XXIV. Recursos biológicos forestales: Comprende las especies y variedades de plantas, animales y microorganismos de los ecosistemas forestales y su biodiversidad y en especial aquéllas de interés científico, biotecnológico o comercial

En general, los recursos biológicos son comercializados para su uso directo en el consumo intermedio o final, así que existen mercados donde se fijan sus precios. En otros casos, los recursos se valoran a través del precio de recursos asociados o sustitutos que se comercializan.

Para la valoración de los usos indirectos que proporcionan los servicios ambientales, en general no existen mercados, y la valoración tiene que recurrir a mercados simulados y a otros métodos de valoración.

En el caso de mercados reales se utiliza la información de los precios de mercado como un índice del valor monetario del recurso biológico, suponiendo que este precio describa razonablemente el valor.

No obstante que el promovente por la implementación del proyecto no pretende realizar la comercialización de los productos resultantes por el desplante de la obra, sin embargo con el fin de cumplir con los lineamientos de este capítulo se ha procedido a realizar una estimación económica de los productos forestales maderables y no maderables encontrados en el predio.

Los recursos biológicos forestales que pueden obtenerse en la superficie sujeta a cambio de uso de suelo son los siguientes:

1. Carbón
2. Madera para palizada y aserrío
3. Plantas de ornato
4. Tierra vegetal

El valor económico de estos recursos puede estimarse con relativa facilidad, sin embargo otros recursos, como los frutos comestibles y las partes vegetales con propiedades medicinales, son difíciles de calcular económicamente debido a que su aprovechamiento se realiza a través de los usos y costumbres de los habitantes de la región, tal es el caso de *Manilkara sapota* (Chicozapote), cuyos frutos son utilizados para preparar dulce; y algunos otros frutos, que tienen propiedades medicinales para controlar la fiebre o para enfermedades estomacales.

En el mismo sentido se encuentran las especies que cada día ganan mayor interés por sus cualidades en la rehabilitación de zonas degradadas. El mercado de estas especies aún no se ha establecido y su extracción es por lo general de manera ilegal y de los ambientes naturales.

➤ Comercialización de la madera por manejo forestal

En lo que corresponde a los recursos forestales maderables se localizaron especies que por sus características pueden ser aprovechadas como madera en rollo para aserrío, así mismo existen una gran cantidad de especies que no obstante que son productos maderables, por sus propias características de desarrollo no podrían alcanzar los diámetros requeridos para la obtención de productos de aserrío (para el caso de maderas duras y blandas el diámetro mínimo sería de 35 cm), por lo que su aprovechamiento podría darse como madera para palizada o en su defecto para la elaboración de Carbón.

- Madera en rollo para aserrío

Se estimó que sólo 1 individuo de TZALAM (*Lysiloma latisiliquum*) tiene diámetros por arriba de los 35 cm, por lo que se estima que existirían alrededor de 116.6 individuos en el predio; el resto de los individuos corresponde a especies de que tienen diámetros pequeños que no podrían incorporarse al aserrío..

De esta manera se estima que por las actividades realizadas en el proceso de remoción de vegetación, se pudieron obtener aproximadamente 23.32 individuos en las áreas del CUSTF que pudieran aprovecharse para obtener madera aserrada.

Debido a que las especies localizadas en el predio con posibilidades de aserrío pertenecen al grupo de especies comunes tropicales se considerará para el costo, el precio del m3 de madera en rollo regional que es de \$3,500.00. Se ha calculado que con los 23.32 individuos afectados se obtendría un volumen aproximado de 9.72 me/Ha VTA que significaría alcanzar 23.84 m3, que al precio actual se traduce en un ingreso probable por la venta de este volumen de hasta \$34,177.64, si dichos árboles se comercializaran como madera en rollo y el mercado adquiriera todo el volumen.

