

## 1. TOS GENERALES DEL PROYECTO DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO

### 1.1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO

#### 1.1.1. Nombre del proyecto

“Cambio de uso de suelo del Lote 1-13”.

#### 1.1.2. Ubicación del proyecto

La superficie de terreno forestal que se pretende aprovechar para la implementación del proyecto corresponde al Lote 1-13 de la Manzana 01, Supermanzana 47, Municipio de Benito Juárez, Estado de Quintana Roo, México.

#### 1.1.3. Duración del proyecto

El plazo solicitado para llevar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, es de 48 meses (4 años), contemplando sólo la etapa de preparación del sitio que implica la remoción de vegetación forestal de Selva baja subcaducifolia.

CONSULTA PÚBLICA

## 2. USOS QUE SE PRETENDEN DAR AL TERRENO

El uso que se le pretende dar al terreno, corresponde a los usos permitidos establecidos en el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Cancún (2014-2030), específicamente estará destinado a usos de suelo mixto, es decir, una zonificación que permite la convivencia de giros de vivienda, comercio, oficinas, equipamiento y pequeña industria y se plantea para zonas de concentración de actividades. El proyecto que se pretende ejecutar posterior al cambio de uso de suelo, sólo contempla la urbanización del desarrollo y la lotificación del terreno.

Por otra parte, tenemos que el Sistema de Información Empresarial Mexicano (SIEM)<sup>1</sup>, clasifica las obras de urbanización dentro del **Sector 5** “Construcción”; y dentro de dicho sector se engloba en el **Subsector 50** de igual denominación (construcción); y consecuentemente lo ubica dentro de la **Rama 5012** “Construcción de obras de urbanización”; y finalmente se cataloga dentro de la **Actividad 501200** de igual denominación (construcción de obras de urbanización). Esto se observa de manera gráfica en el siguiente diagrama.

Código				Descripción
Sector	Subsector	Rama	Actividad	
1 ▲	50 ▲	5011 ▲	501200 ▲	<b>Descripción del sector</b>
2		5012		CONSTRUCCION
3		5013		
4		5014		
5		5020		
6		5030		
7				
8				
9 ▼				
				<b>Descripción del subsector</b>
				CONSTRUCCION
				<b>Descripción de la rama</b>
				CONSTRUCCION DE OBRAS DE URBANIZACION
				<b>Descripción de la actividad</b>
				CONSTRUCCION DE OBRAS DE URBANIZACION

En otro orden de ideas, tenemos que las obras de urbanización, se encuentran incluidas en el sector económico secundario. Las actividades secundarias se caracterizan por el uso predominante de maquinaria y de procesos cada vez más automatizados para transformar las materias primas que se obtienen del sector primario. Incluye las fábricas, talleres y laboratorios de todos los tipos de industrias. De acuerdo a lo que producen, sus grandes divisiones son construcción, industria manufacturera y electricidad, gas y

<sup>1</sup> <http://www.siem.gob.mx/portalsiem/catalogos/cmap/Estructura.asp?arbol=&id=76>

agua. En particular, el cambio de uso de suelo propuesto, y el proyecto que se propone posterior a este, se engloban en el sector de la construcción, el cual se considera como uno de los más importantes en el desarrollo de un país, ya que proporciona elementos de bienestar básicos en una sociedad al construir puentes, carreteras, puertos, vías férreas, presas, plantas generadoras de energía eléctrica, industrias, así como viviendas, escuelas, hospitales, y lugares para el esparcimiento y la diversión como los cines, parques, hoteles, teatros, entre otros<sup>2</sup>.

El sector de la construcción utiliza insumos provenientes de otras industrias como el acero, hierro, cemento, arena, cal, madera, aluminio, etc., por este motivo es uno de los principales motores de la economía del país, ya que beneficia a 66 ramas de actividad a nivel nacional.

De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática<sup>3</sup>, el proyecto se ubica dentro de las actividades secundarias, en el “Sector de transformación de bienes”; particularmente del “Sector 23 Construcción”. Este sector comprende unidades económicas dedicadas principalmente a la edificación residencial, ya sea vivienda unifamiliar o multifamiliar; a la edificación no residencial, como naves y plantas industriales, inmuebles comerciales, institucionales y de servicios; a la construcción de obras de ingeniería civil, como puentes, carreteras, presas, vías férreas, centrales eléctricas y puertos; a la realización de trabajos especializados, como cimentaciones, montaje de estructuras prefabricadas, instalación en construcciones de equipos y materiales prefabricados, acabados en edificaciones, demolición, relleno de suelo, movimiento de tierra, excavación, drenado y otras preparaciones a los suelos. Puede tratarse de construcción nueva, ampliación, remodelación, mantenimiento o reparación integral de las construcciones.

Incluye también: a la construcción operativa (construcción de edificaciones por cuenta propia y en terrenos propios para luego ser vendidas); a la supervisión y administración de construcción de obras, y a la construcción de obras en combinación con actividades de servicios (consultoría en ingeniería, consultoría en arquitectura).

Las unidades económicas del sector pueden operar por cuenta propia o bajo un contrato con otro establecimiento o con los dueños de la propiedad. Pueden producir proyectos completos o solamente partes de los proyectos. Las unidades económicas frecuentemente subcontratan algunos o todos los trabajos involucrados en un proyecto, o trabajan juntas en asociaciones.

<sup>2</sup> <http://cuentame.inegi.org.mx/economia/secundario/construccion/default.aspx?tema=E>

<sup>3</sup> <http://www.inegi.gob.mx/inegi/contenidos/espanol/clasificadores/clasificador%20de%20actividad%20economica.pdf>

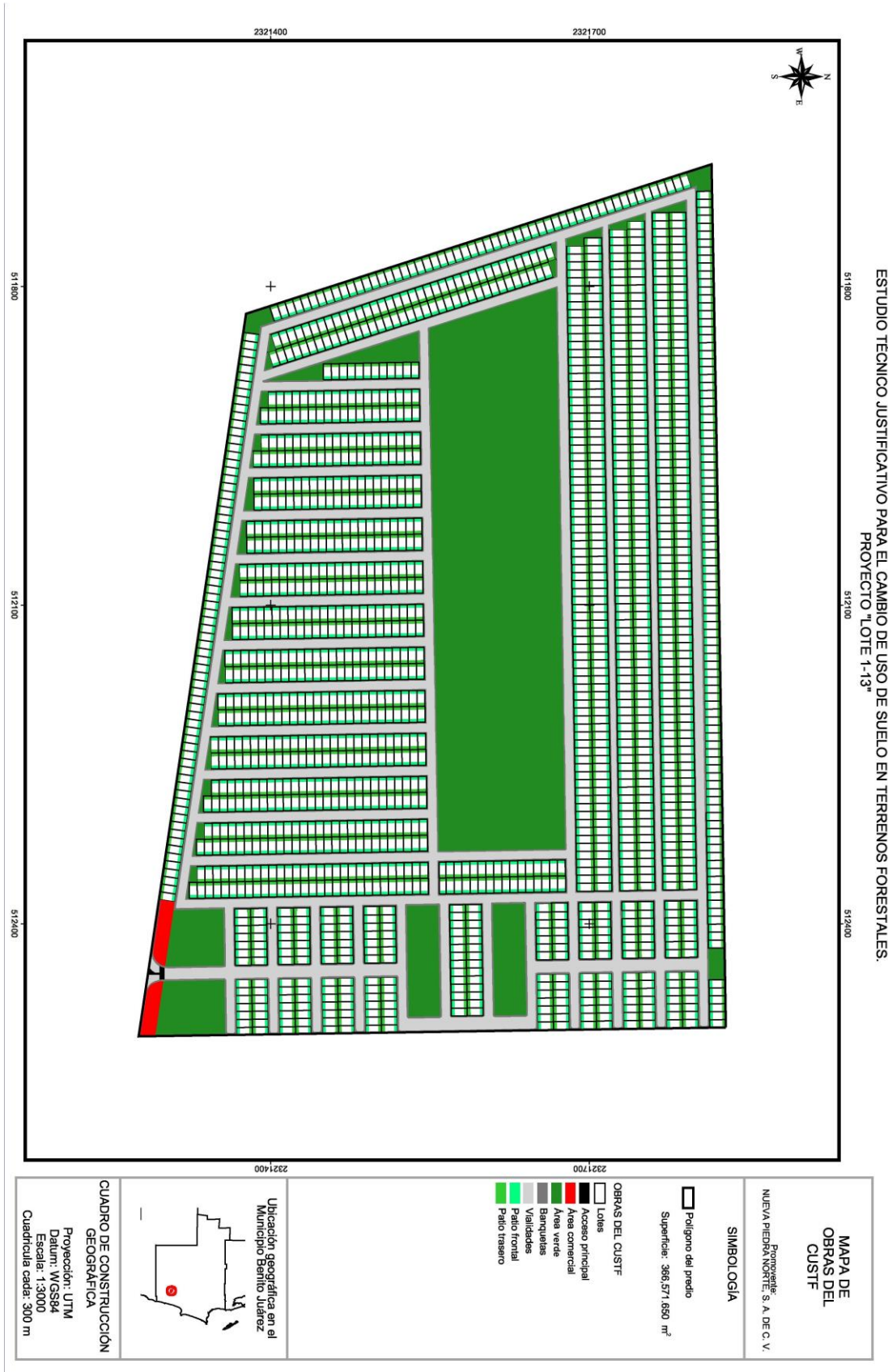
Existen diferencias sustanciales en las clases de equipo, habilidades de la fuerza laboral y otros insumos requeridos por las unidades económicas en este sector. Para resaltar esas diferencias y variaciones en las funciones de producción subyacentes, en este sector las unidades económicas son distinguidas inicialmente en dos tipos: las que se hacen cargo de proyectos para cuya realización se requieren varias actividades de construcción diferentes, y las que se especializan en una sola actividad.

Las del primer tipo que se dedican principalmente a la edificación, están clasificadas en los subsectores 2361, 2362 y 2370. Las actividades que se especializan en una sola actividad están por lo general clasificadas en los subsectores 2381 y 2382, que comprenden unidades económicas dedicadas principalmente a actividades comúnmente necesarias en la construcción de edificios y estructuras, como albañilería, pintura o trabajo eléctrico. Sin embargo, las unidades económicas dedicadas principalmente a realizar trabajos especializados que requieren habilidades y equipo específicos para obras de ingeniería civil están clasificadas en el subsector 2370.

El uso al que estará destinado el predio se engloba de manera particular dentro del “Subsector 2370 Construcción de obras de ingeniería civil u obra pesada”; que se refiere a unidades económicas dedicadas principalmente a la construcción de obras para el abastecimiento de agua, petróleo, gas, electricidad y telecomunicaciones; a la división de terrenos y construcción de obras de urbanización; a la construcción de vías de comunicación, de obras marítimas, fluviales y subacuáticas. Los trabajos de ingeniería civil pueden ser construcciones nuevas, ampliaciones, remodelaciones, mantenimiento o reparación integral de las construcciones.

En otro orden de ideas tenemos que los usos a los que estará destinado el proyecto, englobados dentro del uso urbano mixto, corresponden a usos compatibles de acuerdo con los instrumentos normativos de planeación que rigen la zona en la que se ubica el predio en estudio, los cuales se indican en la siguiente tabla (ver plano siguiente).

<b>USOS DE SUELO PROPUESTOS</b>		
<b>TIPO DE OBRA</b>	<b>SUPERFICIE (m<sup>2</sup>)</b>	<b>PORCENTAJE (%)</b>
Lotes	197,948.653	54.00
Vialidades y banquetas	91,601.00	24.99
Áreas verdes	75,500	20.60
Área comercial	1522.00	0.42
	<b>366,571.65</b>	<b>100</b>



### 3. UBICACIÓN Y SUPERFICIE DEL PREDIO O CONJUNTO DE PREDIOS, ASÍ COMO LA DELIMITACIÓN DE LA PORCIÓN EN QUE SE PRETENDA REALIZAR EL CAMBIO DE USO DEL SUELO EN LOS TERRENOS FORESTALES, A TRAVÉS DE PLANOS GEOREFERENCIADOS

#### 3.1. UBICACIÓN Y SUPERFICIE DEL PREDIO

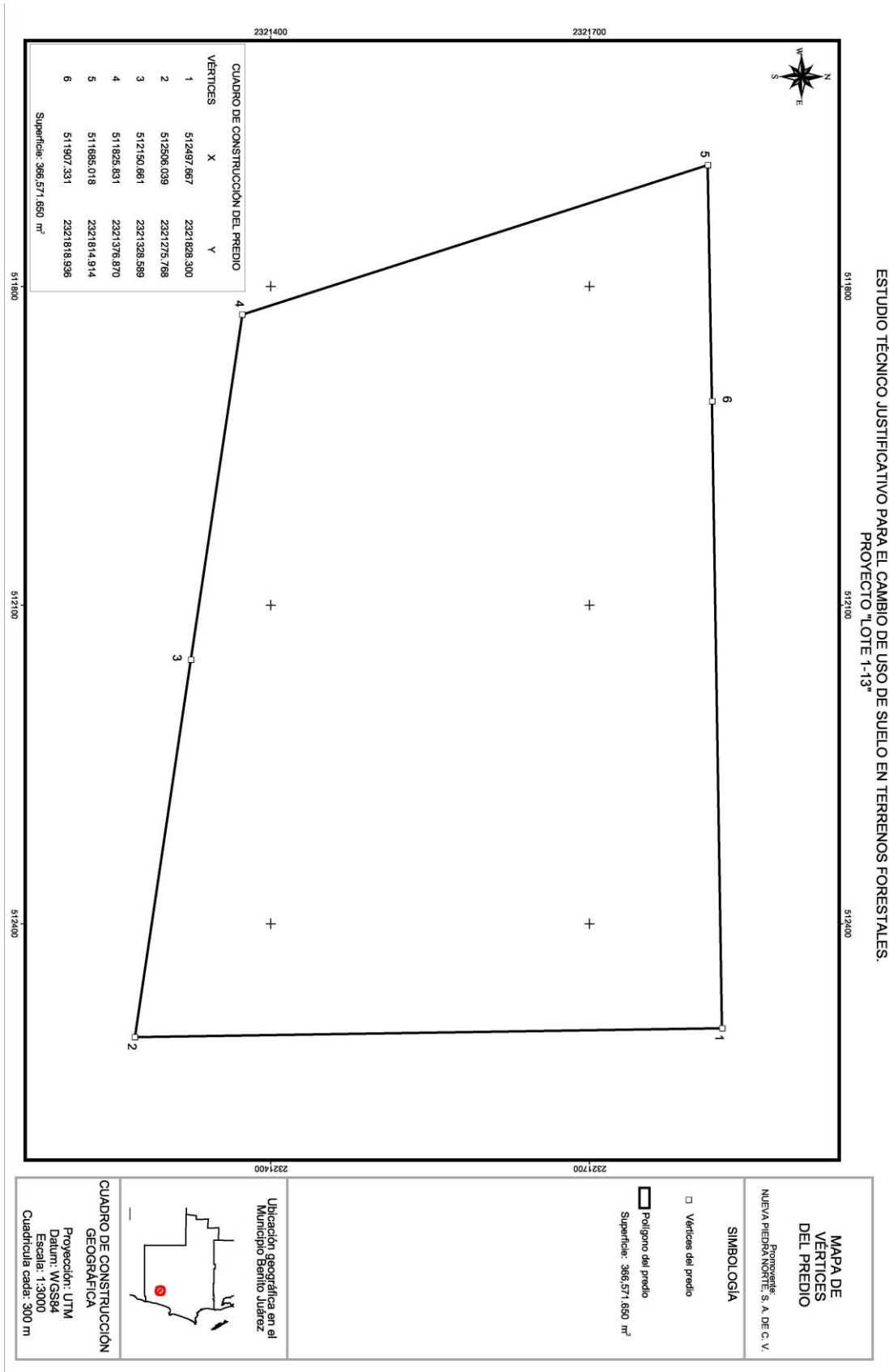
El predio donde se ubica la superficie de terreno forestal que se pretende aprovechar para la implementación del proyecto, corresponde al lote 1-13 de la Manzana 01, Supermanzana 47, Municipio de Benito Juárez, Estado de Quintana Roo, México. Cuenta con una superficie total de 366,571.65 m<sup>2</sup> (36.657 hectáreas), con las siguientes medidas y colindancias:

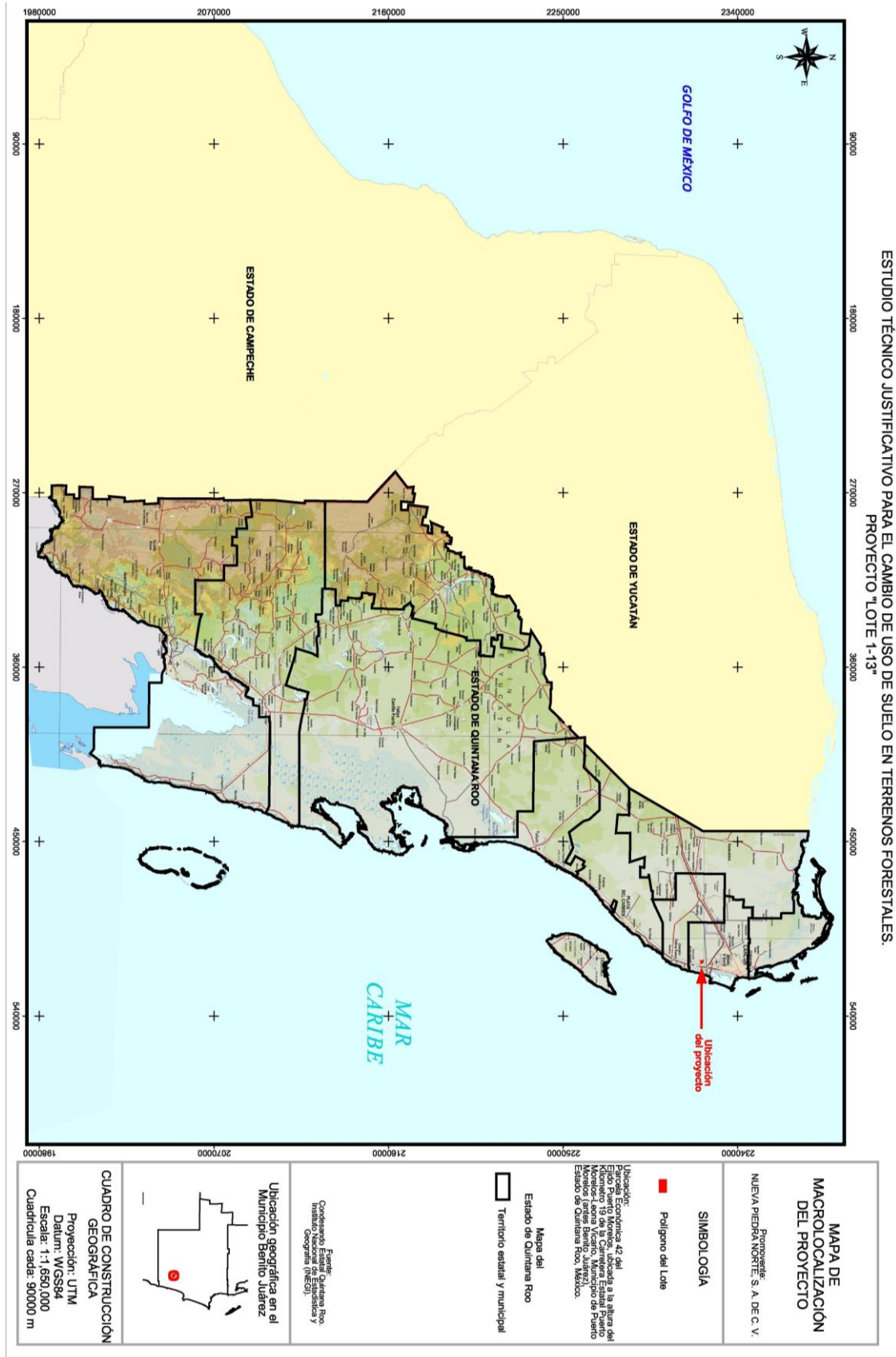
- ▶ Al Norte en 222.35 metros + 590.41 metros, con propiedad privada Rancho Los Rosales y Country Club Roza, Supermanzana 46, Manzana 01, Lote 07.
- ▶ Al Sur 359.28 metros + 328.40 metros, con Avenida Huayacán II.
- ▶ Al Este 552.60 metros, con Lote 1-05.
- ▶ Al Oeste 460.12, con lote 1-14.

En la siguiente tabla se presentan las coordenadas de los vértices que conforman el polígono del Lote 1-13, las cuales se encuentran proyectadas en unidades UTM, con referencia al Datum WGS84, Zona 16Q Norte, México.

CUADRO DE CONSTRUCCIÓN – LOTE 1-13		
VÉRTICES	X	Y
1	512497.6666	2321828.2999
2	512506.0387	2321275.7679
3	512150.6610	2321328.5891
4	511825.8313	2321376.8697
5	511685.0182	2321814.9137
6	511907.3309	2321818.9359
Superficie: 366,571.65 m <sup>2</sup>		

La distribución de los vértices que conforman el polígono del predio en estudio, se puede observar en el plano de la página siguiente. Así mismo, en las páginas 3 y 4 se muestra su ubicación a nivel Regional y Municipal.







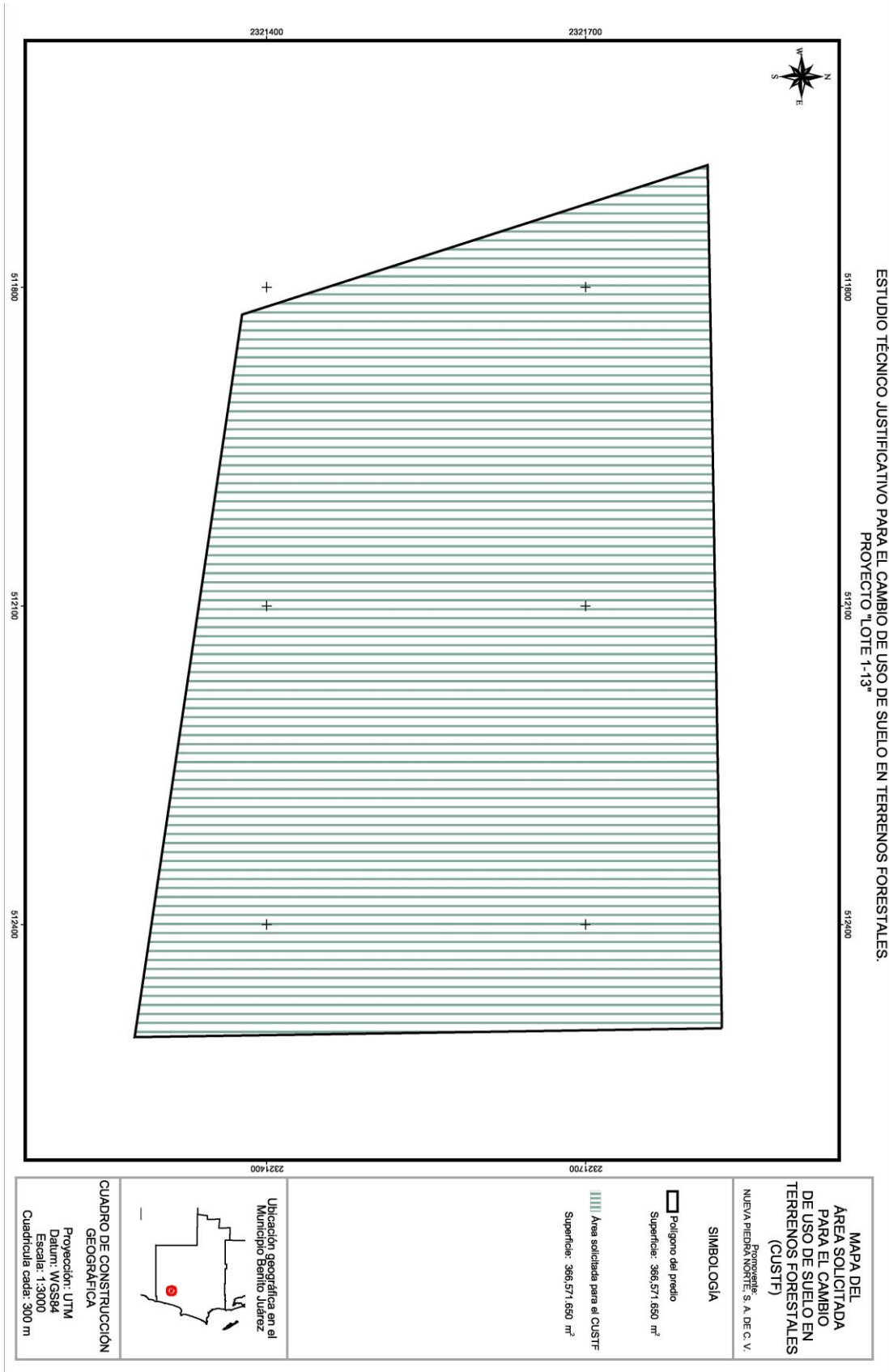


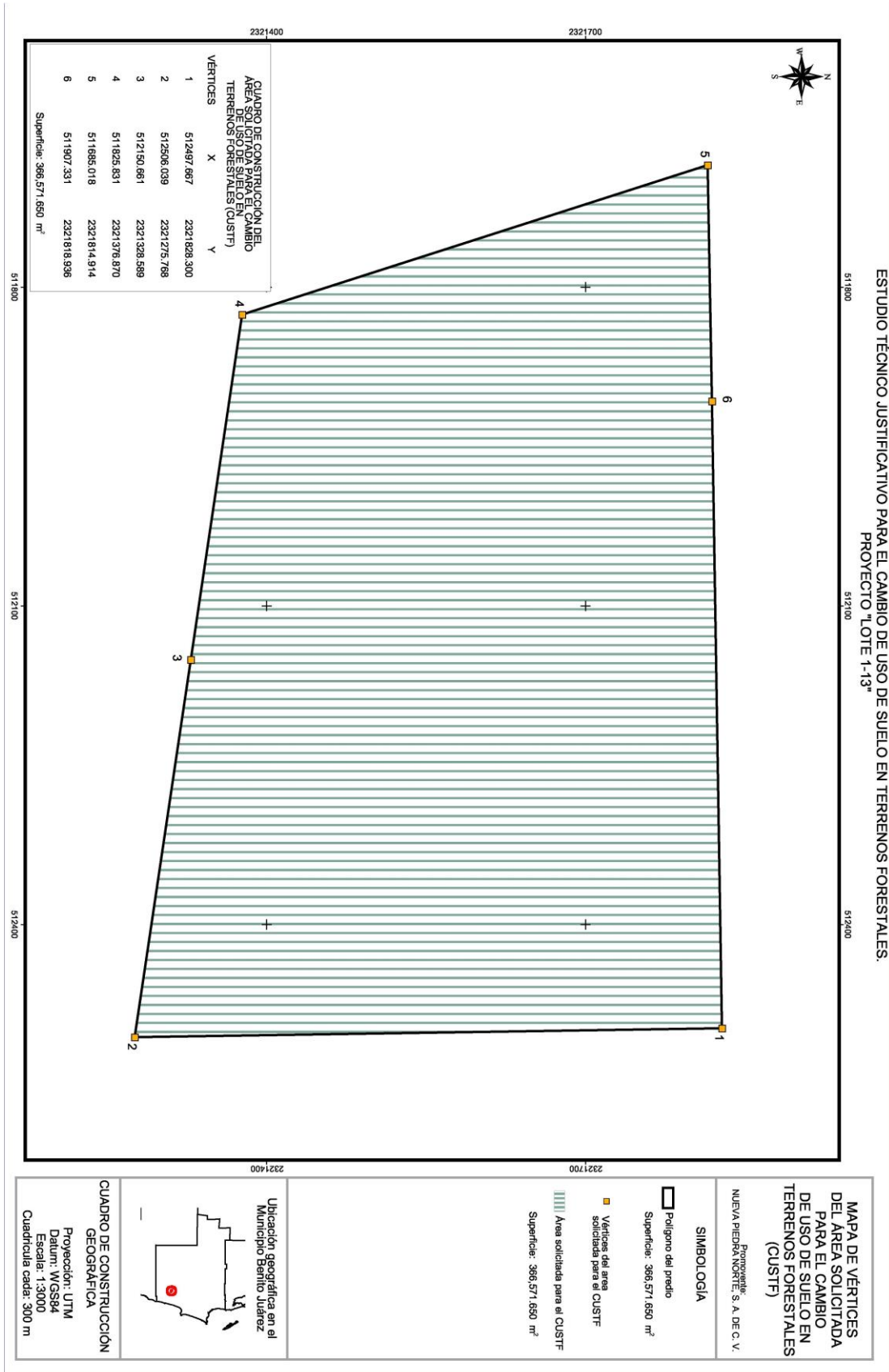
### 3.2. DELIMITACIÓN DE LA PORCIÓN EN QUE SE PRETENDE REALIZAR EL CUSTF

Para realizar el proyecto propuesto, se requiere el aprovechamiento del 100% de la superficie del predio en cuestión, es decir, los 366,571.65 m<sup>2</sup> (36.657 hectáreas). En la siguiente tabla se presentan las coordenadas del polígono de cambio de uso de suelo que se propone a través del presente estudio (proyectadas en unidades UTM, con referencia al Datum WGS84, Zona 16Q Norte, México), que como bien se mencionó, corresponde a la superficie total del lote 1-13 de la Manzana 01, Supermanzana 47, Municipio de Benito Juárez, Estado de Quintana Roo, México.

POLÍGONO DE CUSTF		
VÉRTICES	X	Y
1	512497.6666	2321828.2999
2	512506.0387	2321275.7679
3	512150.6610	2321328.5891
4	511825.8313	2321376.8697
5	511685.0182	2321814.9137
6	511907.3309	2321818.9359
Superficie: 366,571.65 m <sup>2</sup>		

En los planos siguientes se puede observar el polígono de CUSTF que se proponen a través del presente estudio, conforme a las coordenadas presentadas en la tabla que antecede.