Especie	Cantidad de individuos/Ha	Cantidad de individuos EN CUSTF	VOL EN EL PREDIO	VOL EN CUSTF	valor de venta (\$/m3 rollo)	Valor de comercialización en el predio	Valor de comercialización en CUSTF
TZALAM	1.25	23.32	9.77	9.77	3500	34,177.64	34,177.64

- Palizada

Se ha considerado como palizada a todos los individuos reportados en el muestreo con DN mayor a 15 cm y se ha reducido el 50% de total de individuos obtenido por unidad de superficie, ya que muchas de las especies no tienen un valor en el mercado o no se adquieren para las actividades de construcción.

Así las cosas la cantidad total obtenida para el predio, en el análisis realizado se estimó que los individuos mayores a 15 cm de DN aportan un total de 850.7 ind/Ha, por lo que se estima contar con 850.7 ind en la remoción de vegetación por CUSTF propuesto a lo que habrá que obtener el 50% de individuos para su comercialización, que serían 425.3 individuos disponibles.

Se ha previsto una estimación diferenciada de acuerdo a la siguiente valoración: de 10 a 15 cm un valor de \$50.0; para los individuos entre 15.1 y 20 cm un valor de \$100.0 y para individuos entre 21.1 y 35 cm el valor de venta es de \$500.0.

Con esta diferenciación, se ha estimado que se tendría un valor total en el predio por el orden de los \$56,226.24 mientras que en el CUSTF se alcanzará el mismo valor, ya que se propone la superficie total del predio en su cobertura forestal.

➤ Carbón

Con base en la estimación realizada del volumen total maderable derivado de la superficie solicitada para el cambio de uso de terrenos forestales y considerando que el rendimiento de la madera en la región, para la elaboración de carbón se estima que por cada (1) m³ de madera se obtiene aproximadamente 0.769 toneladas, se calcula que el volumen de carbón que puede obtenerse sería de 27.19 ton carbón/Ha, es decir, 507.25 toneladas en todo el predio que es lo mismo que en el CUSTF.

El valor económico de la tonelada en la región oscila alrededor de los \$2,000.00 dependiendo de la zona de adquisición por lo que el valor estimado del volumen resultante de carbón con motivo del CUSTF es de \$1,014,492.43.

➤ Chicle.

No se han registrado individuos de *Manilkara sapota* mayores a 25 cm de diámetro, que es el DN mínimo para proponer extracción de chicle, por lo que no se hace estimación del valor de este producto.

➤ Plantas de ornato.

En cuanto a plantas ornamentales, se ha estimado que sólo 11 especies tienen potencial para su comercialización, principalmente para ejemplares de talla pequeña. Así las cosas, se tiene que se podrían alcanzar un valor de comercialización en el predio por el orden de las \$2,679,498 que sería el mismo valor que el estimado para el CUSTF.

Por todo lo anterior se el área donde se pretende implementar el proyecto "Lotificación Catania Residencial ubicado en la Cd de Cancún, Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo, no sería apta para un manejo forestal o como área de conservación, ya que como se ha observado al estar dentro del área urbana de Cancún, el predio se ve sometido a diversos factores antropogénicos que no permiten que el predio se conserve, sin embargo al implementar el proyecto se permitirá que las áreas que se queden como zonas de conservación y/ o áreas verdes, se sometan a diversas actividades de restauración y protección e incorporen al paisaje mismo proyecto, lo que permitirá contar con áreas verdes en la zona.

Por otra parte realizando una revisión bibliográfica en lo que corresponde a los valores de uso indirecto, nos encontramos que; Edmundo de Alba y María Eugenia Reyes en su artículo valoración económica de los recursos biológicos del país, mencionan:

“Los valores de uso a su vez se dividen en valor de uso directo, de uso indirecto y valor de opción. El valor de uso directo es el más accesible en su concepción, debido a que se reconoce de manera inmediata a través del consumo del recurso biológico (alimentos, producción de madera; la explotación pesquera; la obtención de carne, pieles y otros productos animales y vegetales; la recolección de leña, y el pastoreo del ganado, entre otras) o de su recepción por los individuos (ecoturismo, actividades recreativas). Algunas clasificaciones abren el valor directo en valor de uso extractivo y de uso no extractivo.