## 4. DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS FÍSICOS Y BIOLÓGICOS DE LA CUENCA HIDROLÓGICO-FORESTAL EN DONDE SE UBIQUE EL PREDIO

### 4.1. UBICACIÓN DEL PREDIO A NIVEL DE LA CUENCA HIDROLÓGICA FORESTAL

El terreno forestal se encuentra ubicado dentro de la Cuenca 32A Quintana Roo. A nivel de subcuencas hidrológicas el predio se ubica en la subcuenca Quintana Roo; y finalmente podemos citar que el predio se ubica en la microcuenca Joaquín Zetina Gasca.

La Cuenca 32A Quintana Roo se ubica al Norte del Estado, ocupa el 31% de la superficie estatal e incluye las islas de Cozumel, Mujeres y Contoy; tiene como límites: al Norte el Golfo de México; al este es Mar Caribe; al Sur la división con la RH33 que coincide aproximadamente con el paralelo 20° de latitud Norte; y al Oeste con el límite de Yucatán donde continúa, excepto en una pequeña porción que corresponde a la cuenca 32B.

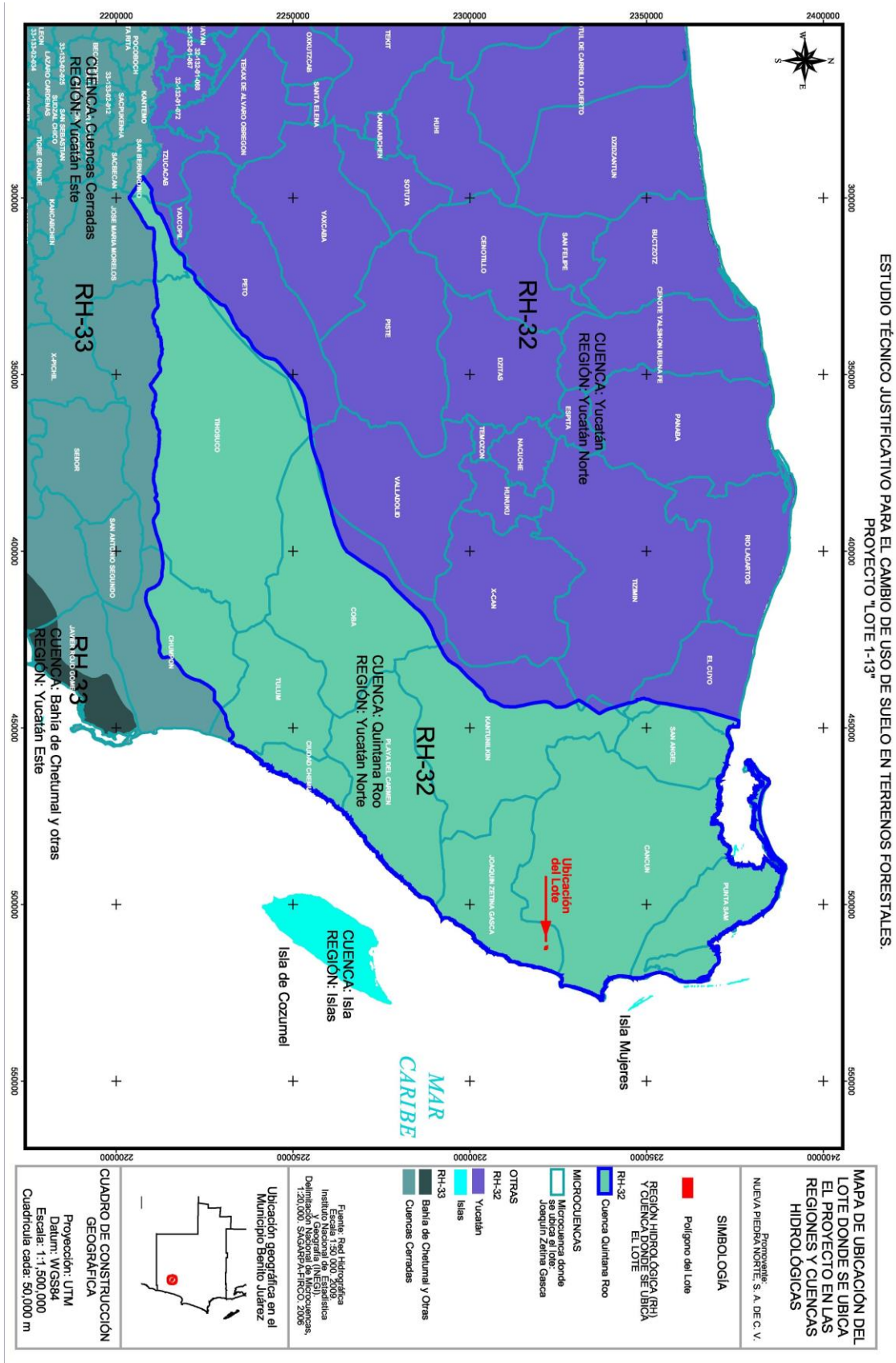
La temperatura media anual en la cuenca es de 26°C con una precipitación que va de 800 mm en el Norte a más de 1,500 al Sureste de la Cuenca y con un rango de escurrimiento de 0 a 5% que la abarca prácticamente toda, excepto en las franjas costeras que tienen de 5 a 10% debido a la presencia de arcillas y limos.

Como ocurre en casi toda la Península, no existen corrientes superficiales por las características particulares de alta infiltración en el terreno y escaso relieve, así como tampoco cuerpos de agua de gran importancia; sólo pequeñas lagunas como la de Cobá, Punta Laguna, La Unión; lagunas que se forman junto al litoral como son la de Conil, Chakmochuk y Nichupté, así como aguadas<sup>(4)</sup>.

### 4.2. DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

Si bien el predio se ubica dentro de la Cuenca Quintana Roo, esta por su extensión, no resulta representativa de elementos físicos y biológicos con los que interactuará el proyecto; por lo tanto, para este estudio se optó por reducir el área de influencia del proyecto a nivel de la microcuenca Joaquín Zetina Gasca, como se observa en el plano de la página siguiente.

<sup>4</sup> INEGI. Estudio Hidrológico del estado de Quintana... Op. cit. págs. 9, 20 y 21.



La microcuenca Joaquín Zetina Gasca se encuentra definida según el sistema de clasificación usado por INEGI para el “Mapa de Cuencas y Microcuencas”; y pertenece a la región hidrológica Yucatán Norte, a la cuenca hidrológica Quintana Roo, Subcuenca Menda 2 y su polígono se encuentra entre las coordenadas Longitud (dec): -86.898611 Latitud (dec): 20.853611.

#### 4.2.1. Elementos físicos y biológicos de la microcuenca

El objetivo de este apartado se orienta a ofrecer una caracterización de la unidad de análisis (microcuenca) en sus elementos bióticos y abióticos, describiendo y analizando, en forma integral, los componentes del sistema ambiental del sitio donde se establecerá el proyecto, todo ello con el objeto de hacer una correcta identificación de sus condiciones ambientales y de las principales tendencias de desarrollo y/o deterioro.

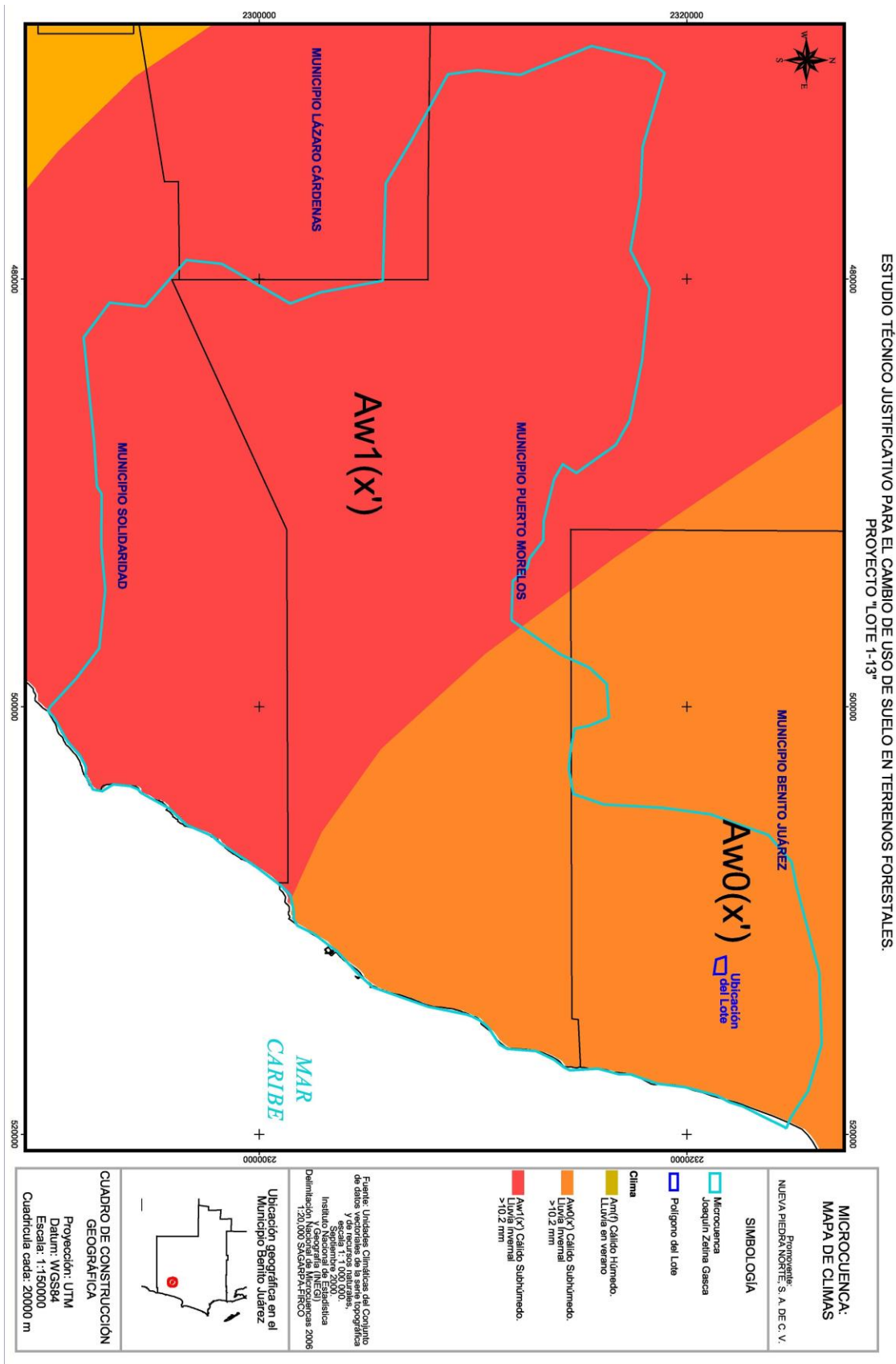
##### a. Medio abiótico

###### a.1. Clima

La porción Norte de la microcuenca en estudio se ubica en una zona que presentan lluvias constantes a lo largo del año que le confieren la característica de clima subhúmedo  $Aw_0(x')$  y en su porción Sur (que comprende la mayor parte de la microcuenca) se presenta el clima  $Aw_1(x')$  de acuerdo a la clasificación de Köppen, modificada por García (1983), lo cual se observa en el plano de la página siguiente.

El índice de Lang también sitúa a este sistema con un clima húmedo y muy húmedo según sus características de precipitación y temperatura. En promedio llueven 104 días al año, y por su ubicación en el litoral y su baja altitud, su oscilación térmica es reducida, comparada con otras zonas al interior del territorio. Los meses más calurosos son de mayo a septiembre, los cuales reportan niveles medios de precipitación. Es a final del año que llueve de manera más intensa y se registran valores de temperaturas que se encuentran por debajo del promedio, los meses más fríos son los dos primeros del año.

Existe una temporada de lluvias de junio a noviembre, pero es de septiembre a noviembre cuando se reportan niveles mayores de precipitación mensual. La ubicación del sistema ambiental a orillas del mar y con la presencia de una laguna costera le confiere altos niveles de evaporación y por tanto de humedad. La evaporación es marcada en dos temporadas, para los meses más cálidos de marzo a mayo y cuando llega la época de lluvias de julio a octubre.





## a.2. Temperatura

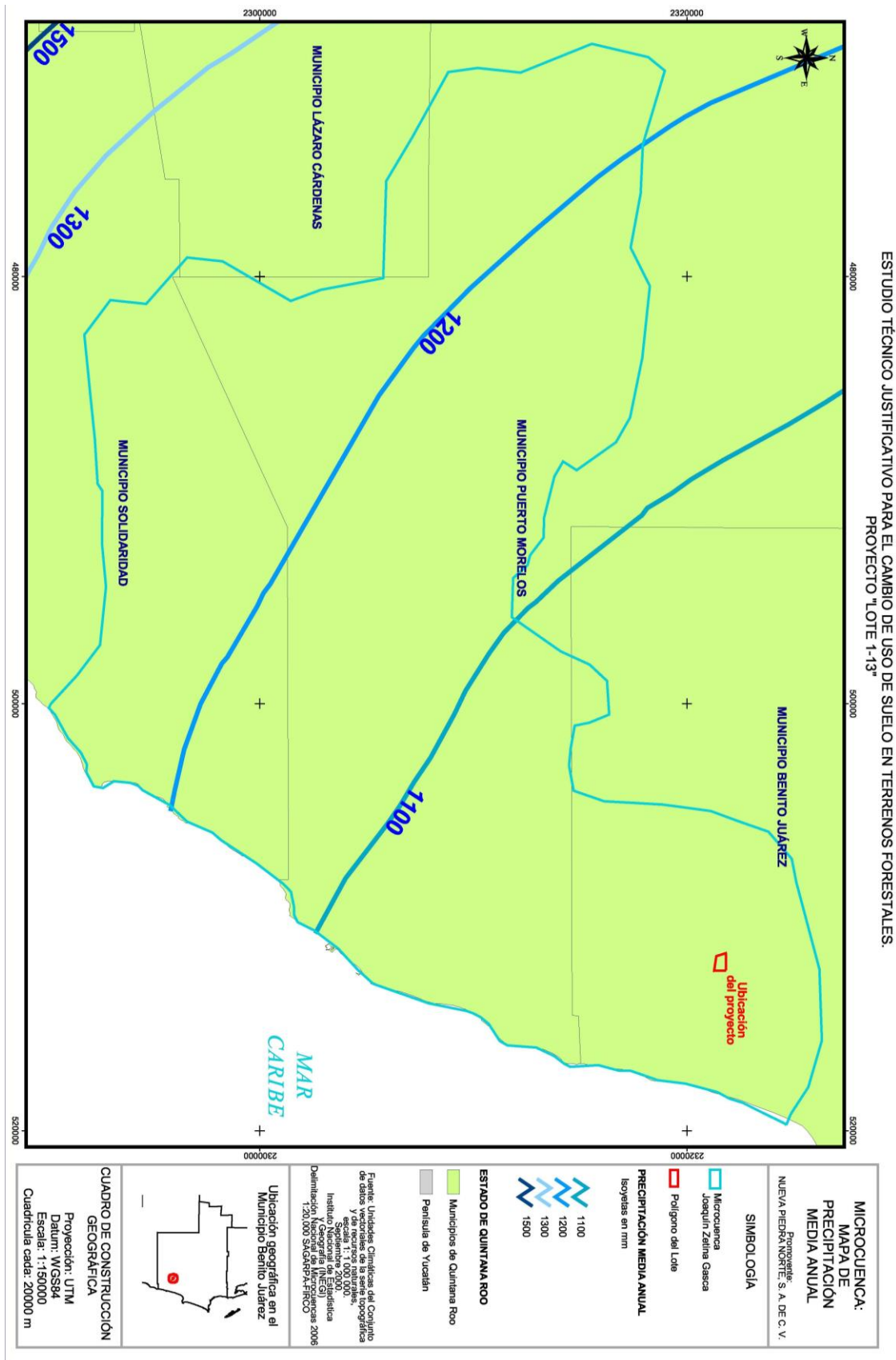
La temperatura media histórica (1988-2013) para la microcuenca ha presentado una tendencia cambiante a lo largo del tiempo, registrando un valor promedio mínimo de 25.7°C en 2010, máximo de 28.1°C en 2001 y un promedio general de 27.1°C. Los valores extremos absolutos encontrados varían aproximadamente en 10 grados, presentándose un valor extremo máximo de 31°C registrado en el mes de agosto del 2004 y un mínimo de 21.2°C en diciembre de 2010.

Históricamente (1988-2013) el mes más caliente es agosto en donde se registra un promedio de temperaturas medias de 29.6°C y el mes más frío es enero con un valor mínimo de 14°C (en 2016). Enero, febrero y diciembre son los meses en que se presentan las temperaturas medias más bajas, y julio y agosto cuando se registran las más altas

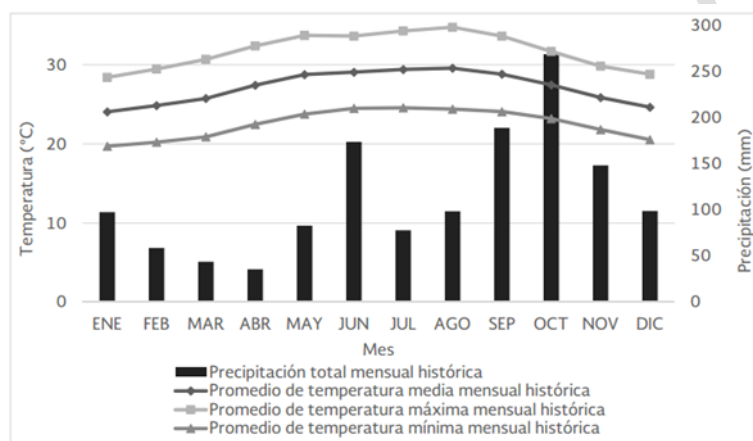
## a.3. Precipitación media anual

Según la carta de precipitación media anual del INEGI, la microcuenca se ubica en una zona que presenta un rango de precipitación que va desde los 1000 a los 1300 mm anuales (ver plano de la página siguiente). Sin embargo, de 1988 al 2013, el promedio anual de precipitación fue de 1,294.3 mm, siendo el 2013 el año más lluvioso con una precipitación total anual de 2,622.6 mm y 1990 el menos con 293.9 mm (Figura 5.10). Se observa que de 1988 a 1990 existe una disminución en la precipitación; de 1991 al 2004 hay una estabilidad semejante en los valores de precipitación, y a partir de 2005 hasta 2013 se registran valores un poco más variables.

En cuanto a la precipitación mensual se tiene que históricamente (1988-2013) abril es el mes en que menos llueve y octubre cuando frecuentemente se registra mayor precipitación. Observando el mapa de precipitación media histórica del periodo 1991-2013, coincide abril como el mes en que se registran valores más bajos de precipitación, pero también se encuentra marzo, así mismo durante junio, septiembre y octubre se registran las precipitaciones medias más abundantes y durante el resto del año se muestran valores medios de precipitación. En ocho meses del año llueve 100 mm o menos al mes, y solo en junio, septiembre, octubre y noviembre llueve por encima de los 100 mm en promedio.



Al analizar el climograma que presenta la precipitación y la temperatura se puede decir que la microcuenca no presenta meses secos. De acuerdo al índice de Gaussen que expresa que cuando la precipitación es mayor que el doble de la temperatura media, no se considera un mes seco. Para el caso de la microcuenca, en ningún mes del año los valores de la precipitación se encuentran por debajo del doble de las temperaturas medias, por lo que se deduce que no existe sequía de acuerdo a este índice (ver gráfico siguiente).



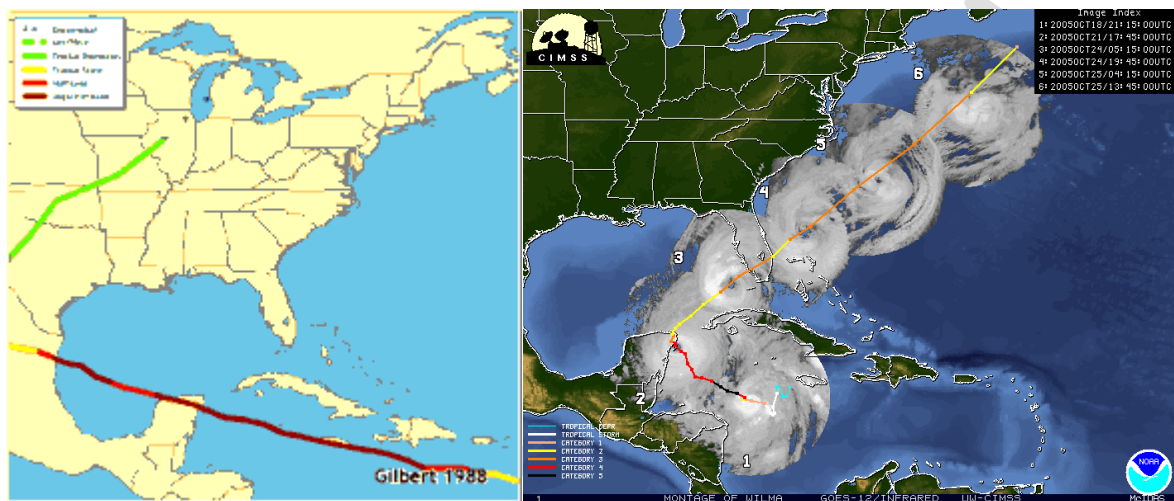
#### a.4. Vientos dominantes

En el sistema ambiental, 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. 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".

#### a.5. Intemperismos severos

La microcuenca, por su ubicación geográfica, se encuentra en una zona de elevado riesgo a los efectos de eventos hidrometeorológicos de gran intensidad ya que se localizan en la ruta de ciclones cuyo origen son las zonas ciclogénicas del Caribe (alrededor de los 13 grados latitud norte y 65 grados longitud oeste) y sur de las islas Cabo Verde (cerca de los 12 grados latitud norte y 57 grados longitud oeste).

En los últimos 25 años en el Atlántico se han generado 497 eventos ciclónicos (depresiones, tormentas y huracanes) de los cuales 13 han afectado directamente la zona norte de Quintana Roo, y por ende, en la microcuenca, y dos de ellos han sido considerados de grandes magnitudes y devastadores para la zona de estudio; dichos eventos corresponden a Gilberto en 1988 y Wilma en 2005.



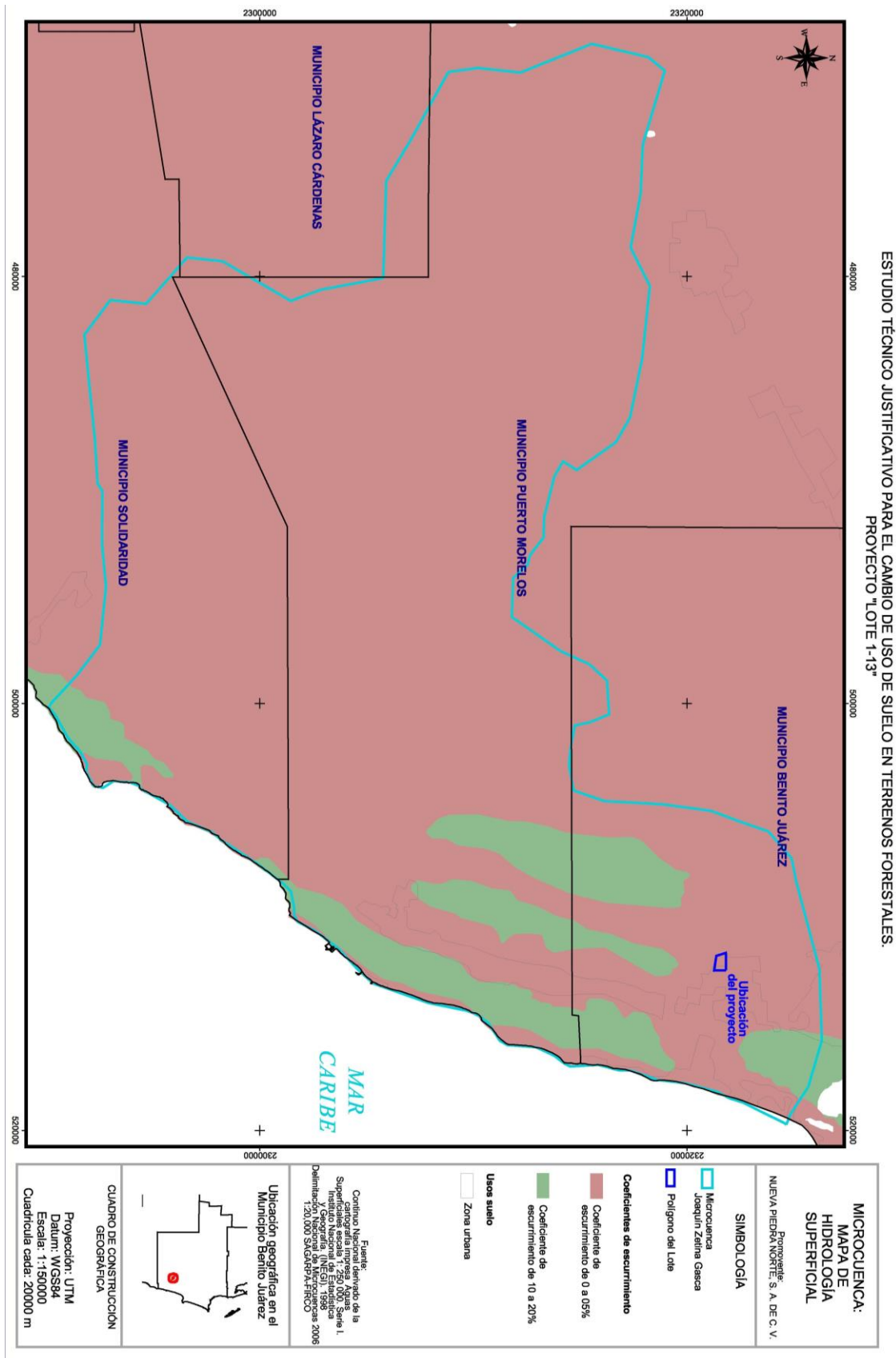
A la izquierda se muestra la imagen de la trayectoria del huracán Gilberto en Septiembre-1988 ([www.nhc.noaa.gov](http://www.nhc.noaa.gov)). Derecha Imagen de la trayectoria del huracán Wilma en Octubre-2005 ([www.nhc.noaa.gov](http://www.nhc.noaa.gov)).

#### a.6. Intemperismos no severos

Los nortes, otros fenómenos atmosféricos de ocurrencia en el sistema ambiental, son masas de aire polar que resultan durante el otoño y el invierno, provocando el descenso de la temperatura, precipitaciones intensas y fuertes vientos que en ocasiones alcanzan velocidades de hasta 90 kilómetros por hora. Su intensidad es capaz provocar cambios en la fisiografía de la playa así como derribar árboles tierra adentro.

#### a.7. Hidrología

La microcuenca se caracteriza por la carencia de corrientes superficiales de agua debido a la naturaleza cárstica del terreno y al relieve ligeramente plano que presenta alta permeabilidad. Al no existir flujos superficiales permanentes, la porción del agua pluvial que no se pierde por evapotranspiración, se infiltra al suelo, produciendo una saturación de las capas superficiales y por consiguiente su incorporación al acuífero subterráneo. La microcuenca se encuentra en una zona que presenta un coeficiente de escurrimiento de 0 a 5% en casi toda su superficie; sin embargo algunas pequeñas porciones de terreno se ubican dentro de una zona con coeficiente de escurrimiento de 10 a 20%, ubicadas particularmente en las zonas costeras o cercanas a esta (ver plano de la página siguiente).



Por otra parte, según la carta de hidrología subterránea (INEGI, escala 1:250000), la microcuenca se localiza en una zona que presenta material consolidado con posibilidades altas de funcionar como acuífero en casi toda su superficie, a excepción de las zonas que se encuentran en la costa o cercana a esta, en donde se presenta material no consolidado con posibilidades bajas de funcionar como acuífero (ver plano de la página 11).

Por otra parte, de acuerdo con la carta hidrológica de aguas superficiales de INEGI, la microcuenca pertenece a la Región Hidrológica 32, Yucatán Norte (ver plano de la página 12); en donde el escurrimiento superficial es mínimo y la infiltración es alta; en la porción continental existen numerosos cenotes y aguadas.