El valor de uso indirecto se refiere a los beneficios que recibe la sociedad a través de los servicios ambientales de los ecosistemas y de las funciones del hábitat. Algunos ejemplos son los servicios proporcionados por los bosques como la protección contra la erosión, la regeneración de suelos, la recarga de acuíferos, el control de inundaciones, el reciclaje de nutrientes, la protección de costas, la captación y el almacenamiento de carbono, el auto sostenimiento del sistema biológico, entre otros.”

Así mismo en dicho documento se menciona:

“En general, los recursos biológicos son comercializados para su uso directo en el consumo intermedio o final, así que existen mercados donde se fijan sus precios. En otros casos, los recursos se valoran a través del precio de recursos asociados o sustitutos que se comercializan, como se verá posteriormente.”

Para la valoración de los usos indirectos que proporcionan los servicios ambientales, en general no existen mercados, y la valoración tiene que recurrir a mercados simulados y a otros métodos de valoración, sin embargo esta valoración no podría realizarse sin tomar en cuenta el grado de degradación que presenta el predio.

El problema de la valoración económica no es sencillo. Además del adecuado conocimiento físico y biológico del recurso o servicio involucrado, es necesario contar con cuadros especializados y con entrenamiento en la materia, lo que ha llevado a plantear como objetivo en los propios países y a través de los organismos internacionales, impulsar el desarrollo y promoción de la aplicación de métodos para la valoración de bienes y servicios ambientales. Se llevan a cabo actividades de capacitación y formación de recursos humanos, de investigación, elaboración de manuales de valoración y realización de estudios de caso y encuestas.”

La deforestación de bosques y selvas trae consigo efectos negativos para las cuencas hidrológicas, provocando aumentos en la erosión, cambios en los flujos hidrológicos y reducción en la recarga de acuíferos. Los costos de prevención o reparación de los daños causados por su pérdida o alteración, nos ofrecen una aproximación del valor de las funciones ecológicas que los bosques y selvas proporcionan.

➤ Comercialización de Captura de carbono.

Tomando en cuenta que en el predio pudiera establecerse la venta de captura de carbono, tenemos que en base al tipo de vegetación que se tiene en el predio (siempre y cuando el recurso forestal se mantenga) nos daría un volumen de 83.3 toneladas de carbono/ha, multiplicando por la total de la superficie del predio con vegetación que son 18.656 hectáreas, nos daría un volumen de 1,554.1 toneladas de captura de carbono; si tal como se ha revisado en diversos documentos²⁴ el precio de la tonelada de carbono es de 10 dólares, se tendría una valoración de las existencias de carbono de \$279,738.7 pesos, tomando un tipo de cambio de \$18.0/dólar. El monto estimado para el volumen de carbono capturado en el CUSTF sería el mismo valor; cabe señalar que con el aprovechamiento de este concepto no es factible su aprovechamiento en ninguno de los otros conceptos mencionados.

Tipo de vegetación	Ton C/ ha,	Superficie en predio antes de proyecto (Ha)	Estimación de carbono en condición actual (Ton C)	Superficie con CUSTF en el proyecto (Ha)	Estimación de captura de carbono e condición actual del predio (TonC)	Ingresos por comercialización (US \$)	Ingresos por comercialización (\$)
Selva mediana subperennifolia	83.30	18.656	1,554.10	18.656	1,554.10	15,541.04	279,738.70
		18.656	1,554.10	18.656	1,554.10	15,541.04	279,738.7

En lo que corresponde a otros servicios, el costo por el tratamiento de agua sería de 160 dólares por hectárea, y el costo para evitar la salinización generada por la deforestación se encontraría alrededor de los 50 dólares por hectárea por lo que se estaría generando un costo de 210 dolares por hectáreas que a razón de 13.85 sería \$2,808.50 lo que significa un costo general por la superficie de cambio de uso del suelo por el orden de los \$101,951.