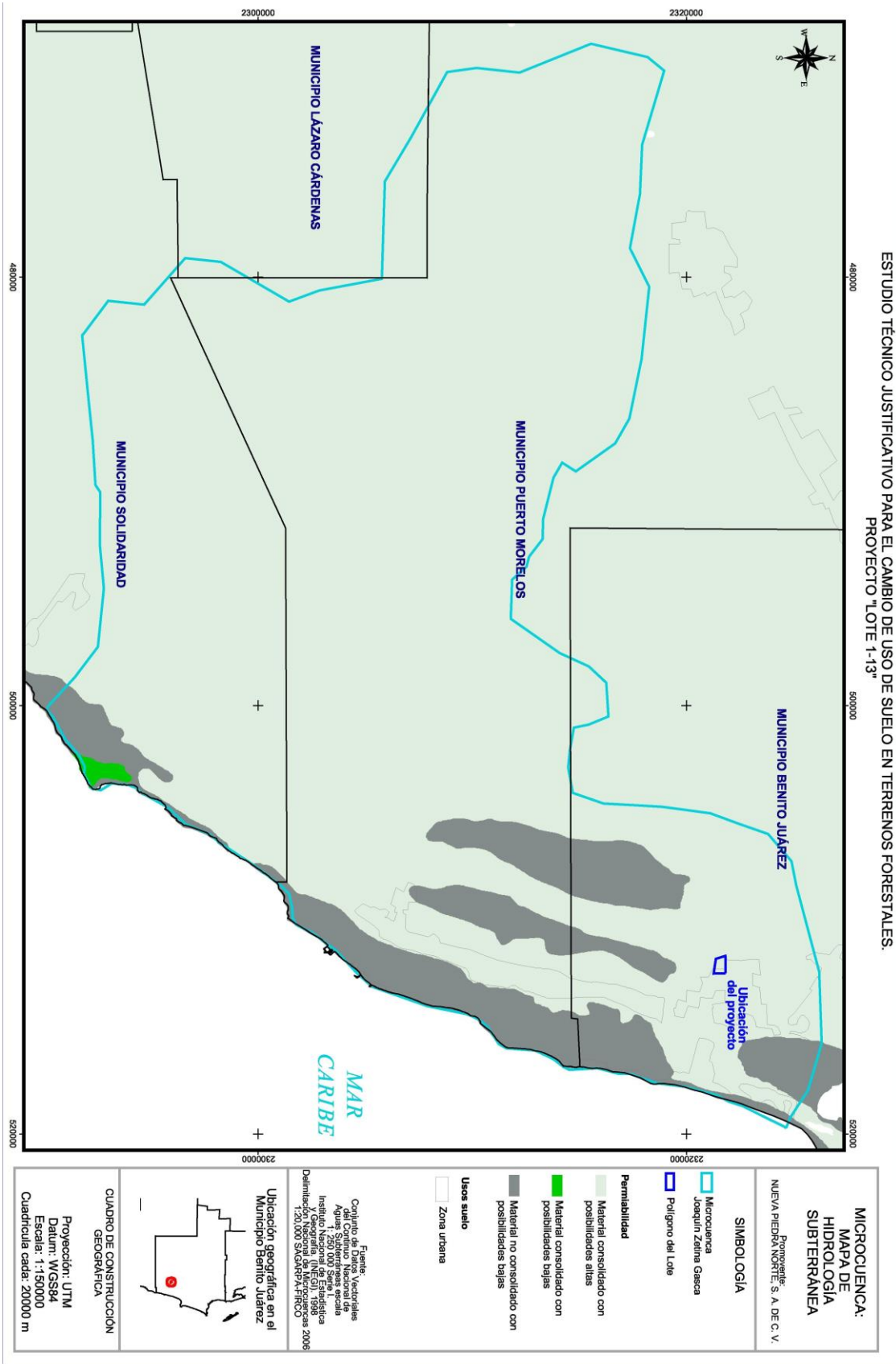
#### **a.8. Fisiografía**

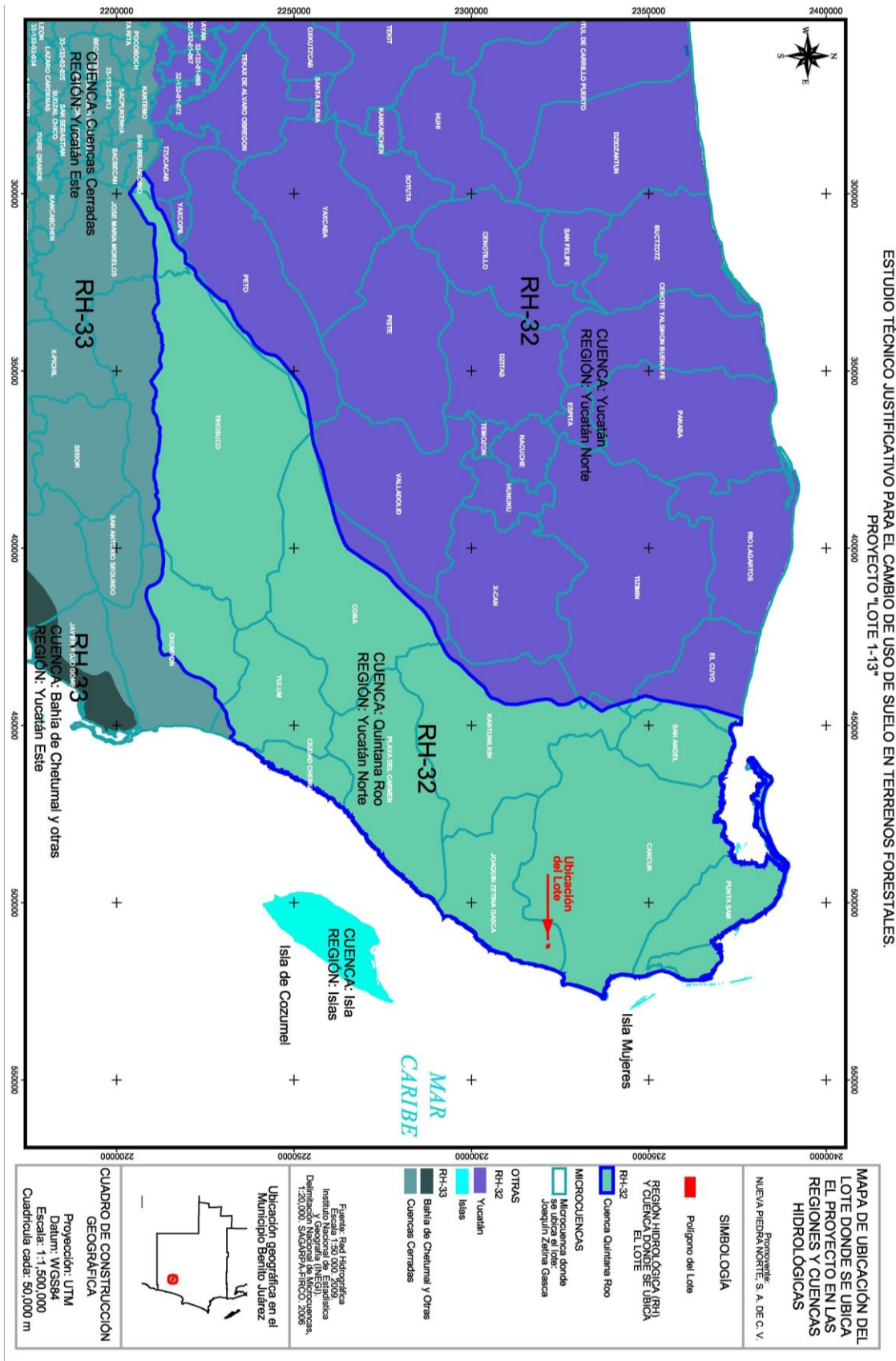
El sistema ambiental se alberga dentro de una gran provincia fisiográfica denominada Península de Yucatán. La mayor parte de esta provincia está constituida por estratos calizos más o menos horizontales que hacen de ella una región relativamente plana, cuyas mayores alturas se acercan a los 300 msnm hacia el centro de la península cerca del límite con Campeche y en la parte suroeste del estado extendiéndose esta zona con dirección aproximada Norte-Sur.

En términos de subprovincias fisiográficas; el área de estudio se localiza en la subprovincia denominada Carso Yucateco que abarca las porciones Centro y Norte del estado. Dentro de sus características, podemos mencionar que dicha subprovincia está formada en una losa calcárea cuya topografía se caracteriza por la presencia de carsticidad, ligera pendiente descendente hacia el Este y hacia el Norte hasta el nivel del mar; con un relieve ondulado en el que se alternan crestas y depresiones; con elevaciones máximas de 22 m en su parte Suroeste (ver plano de la página 13).

#### **a.9. Geología**

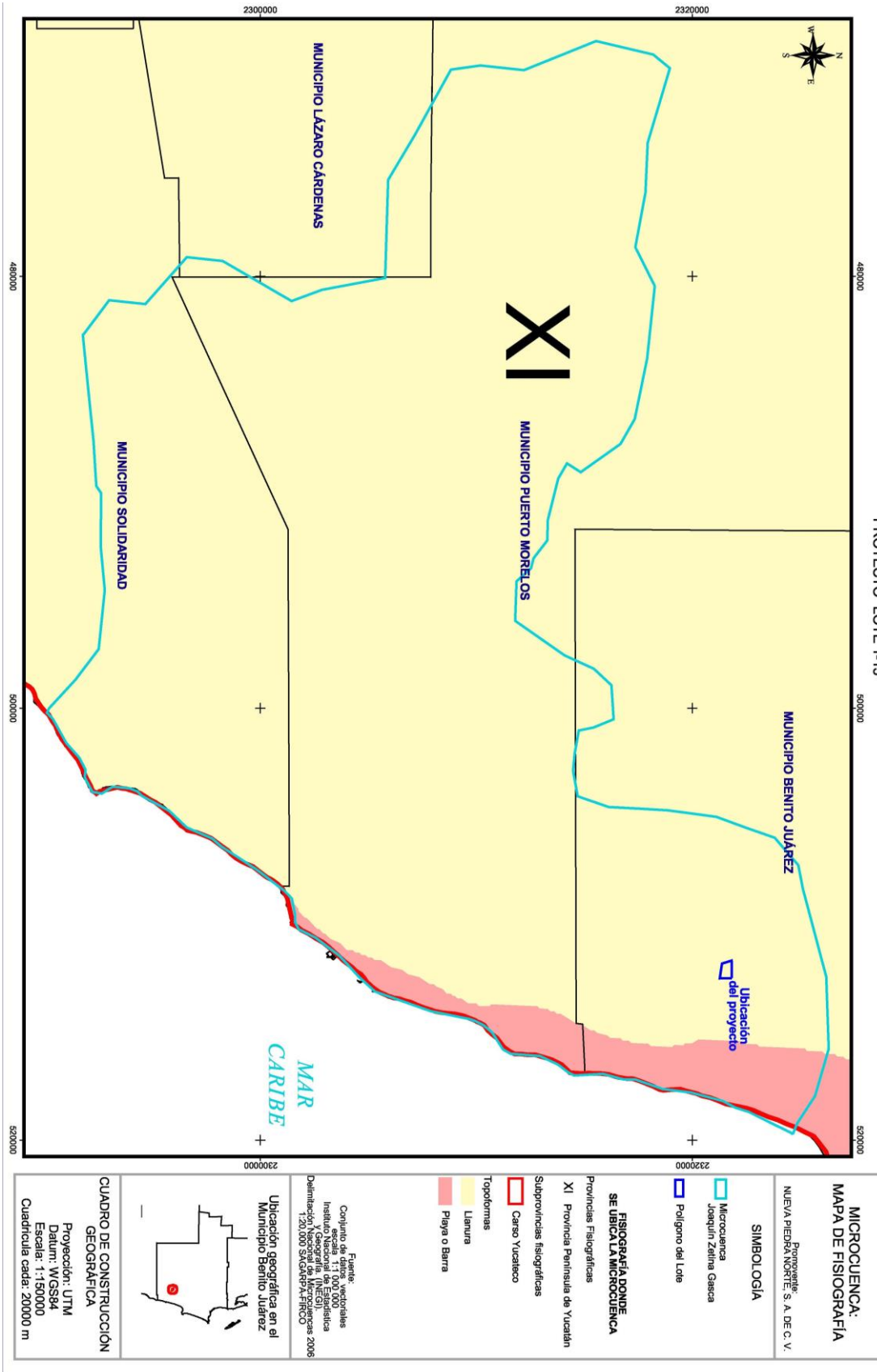
La microcuenca, por sus características geológicas, se define como una estructura relativamente joven, de origen sedimentario con formaciones rocosas sobre las cuales se han depositado arenas y estructuras de origen orgánico marino que han dado forma a una losa caliza consolidada con fracciones en proceso de consolidación.







ESTUDIO TÉCNICO JUSTIFICATIVO PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES.  
PROYECTO "LOTE 1-13"



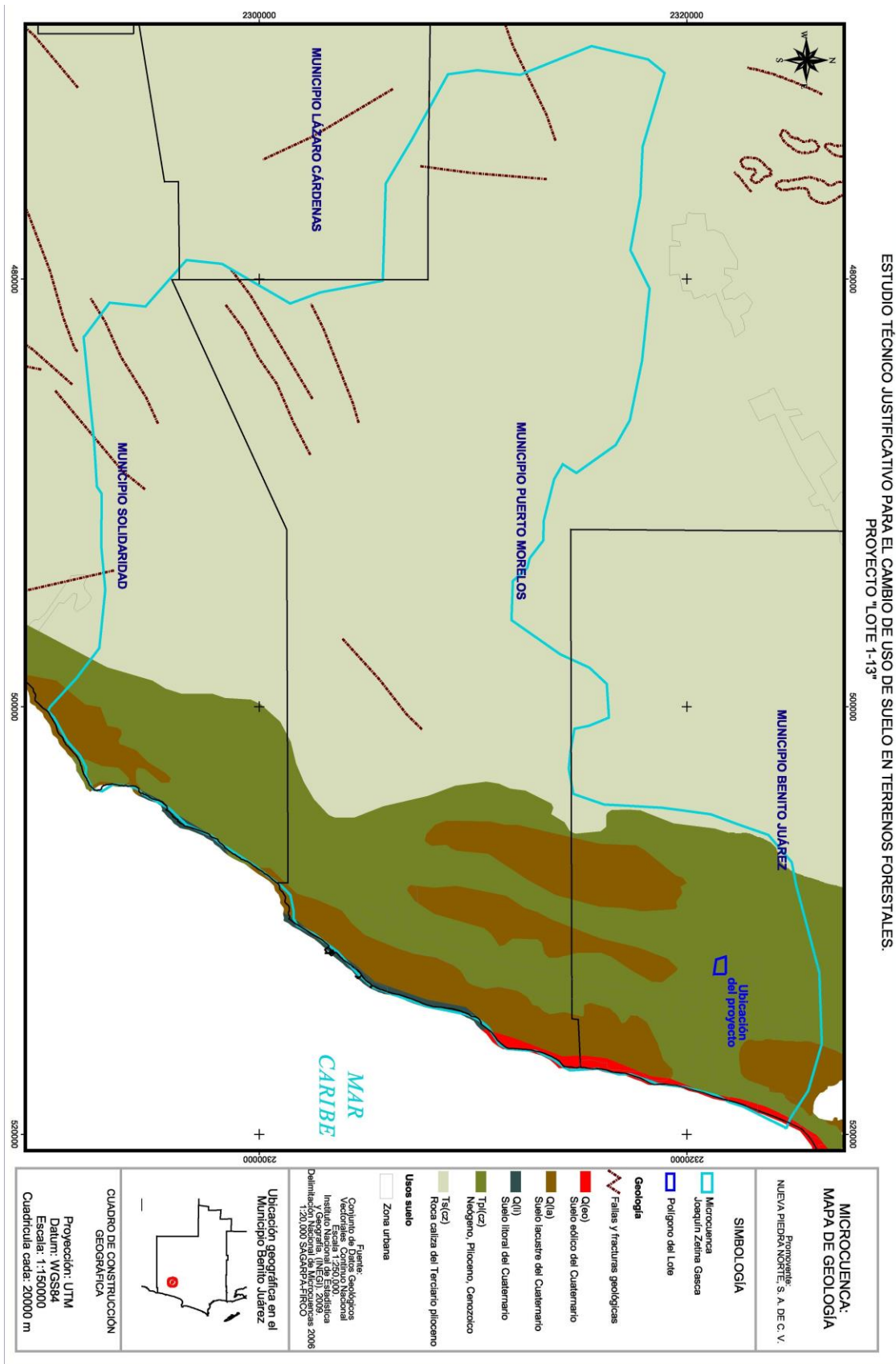
Las unidades litológicas están compuestas por rocas sedimentarias originadas desde el Terciario Superior (Ts) o Sistema Neógeno hasta el Cuaternario (Q), encontrándose que las rocas más antiguas son calizas dolomitizadas, silicificadas y recristalizadas, de coloración clara y con delgadas intercalaciones de margas y yeso. El lecho rocoso calizo es de la Era Terciaria (Plioceno, Mioceno); debido a la estructura calcárea de la plataforma no existen corrientes acuáticas superficiales, filtrándose el agua formando un manto freático de poca profundidad, lo que provoca un paisaje subterráneo característico del ambiente kárstico, compuesto por grutas, corrientes subterráneas y cenotes (Weidie 1985).