Es necesario también mencionar que en el capítulo XV del presente documento, ya se establecen costos para restaurar una superficie igual al área a afectar en la implementación del proyecto, de acuerdo al ecosistema presente en el predio.

En resumen, se tiene que el predio aportaría, en teoría y sin excluir las actividades, un monto de \$4,623,813.01 por año, si todas las actividades se pudieran llevar a cabo de manera integral; sin embargo, este criterio de valoración económica no está considerando que algunas de las actividades no permiten la ejecución de otras por no ser compatibles entre sí. Por otro lado, otras actividades como la maderable estarían sujetas a programas de manejo con temporalidad de aprovechamiento, lo que implicará sólo parcialidades en el aprovechamiento del predio, o sólo una intervención y esperar un nuevo ciclo de corta, por ejemplo.

Valoración de productos maderables y no maderables y servicios ambientales del predio.

²⁴ Artículo Valoración económica del almacenamiento de carbono del bosque tropical del ejido NOB BEC , Quintana Roo México J. Bautista Hernández y J.A. Torres Pérez Universidad Autónoma de Chapingo, 2003

Cuadro No. 130 Valor económico de los productos forestales del predio.

Concepto	Valoración estimado para el area forestales del predio	
	En predio (\$)	En CUSTF (\$)
Carbón vegetal	1,014,492.43	1,014,492.43
Madera aserrada	34,177.64	34,177.64
Palizada	56,256.24	56,256.24
Tierra vegetal	559,680.00	559,680.00
Captura de carbono	279,738.70	279,738.70
Plantas de ornato	2,679,468.00	2,679,468.00
Chicle	0.00	0.00
Total	4,623,813.01	4,623,813.01

XVI. ESTIMACION DEL COSTO DE LAS ACTIVIDADES DE RESTAURACION CON MOTIVO DEL CAMBIO DE USO DE SUELO

La estructura y función del ecosistema provee varios bienes y servicios a las personas: suministro y purificación del agua, reciclaje de nutrientes, descomposición de desechos, regulación del clima, mantenimiento de la biodiversidad.

La vegetación juega un rol fundamental ya que favorece la recarga de los mantos acuíferos (aguas subterráneas) de donde obtenemos gran parte del agua que utilizamos en nuestra vida diaria; es el hogar de la fauna silvestre, plantas, insectos y de muchos organismos microscópicos importantes para el equilibrio de la vida y la biodiversidad. Las plantas capturan el bióxido de carbono del aire y liberan oxígeno al ambiente, creando de esta manera tan compleja hermosos paisajes, lugares de descanso y espacios para llevar a cabo actividades educativas, recreativas y turísticas; también disminuyen los efectos de fenómenos naturales como huracanes, ciclones o tormentas que pueden causar inundaciones, deslaves u otros, desastres y nos proporcionan frutos, madera y diversas materias primas para fabricar medicinas, y alimentos.

La cobertura forestal en el predio no es homogénea en su condición natural ya que se ha visto afectada y fragmentada por diversos fenómenos meteorológicos y procesos antropogénicos, como es la de un relleno sanitario abandonado, lo que ocasiono que la fauna de mayor tamaño haya emigrado hacia otras áreas menos impactadas dentro y fuera del predio. Lo anterior, conllevará a que si bien la modificación de la vegetación a realizarse por la implementación del proyecto, afectara la función del ecosistema como resultado de la modificación de la interacción de las plantas, animales, y otros (micro) organismos entre sí o con su ambiente, el predio del proyecto se encuentra en una zona urbana en constante crecimiento y que es considerara como reserva urbana.

Para atender lo requerido en el presente capítulo y en relación a la ejecución de las afectaciones al predio por el proyecto, y en estricto apego a la normatividad y legislación vigente, se enfatiza que de acuerdo a lo contenido en el Título Primero, capítulo II, artículo 7, fracción XXXIII, de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, se define la Restauración Forestal como: "el conjunto de actividades tendentes a la rehabilitación de un ecosistema forestal degradado, para recuperar parcial o totalmente las funciones originales del mismo y mantener las condiciones que propicien su persistencia y evolución".

Con el fin de estimar los costos que se tendrían que invertir para restaurar los recursos forestales que estarán sujetos a cambio de uso de suelo (18.656 ha), es necesario mencionar que en el caso del sitio específico del proyecto, la condición del predio muestra una cobertura de vegetación original que corresponde **selva mediana subperennifolia**.

El cambio de uso de suelo en terrenos forestales se llevará a cabo en el 100% de la superficie forestal del predio (18.656 ha). El promovente pretende aprovechar el 100% de la superficie total del predio (18.762 ha), de las cuales 18.656 ha (96.4%) son de vegetación de **selva mediana subperennifolia** y 0.106 ha (0.6%) corresponden a una superficie sin cobertura forestal.

Cuadro No. 131 Superficie solicitada para el cambio de uso del suelo del proyecto por tipo de vegetación.

Tipo de vegetación	Superficie total (Ha)	Superficie de afectación por proyecto (Ha)	Superficie que mantiene su condición actual de acuerdo a su cobertura (Ha)	% Afectación	% Vegetación nativa y/o conservación
Selva mediana subperennifolia	18.656	18.656	0	100%	0
Subtotal con cobertura forestal	18.656	18.656	0	100%	0
Sin vegetación forestal aparente	0.106	0.106	0	100%	
Subtotal sin cobertura forestal	0.106	0.106	0	100%	
Total (Con Cobertura Forestal + Sin cobertura forestal)	18.762	18.762	0		

En el cuadro siguiente se enlistan las acciones que se realizarían para la restauración, de cada uno de los tipos de vegetación afectada por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

Cuadro No. 132 Actividades de restauración por tipo de vegetación.

Acciones	Actividades	Selva mediana	Sin cobertura forestal
Preparación del sitio para realizar la restauración	Demolición y transporte de escombros, Limpieza del sitio.	✓	✓
Reforestación	Producción de planta	✓	✓
	Transporte de planta	✓	✓
	Reforestación con pala plantadora	✓	✓
Mantenimiento	Producción de planta para replante	✓	✓
	Transporte de planta de replante	✓	✓
	Reforestación de la planta de replante con pala plantadora.	✓	✓
Protección	Brechas cortafuego	✓	✓
	Cercado	✓	✓
Asistencia	Asesoría técnica	✓	✓

Tomando en cuenta la definición de Restauración Forestal establecida en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, se presentan los costos que tendría que cubrir para restaurar las áreas del proyecto que se pretende afectar por motivo del cambio de uso del suelo (18.656 hectáreas).

Cuadro No. 133 Costo de restauración por tipo de vegetación y superficie afectada.

Tipo de vegetación	Superficie de afectación por proyecto (Ha)	Demolición y transporte de escombros y/o limpieza del sitio	Costo estimado por actividades de restauración	Costo total de restauración y mantenimiento por área afectada
selva mediana subperennifolia	18.656	\$2,798,400.00	\$466,400.00	\$3, 264, 800.00
Costo total restauración área con cobertura forestal	18.656	\$2,798,400.00	\$466,400.00	\$3, 264, 800.00

En la siguiente tabla se describen los costos estimados destinados a restauración (demolición y trasporte de escombro, limpieza del sitio, restauración, mantenimiento y, seguimiento y supervisión de medidas de prevención y mitigación propuestas) de las áreas afectadas por un periodo de 10 años.

Cuadro No. 134 Costos de actividades de restauración y seguimiento de las áreas con cobertura forestal.