El sistema ambiental se encuentra integrado por unidades litológicas de tipo lacustre (5.58%). A continuación se describen las unidades geológicas presentes en el sistema ambiental (ver plano de la página siguiente).

*Roca sedimentaria caliza: Tpl (cz).*- esta unidad se presenta en forma de franjas cercanas al litoral, por lo que presenta gran cantidad de fragmentos de conchas, corales y esponjas. Estas rocas calizas están formadas por un cuerpo masivo coquinífero, poco compacto, denominado localmente como “sascab” que se encuentra cubierto por calizas laminares dispuestas en capas delgadas y medianas con un echado horizontal. Su ambiente de depósito es de plataforma de aguas poco profundas y su relieve es de lomeríos de poca elevación paralelos a la línea de costa.

*Suelo Lacustre del Cuaternario: Q(la).*- esta unidad se presenta en forma de franjas paralelas al litoral, está formada por lodos calcáreos, arcillas y arenas acumuladas en lagunas someras que se comunican con el mar a través de canales de marea y se encuentran separadas por un cordón litoral. Por su relieve corresponde a planicies inundables.

*Roca caliza del Terciario plioceno: Ts (cz).*- está formada en su parte inferior por un cuerpo masivo coquinífero, poco compacto, cubierto por calizas laminares con estratificación cruzada que presenta dos buzamientos diferentes con ángulos distintos de inclinación. Estas calizas de texturas ooespatíticas, bioespatíticas y bioesparrudíticas, están formadas por fragmentos de conchas de pelecípodos y gasterópodos y por algunos restos de corales y esponjas. Su parte superior está conformada por calizas de textura ooespatita, bioespatita y biomicrita, dispuesta en capas delgadas y medianas de color blanco, con un echado horizontal.



### a.10. Edafología

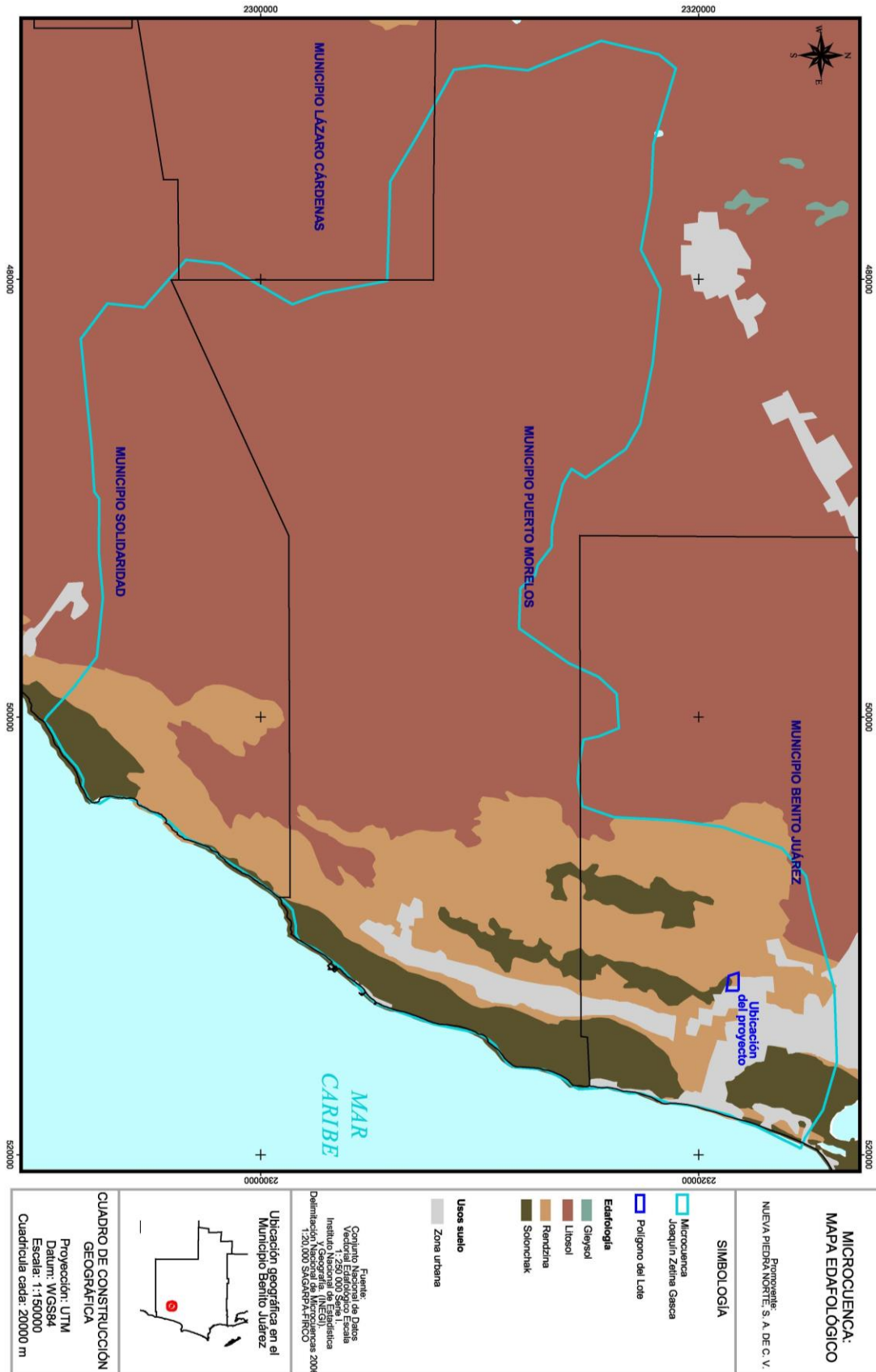
El origen geológico de la Península de Yucatán es reciente y se compone de rocas sedimentarias producto de la acción del clima sobre los estratos geológicos, así las rocas calizas afectadas por las altas temperaturas y la gran cantidad de agua de lluvia, han generado suelos denominados rendzinas, que son los que cubren la mayor parte del Estado de Quintana Roo.

La descripción de los grupos edáficos identificados en la microcuenca (ver plano de la página siguiente), va de lo general a lo particular, considerando que cada uno se encuentra compuesto por dos o más unidades o subunidades de suelo, cuya mezcla provee de características particulares a cada grupo (Fuente: INEGI, Banco de Información sobre Perfiles de Suelo, versión 1.0).

#### ▸ *Unidades y subunidades de suelo identificadas en la microcuenca*

*Unidad Rendzina (símbolo: E)*, del polaco rzedzic: ruido; connotativo de suelos someros que producen ruido con el arado por su pedregosidad. Son suelos con menos de 50 cm de espesor que están encima de rocas duras ricas en cal. La capa superficial es algo gruesa, oscura y rica en materia orgánica, y nutrientes. Se caracterizan por tener una capa superficial abundante en materia orgánica y muy fértil que descansa sobre roca caliza o materiales ricos en cal. Generalmente las rendzinas son suelos arcillosos y poco profundos (por debajo de los 25 cm) pero llegan a soportar vegetación de selva alta perennifolia. Si se desmontan se pueden usar en la ganadería con rendimientos bajos a moderados pero con gran peligro de erosión en laderas y lomas. El uso forestal de estos suelos depende de la vegetación que presenten. Son moderadamente susceptibles a la erosión y no tienen subunidades.

*Unidad Litosol (símbolo: l)*, del griego lithos: piedra; literalmente, suelo de piedra. Son suelos muy delgados, su espesor es menor a 10 cm, y descansa sobre un estrato duro y continuo, tal como roca, tepetate o caliche. Son los suelos más abundantes del país pues ocupan 22 de cada 100 hectáreas de suelo. Se encuentran en todos los climas y con muy diversos tipos de vegetación. Su fertilidad natural y la susceptibilidad a la erosión son muy variables dependiendo de otros factores ambientales. El uso de estos suelos depende principalmente de la vegetación que los cubre. En bosques y selvas su uso es forestal; cuando hay matorrales o pastizales se puede llevar a cabo un pastoreo más o menos limitado y en algunos casos se destinan a la agricultura, en especial al cultivo de maíz o el nopal, condicionado a la presencia de suficiente agua. No tiene subunidades.



*Solonchak* (símbolo: Z). Del ruso sol: sal; literalmente suelos salinos. Se presentan en zonas donde se acumula el salitre, tales como lagunas costeras y lechos de lagos, o en las partes más bajas de los valles y llanos de las regiones secas del país. Tienen alto contenido de sales en todo o alguna parte del suelo. La vegetación típica para este tipo de suelos es el pastizal u otras plantas que toleran el exceso de sal (halófilas). Su empleo agrícola se halla limitado a cultivos resistentes a sales o donde se ha disminuido la concentración de salitre por medio del lavado del suelo. Su uso pecuario depende del tipo de pastizal pero con rendimientos bajos. Son suelos alcalinos con alto contenido de sales en alguna capa a menos de 125 cm de profundidad.

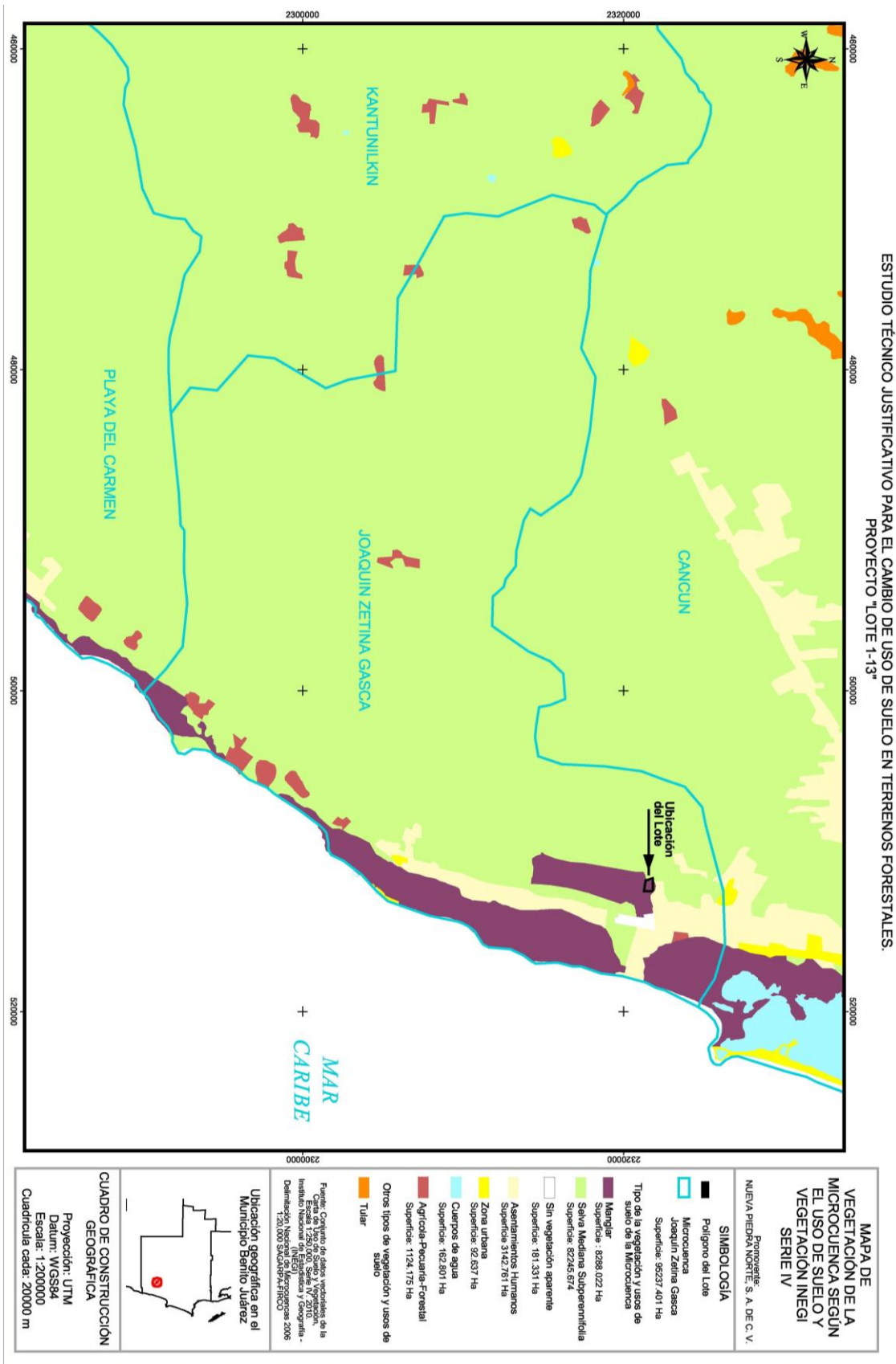
## **b. Medio biótico**

### **b.1. Vegetación a nivel de la microcuenca**

Como fuente oficial podemos citar que de acuerdo con la carta de uso de suelo y vegetación (serie IV, escala 1:250000), en la microcuenca es posible observar dos tipos de vegetación: Selva mediana subperennifolia y Manglar; y entre los usos de suelo identificados observamos zonas urbanas y asentamientos humanos (zona urbana), así como áreas agrícola-pecuaria-forestales; tal como se observa en el plano de la página siguiente. A continuación se describen los principales tipo de vegetación identificados de acuerdo con la carta de uso de suelo y vegetación del INEGI.

#### **▸ Selva Mediana Subperennifolia (SMQ)**

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 1000 a 1600 mm. Se le puede localizar 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. Sus árboles de esta comunidad, al igual que los de la selva alta perennifolia, tienen contrafuertes y por lo general poseen muchas epífitas y lianas. Los árboles tienen una altura media de 25 a 35 m, alcanzando un diámetro a la altura del pecho 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.



Especies importantes en Selva mediana subperennifolia: *Lysiloma latisiliquum*, *Brosimum malicastrum* (ox, ramón, capomo), *Bursera simaruba* (chaka', palo mulato, jiote, copal), *Manilkara zapota* (ya', zapote, chicozapote), *Lysiloma* spp. (tsalam, guaje, tepeguaje), *Vitex gaumeri* (ya'axnik), *Bucida buceras* (pukte'), *Alseis yucatanensis* (Ua'asché), *Carpodiptera floribunda*. En las riberas de los ríos se nota a *Pachira aquatica* (k'uiche'). Las epífitas más comunes son algunos helechos y musgos, abundantes orquídeas y bromeliáceas y aráceas

#### ▸ *Manglar (VM)*

Es una comunidad densa, dominada principalmente por un grupo de especies arbóreas cuya altura es de 3 a 5 m, pudiendo alcanzar hasta los 30 m. Una característica que presenta los mangles son sus raíces en forma de zancos, cuya adaptación le permite estar en contacto directo con el agua salobre, sin ser necesariamente plantas halófitas. Se desarrolla en zonas bajas y fangosas de las costas, en lagunas, esteros y estuarios de los ríos. La composición florística que lo forman son el mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle salado (*Avicennia germinans*), mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*). Una característica importante que presenta la madera de mangle es la resistencia a la putrefacción. Pero quizá el uso más importante que presenta el manglar es el albergue de muchas especies de invertebrados como los moluscos y crustáceos, destacando el camarón y el ostión cuyo valor alimenticio y económico es alto.

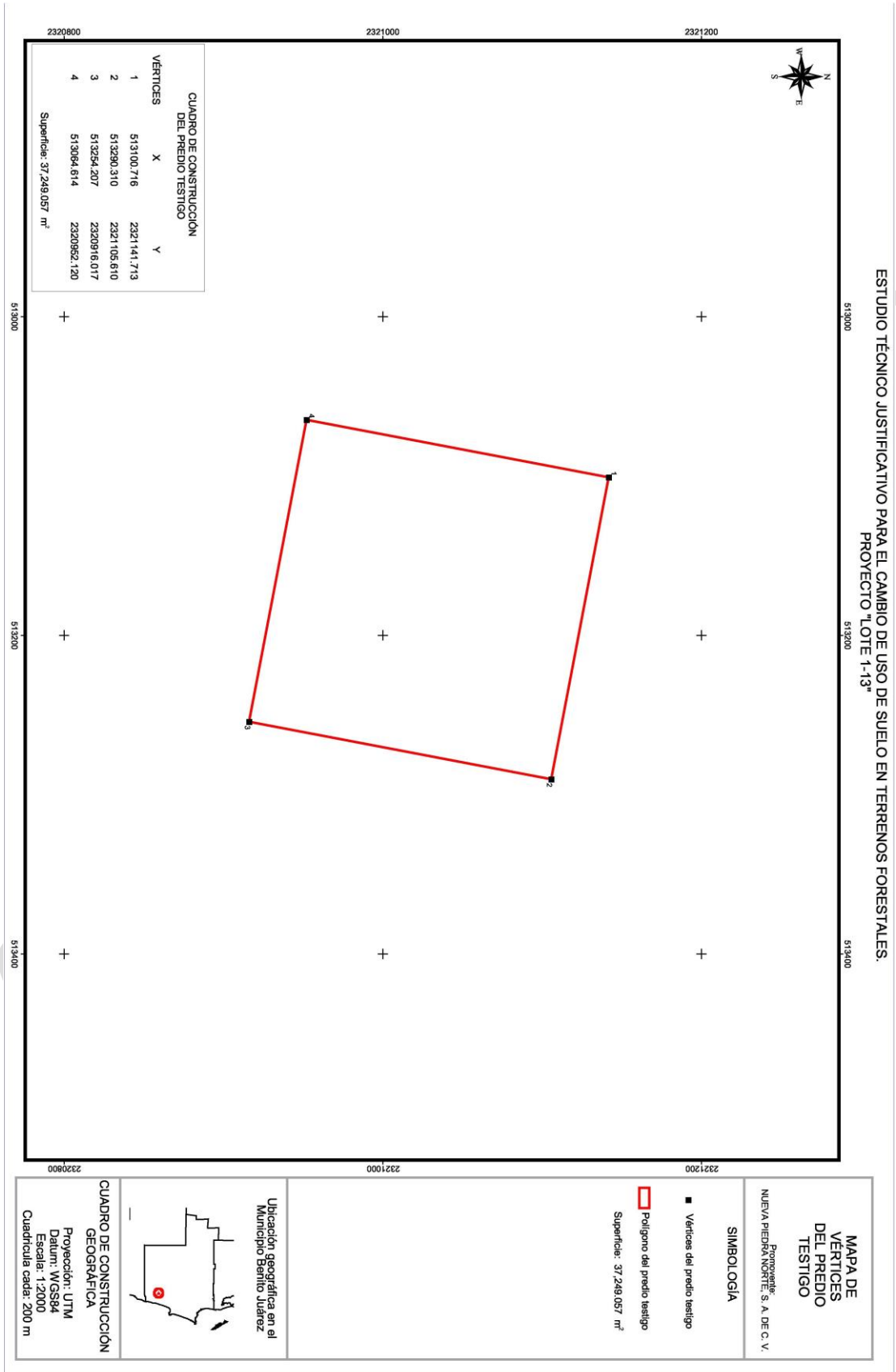
### **b.2. Vegetación a nivel del predio testigo**

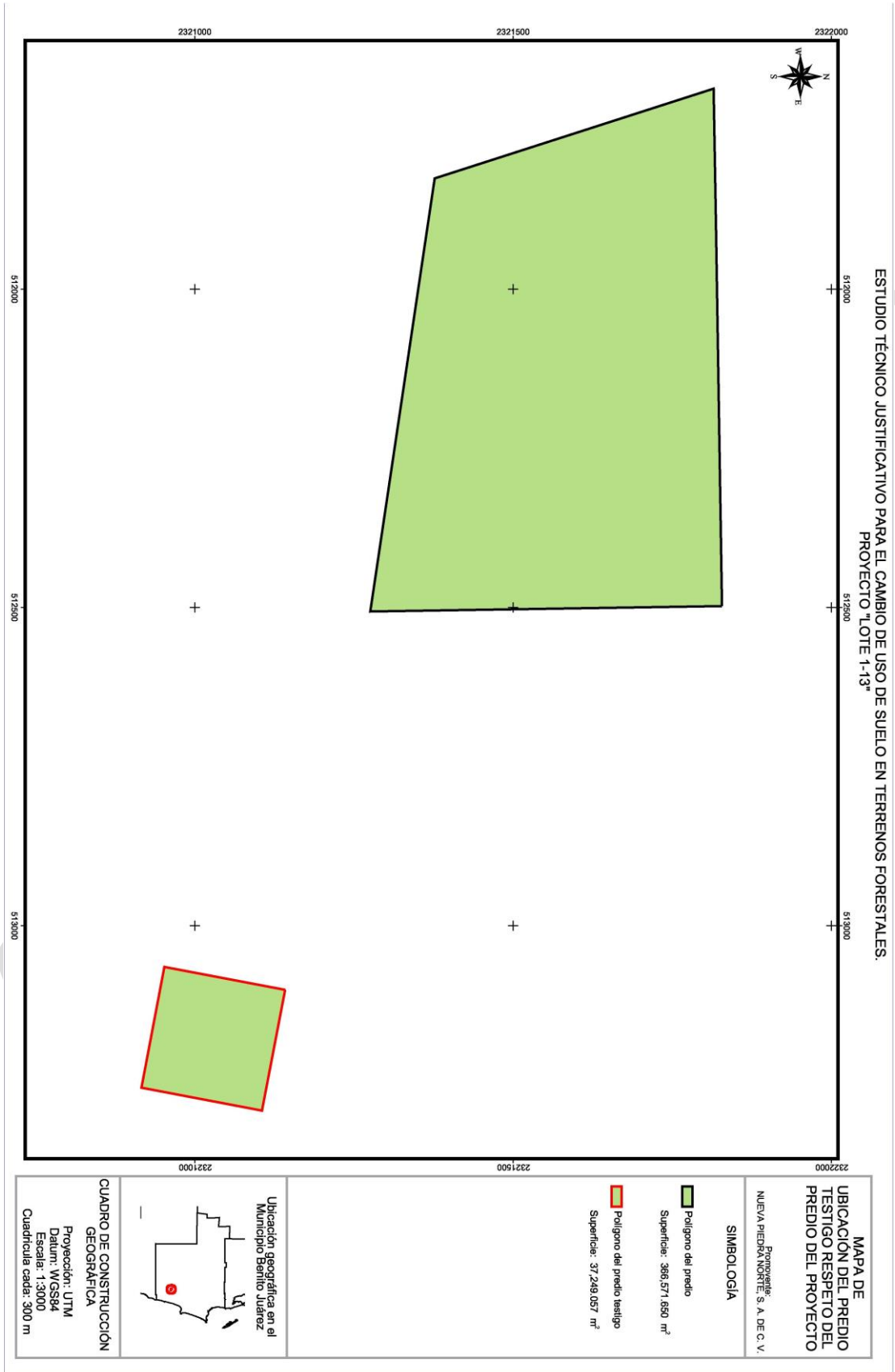
Considerando que el cambio de uso de suelo propuesto afectará vegetación de Selva baja subcaducifolia, a continuación se presenta un análisis de la estructura y composición de un ecosistema similar dentro de la unidad de análisis o sistema ambiental delimitado, que para fines del presente estudio se denominará como el predio testigo; tal como se describe a continuación.

#### **b.2.1. Delimitación del área de estudio**

Para poder determinar la estructura y composición de la flora en un ecosistema similar al que será afectado con el cambio de uso de suelo, se seleccionó como área de estudio o predio testigo, un polígono con vegetación forestal ubicado al Sur del predio del proyecto, el cual cuenta con una superficie de 37,249 m<sup>2</sup> (3.72 ha); ya que dicha superficie se ubica en la misma microcuenca y posee el mismo ecosistema que aquel que se desarrolla dentro de la superficie de aprovechamiento, a saber, Selva baja subcaducifolia (ver planos de las páginas siguientes).







En la siguiente tabla se presentan las coordenadas que conforman el polígono estudiado dentro de la microcuenca, y que se propone como la unidad testigo del ecosistema que será afectado con el cambio de uso de suelo propuesto.

SITIOS DE MUESTREO		
VÉRTICES	X	Y
1	513100.7169	2321141.7132
2	513290.3100	2321105.6100
3	513254.2068	2320916.0169
4	513064.6136	2320952.1201
<b>SUPERFICIE: 37,249 m<sup>2</sup></b>		

### b.2.2. Metodología del inventario

Dentro del polígono antes referido, se llevó a cabo un inventario forestal a través de un censo que incluyó la totalidad de los ejemplares con DAP (diámetro a la altural del pecho a 1.30 mts del suelo) igual o mayor a 10 cm, considerado como el estrato arbóreo; y la totalidad de los individuos con DAP menor a 10 cm pero mayor a 5 cm, considerado como el estrato arbustivo. Para el caso del estrato herbáceo (regeneración natural del ecosistema) se establecieron 37 sitios o parcelas de muestreo, al azar, con dimensiones de 1.5 m x 1.5 m (2.25 m<sup>2</sup> de superficie por sitio).

### b.2.3. Resultados del inventario (composición de la vegetación)

A continuación se presenta la composición florística de las especies que fueron registradas en los sitios de muestreo, a nivel de todo el ecosistema y por cada estrato de la vegetación.

#### ▀ A nivel de ecosistema

FAMILIAS	ESPECIES	NOMBRE COMÚN
Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i>	Chechem
Annonaceae	<i>Malmea depressa</i>	Elemuy
Apocynaceae	<i>Plumeria rubra</i>	Flor de mayo
Apocynaceae	<i>Thevetia gaumeri</i>	Akits
Araliaceae	<i>Dendropanax arboreus</i>	Chechen blanco
Arecaceae	<i>Thrinax radiata</i>	Chit
Boraginaceae	<i>Cordia gerascanthus</i>	Bojon
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Chaca
Ebenaceae	<i>Diospyros cuneata</i>	Silil

FAMILIAS	ESPECIES	NOMBRE COMÚN
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum confusum</i>	Choo-che
Euphorbiaceae	<i>Croton glabellus</i>	Perezcutz
Euphorbiaceae	<i>Croton reflexifollus</i>	Peerez-cutz
Euphorbiaceae	<i>Gymnanthes lucida</i>	Yayte
Euphorbiaceae	<i>Jatropha gaumeri</i>	Pomolche
Fabaceae	<i>Acacia cornigera</i>	Subín
Fabaceae	<i>Acacia gaumeri</i>	Catzin
Fabaceae	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitanche
Fabaceae	<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	Paamul
Fabaceae	<i>Gliricidia sepium</i>	Cacaoche
Fabaceae	<i>Haematoxylum campechianum</i>	Palo tinto
Fabaceae	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Canasín
Fabaceae	<i>Lonchocarpus xuul</i>	Xuul
Fabaceae	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tzalam
Fabaceae	<i>Piscidia piscipula</i>	Jabin
Fabaceae	<i>Swartzia cubensis</i>	Catalox
Icacinaceae	<i>Ottoschulzia pallida</i>	Uvasché
Lamiaceae	<i>Vitex gaumeri</i>	Yaxnik
Lauraceae	<i>Nectandra coriacea</i>	Laurelillo
Malpighiaceae	<i>Byrsonima bucidaefolia</i>	Sac pah
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Pixoy
Malvaceae	<i>Hampea trilobata</i>	Majagua
Malvaceae	<i>Malvaviscus arboreus</i>	Tulipancillo
Moraceae	<i>Ficus cotinifolia</i>	Higgo copo
Moraceae	<i>Ficus padifolia</i>	Higuera
Myrtaceae	<i>Myrcianthes fragrans</i>	Guayabillo
Nolinaceae	<i>Beaucarnea pliabilis</i>	Despeinada
Poaceae	<i>Distichlis spicata</i>	Xbaakel ak'
Polygonaceae	<i>Coccoloba barbadensis</i>	Sac boob
Polygonaceae	<i>Coccoloba spicata</i>	Boob
Polygonaceae	<i>Gymnopodium floribundum</i>	Tzitzilche
Rubiaceae	<i>Randia longiloba</i>	Cruceta
Rutaceae	<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	Naranjillo
Salicaceae	<i>Zuelania guidonia</i>	Tamay
Sapindaceae	<i>Thouinia paucidentata</i>	Canchunub
Sapotaceae	<i>Manilkara zapota</i>	Zapote
Verbenaceae	<i>Callicarpa acuminata</i>	Pimientillo
Verbenaceae	<i>Lantana involucrata</i>	Orégano de monte

De acuerdo con el inventario forestal realizado dentro del predio testigo, a nivel de todo el ecosistema se constató la existencia de 47 especies de flora silvestre, distribuidas en

27 familias botánicas, de las cuales destaca la familia Fabaceae con el mayor número de registros (11 en total); seguida de la familia Euphorbiaceae con 4 registros; y finalmente las familias Malvaceae y Polygonaceae con 3 registros cada una; el resto de las familias se encuentran representadas por dos o menos especies.