ACTIVIDADES	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10	TOTAL	
	(\$)	(\$)	(\$)	(\$)	(\$)	(\$)	(\$)	(\$)	(\$)	(\$)	(\$)	
	PREPARACIÓN DEL SITIO PARA LA RESTAURACIÓN VEGETAL											
- Actividades de seguimiento de las medidas de prevención y mitigación. - Actividades de seguimiento de medidas de restauración de área del proyecto. - Asesoría técnica.	Demolición y transporte de escombros, limpieza del sitio.	\$2,798,400.00										\$2,798,400.00
	Reforestación, Mantenimiento, Protección y Asistencia Técnica	\$233,200.00	\$233,200.00									\$466,400.00
	ACCIONES DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES EN EL ÁREA RESTAURADA											
	Asistencia técnica.	\$500,000.00	\$500,000.00	\$250,000.00	\$250,000.00	\$250,000.00	\$250,000.00	\$250,000.00	\$250,000.00	\$250,000.00	\$250,000.00	\$3,000,000.00
TOTAL:		\$3,531,600.00	\$733,200.00	\$250,000.00	\$250,000.00	\$250,000.00	\$250,000.00	\$250,000.00	\$250,000.00	\$250,000.00	\$250,000.00	\$6,264,800.00

Tal como se muestra en la tabla anterior se estimaron los costos por actividades de restauración y seguimiento de las áreas con cobertura forestal que serán desmontadas, por lo que se calcula un costo de \$6,264,800.00 pesos, destinados a cubrir actividades de demolición, transporte de escombros, limpieza del sitio, reforestación, mantenimiento, protección, asistencia técnica y seguimiento de medidas de prevención y mitigación (incluyendo seguimiento de programas) por un periodo de 10 años.

Adicionalmente, no se omite mencionar que en caso de que se autorice la superficie solicitada para cambio de uso de suelo del proyecto (18.656 ha), el promovente tendría que cubrir un monto por compensación ambiental por el tipo de vegetación, el cual es establecido por la autoridad competente y es utilizado de forma paralela para restaurar otras áreas con vegetación similar a las que se encuentran en el proyecto.

XVII. IDENTIFICACION DE LOS INSTRUMENTOS METODOLOGICOS Y ELEMENTOS TECNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACION SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES.

XVII.1 Presentación de la información.

De acuerdo al artículo 19 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental, se entregan **dos ejemplares impresos del Documento Técnico Unificado Modalidad A y 4 en archivo electrónico**. De los cuales, uno de los impresos y con 3 copias en archivo electrónico serán los utilizados en la evaluación y los restantes serán utilizados para consulta pública, en cuyo caso se eliminará la información confidencial. Asimismo, el DTU Modalidad A deberá incluir en el archivo electrónico, las imágenes, planos e información que complementa el estudio.

XVII.2 Cartografía.

Para la ubicación y superficie del predio o conjunto de predios y la delimitación de aquella en la que se pretenda realizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, es necesario identificarlos mediante planos georeferenciados, como se señala en el artículo 121 fracción II del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. **SE PRESENTAN LOS PLANOS EN EL ANEXO CORRESPONDIENTE. TODOS ESTAN DEBIDAMENTE GEOREFERENCIADOS Y CON LA INFORMACIÓN Y ESCALAS PERTINENTES.** **Se incluye en formato digital las coordenadas de las poligonales y vértices propuestas para el cambio de uso del suelo en terrenos forestales del predio.**

XVII.3 Fotografías.

Se remite en formato electrónico una memoria fotográfica de las actividades y lo observado en el predio.

XVII.4 Videos

No hay video.

XVII.5 Otros anexos

Anexo legal: Se incorpora la documentación de carácter legal del promovente y la propiedad del predio, entre otros.

Anexo Planos creados: se incorporan los planos realizados para el proyecto

Anexo Inventario forestal: Se incorporan los datos de las fichetas de campo obtenidas en los sitios de muestro del inventario forestal.

Anexo Coordenadas: se incorporan las coordenadas del polígono del predio, como las coordenadas del polígono del Cambio de Uso de Suelo.