#### ▀ A nivel del estrato arbóreo

FAMILIAS	ESPECIES	NOMBRE COMÚN
Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i>	Chechem
Apocynaceae	<i>Plumeria rubra</i>	Flor de mayo
Apocynaceae	<i>Thevetia gaumeri</i>	Akits
Areaceae	<i>Thrinax radiata</i>	Chit
Boraginaceae	<i>Cordia gerascanthus</i>	Bojon
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Chaca
Ebenaceae	<i>Diospyros cuneata</i>	Silil
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum confusum</i>	Choo-che
Euphorbiaceae	<i>Croton reflexifollus</i>	Peerez-cutz
Euphorbiaceae	<i>Gymnanthes lucida</i>	Yayte
Euphorbiaceae	<i>Jatropha gaumeri</i>	Pomolche
Fabaceae	<i>Acacia gaumeri</i>	Catzin
Fabaceae	<i>Gliricidia sepium</i>	Cacaoche
Fabaceae	<i>Haematoxylum campechianum</i>	Palo tinto
Fabaceae	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Canasín
Fabaceae	<i>Lonchocarpus xuul</i>	Xuul
Fabaceae	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tzalam
Fabaceae	<i>Piscidia piscipula</i>	Jabin
Icacinaceae	<i>Ottoschulzia pallida</i>	Uvasché
Lamiaceae	<i>Vitex gaumeri</i>	Yaxnik
Malpighiaceae	<i>Byrsonima bucidaefolia</i>	Sac pah
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Pixoy
Moraceae	<i>Ficus cotinifolia</i>	Higgo copo
Moraceae	<i>Ficus padifolia</i>	Higuera
Myrtaceae	<i>Myrcianthes fragrans</i>	Guayabillo
Polygonaceae	<i>Coccoloba barbadensis</i>	Sac boob
Polygonaceae	<i>Coccoloba spicata</i>	Boob
Polygonaceae	<i>Gymnopodium floribundum</i>	Tzitzilche
Rubiaceae	<i>Randia longiloba</i>	Cruceta
Rutaceae	<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	Naranjillo
Salicaceae	<i>Zuelania guidonia</i>	Tamay
Sapindaceae	<i>Thouinia paucidentata</i>	Canchunub
Sapotaceae	<i>Manilkara zapota</i>	Zapote

A nivel del estrato arbóreo, conforme a lo presentado en la tabla que antecede, se constató la existencia de 33 especies de flora silvestre, distribuidas en 21 familias, de las cuales destaca la familia Fabaceae con el mayor número de registros (7 en total); seguida

de las familias Euphorbiaceae y Polygonaceae con 3 registros cada una; y finalmente las familias Apocynaceae y Moraceae con 2 registros cada una; el resto de las familias se encuentran representadas por una sola especie.

► **A nivel del estrato arbustivo**

FAMILIAS	ESPECIES	NOMBRE COMÚN
Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i>	Chechem
Annonaceae	<i>Malmea depressa</i>	Elemuy
Apocynaceae	<i>Plumeria rubra</i>	Flor de mayo
Apocynaceae	<i>Thevetia gaumeri</i>	Akitz
Araliaceae	<i>Dendropanax arboreus</i>	Chechen blanco
Arecaceae	<i>Thrinax radiata</i>	Chit
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Chaca
Ebenaceae	<i>Diospyros cuneata</i>	Silil
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum confusum</i>	Choo-che
Euphorbiaceae	<i>Croton glabellus</i>	Perezcutz
Euphorbiaceae	<i>Croton reflexifollus</i>	Peerez-cutz
Euphorbiaceae	<i>Gymnanthes lucida</i>	Yayte
Euphorbiaceae	<i>Jatropha gaumeri</i>	Plomoche
Fabaceae	<i>Acacia cornijera</i>	Subín
Fabaceae	<i>Acacia gaumeri</i>	Catzín
Fabaceae	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitanche
Fabaceae	<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	Paamul
Fabaceae	<i>Gliricidia sepium</i>	Cacaoche
Fabaceae	<i>Haematoxylum campechianum</i>	Palo tinto
Fabaceae	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Canazin
Fabaceae	<i>Lonchocarpus xuul</i>	Xuul
Fabaceae	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tzalam
Fabaceae	<i>Piscidia piscipula</i>	Jabin
Fabaceae	<i>Swartzia cubensis</i>	Catalox
Icacinaceae	<i>Ottoschulzia pallida</i>	Uvasché
Lamiaceae	<i>Vitex gaumeri</i>	Yaxnik
Lauraceae	<i>Nectandra coriacea</i>	Laurelillo
Malpighiaceae	<i>Byrsonima bucidaefolia</i>	Sacpah
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Pixoy
Malvaceae	<i>Hampea trilobata</i>	Majagua
Moraceae	<i>Ficus padifolia</i>	Amatillo
Myrtaceae	<i>Myrcianthes fragrans</i>	Guayabillo
Nolinaceae	<i>Beaucarnea pliabilis</i>	Despeinada
Polygonaceae	<i>Coccoloba barbadensis</i>	Sac-bob

FAMILIAS	ESPECIES	NOMBRE COMÚN
Polygonaceae	<i>Coccoloba spicata</i>	Boob
Polygonaceae	<i>Gymnopodium floribundum</i>	Tzitzilche
Rubiaceae	<i>Randia longiloba</i>	Cruceta
Rutaceae	<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	Naranjillo
Sapindaceae	<i>Thouinia paucidentata</i>	Canchunub
Sapotaceae	<i>Manilkara zapota</i>	Zapote
Verbenaceae	<i>Callicarpa acuminata</i>	Pimientillo
Verbenaceae	<i>Lantana involucrata</i>	Orégano de monte

A nivel del estrato arbustivo, conforme a lo presentado en la tabla que antecede, se constató la existencia de 42 especies de flora silvestre, distribuidas en 24 familias, de las cuales destaca la familia Fabaceae con el mayor número de registros (11 en total); seguida de las familias Euphorbiaceae y Polygonaceae con 3 registros cada una; y finalmente las familias Apocynaceae, Malvaceae y Moraceae con 2 registros cada una; el resto de las familias se encuentran representadas por una sola especie.

#### ► A nivel del estrato herbáceo

FAMILIAS	ESPECIES	NOMBRE COMÚN
Agavaceae	<i>Agave sisalana</i>	Maguey verde
Anacardiaceae	<i>Metopoum brownei</i>	Chechen
Apocynaceae	<i>Plumeria rubra</i>	Flor de mayo
Apocynaceae	<i>Thevetia gaumeri</i>	Akitz
Arecaceae	<i>Thrinax radiata</i>	Chit
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Chacah
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum confusum</i>	Choo-che
Euphorbiaceae	<i>Croton glabellus</i>	Perezcutz
Euphorbiaceae	<i>Gymnanthes lucida</i>	Yayte
Fabaceae	<i>Acacia cornigera</i>	Subín
Fabaceae	<i>Acacia gaumeri</i>	Catzin
Fabaceae	<i>Haematoxylum campechianum</i>	Palo tinto
Fabaceae	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Canasín
Fabaceae	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tzalam
Fabaceae	<i>Piscidia piscipula</i>	Jabín
Lauraceae	<i>Nectandra coriacea</i>	Laurelillo
Malpighiaceae	<i>Byrsonima bucidaefolia</i>	Sac pah
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Pixoy
Malvaceae	<i>Malvaviscus arboreus</i>	Tulipancillo
Myrtaceae	<i>Myrcianthes fragrans</i>	Guayabillo
Nolinaceae	<i>Beaucarnea pliabilis</i>	Despeinada
Poaceae	<i>Distichlis spicata</i>	Xbaakel ak'
Polygonaceae	<i>Gymnopodium floribundum</i>	Tzitzilche
Rubiaceae	<i>Randia longiloba</i>	Cruceta

FAMILIAS	ESPECIES	NOMBRE COMÚN
Sapindaceae	<i>Thouinia paucidentata</i>	Canchunub
Sapotaceae	<i>Manilkara zapota</i>	Zapote
Verbenaceae	<i>Lantana involucrata</i>	Orégano de monte

A nivel del estrato herbáceo se constató la existencia de 27 especies de flora silvestre, distribuidas en 19 familias, de las cuales destaca la familia Fabaceae con el mayor número de registros (6 en total); seguida de las familias Apocynaceae, Euphorbiaceae y Malvaceae con 2 registros cada una; el resto de las familias se encuentran representadas por una sola especie.

#### b.2.4. Epífitas vasculares

Uno de los componentes más característicos y llamativos en los ecosistemas forestales son las plantas epífitas. Este grupo está conformado por organismos cuyo ciclo de vida se desarrolla íntegramente sobre o dentro de los tejidos muertos exteriores de otras plantas, sin obtener agua o nutrientes de tejidos vivos. Las epífitas son un elemento importante de la diversidad de los ecosistemas y esenciales en la estructura y dinámica de la fauna asociada. Las epífitas aumentan la complejidad estructural del dosel y proveen recursos adicionales para la fauna (Nadkarni y Matelson 1989)<sup>5</sup>.

**Metodología del inventario:** Para el estudio de este grupo florístico se utilizó toda la superficie del polígono que conforma la unidad testigo (usado para el inventario forestal dentro de la microcuenca), de tal manera que durante el levantamiento de los datos en campo, se realizó una revisión exhaustiva de cada individuo inventariado a nivel de los estratos arbóreo y arbustivo, a fin de determinar la existencia de epífitas vasculares, y posteriormente registrar la especie y el número de individuos por especie identificados. Los grupos de epífitas estudiados fueron Bromeliaceae, Orchidaceae y otras epífitas (incluidas Loranthaceae, Cactaceae, Araceae y otras especies más conspicuas).

De acuerdo con esta metodología, se muestreó un total de 366 árboles adultos (estrato arbóreo) y 1,135 árboles jóvenes (estrato arbustivo), pudiendo obtener los siguientes resultados.

**Resultados del inventario (composición de especies):** De acuerdo con la metodología aplicada durante el inventario de epífitas vasculares, se pudo constatar la existencia de 10 especies distribuidas en 4 familias de las cuales, la más importante fue la Orchidaceae con el mayor número de registros (5 en total); seguida de las familias

<sup>5</sup> José G. García-Franco y Tarín Toledo Aceves. Epífitas vasculares: bromelias y orquídeas. Disponible en: <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/542/cap5.pdf>



Bromeliaceae y Cactaceae con 2 registros cada una, tal como se muestra en la siguiente tabla:

EPÍFITAS VASCULARES			
REGISTRO	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
1	Araceae	<i>Anthurium schlechtendalii</i>	Bobtún
2	Bromeliaceae	<i>Aechmea bracteata</i>	X'chu
3	Bromeliaceae	<i>Tillandsia festuoides</i>	Gatillo
4	Cactaceae	<i>Selenicereus donkelaarii</i>	Chohkan
5	Cactaceae	<i>Selenicereus testudo</i>	Pitaya tortuga
6	Orquidaceae	<i>Brassavola nodosa</i>	Dama de noche
7	Orquidaceae	<i>Catasetum integerrimum</i>	Cebolleta
8	Orquidaceae	<i>Encyclia alata</i>	Orquídea mariposa
9	Orquidaceae	<i>Myrmecophila tibicinis</i>	Homikin
10	Orquidaceae	<i>Rhynchoaelia digbyana</i>	Piita

#### b.2.5. Especies en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010

En la siguiente tabla se enlistan las especies de flora silvestre registradas dentro del predio testigo, las cuales se encuentran catalogadas en alguna categoría de riesgo de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana en comento.

ESPECIES EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010				
REGISTRO	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ESTATUS
1	Arecaceae	<i>Trinax radiata</i>	Chit	Amenazada
2	Nolinaceae	<i>Beaucarnea plabilis</i>	Despeinada	Amenazada

#### b.2.6. Índice de valor de importancia (IVI) para la flora del predio testigo

El Índice de Valor de Importancia (IVI), fue desarrollado por Curtis & McIntosh (1951) y aplicado por Pool *et al.* (1977), Cox (1981), Cintrón & Schaeffer Novelli (1983) y Corella *et al.* (2001). Es un índice sintético estructural, desarrollado principalmente para jerarquizar la dominancia de cada especie en rodales mezclados, bajo la premisa de que la variación en la composición florística es una de las características más importantes que deben ser determinadas en el estudio de una comunidad vegetal.

El Índice de Valor de Importancia (IVI) es un indicador de la importancia fitosociológica de una especie dentro de una comunidad, y se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$IVI = A\% + F\% + D\%$$

Donde:

**IVI:** índice de valor de importancia

**A%:** abundancia relativa

**F%:** frecuencia relativa

**D%:** dominancia relativa

**Abundancia.** Hace referencia al número de individuos por hectárea y por especie en relación con el número total de individuos. Se distingue la abundancia absoluta (número total de individuos de la comunidad inventariada) y la abundancia relativa (proporción de los individuos de cada especie entre el total de los individuos inventariados) y se calcula mediante la siguiente ecuación.

**Abundancia relativa:**

$$A\% = Ni/Nt * 100$$

Donde:

**Ni** = número de individuos de la *i*ésima especie

**Nt** = Número total de individuos inventariados (Abundancia absoluta)

**Frecuencia.** Permite determinar el número de parcelas en que aparece una determinada especie, en relación al total de parcelas inventariadas, o existencia o ausencia de una determinada especie en una parcela. La frecuencia relativa de una especie se determina como su porcentaje en la suma de las frecuencias absolutas de todas las especies y es el resultado de dividir la frecuencia absoluta de un determinado valor entre el número total de datos, por lo que se calcula utilizando la siguiente ecuación.

**Frecuencia relativa:**

$$F\% = Fi/Ft * 100$$

Donde:

**Fi** = Número de sitios en los que aparece la *i*ésima especie

**Ft** = Número total de las frecuencias del muestreo.

**Dominancia:** Se relaciona con el grado de cobertura de las especies como manifestación del espacio ocupado por ellas y se determina como la suma de las proyecciones horizontales de las copas de los árboles en el suelo. Debido a que la estructura vertical de los bosques naturales tropicales es bastante compleja, la determinación de las proyecciones de las copas de los árboles resulta difícil y a veces

imposible de realizar; por esta razón se utiliza las áreas basales, debido a que existe una correlación lineal alta entre el diámetro de la copa y el fuste.

Bajo este esquema, la dominancia absoluta es la sumatoria de las áreas basales de todas las especies expresada en metros cuadrados, y la dominancia relativa es la relación expresada en porcentaje entre la dominancia de una especie cualquiera y la dominancia absoluta de la comunidad inventariada. Este último parámetro se calcula aplicando la siguiente ecuación.

#### Dominancia relativa:

$$D\% = Gi/Gt * 100$$

Donde:

**Gi** = Área basal en m<sup>2</sup> para la iésima especie

**Gt** = Área basal en m<sup>2</sup> de todas las especies (dominancia absoluta)

Cabe aclarar que para el estrato herbáceo y las epífitas vasculares, se consideró la cobertura relativa y no el área basal para el cálculo de la dominancia relativa, de acuerdo con la metodología aplicada.

Visto lo anterior, a continuación se presentan los índices de valor de importancia de los estratos que integran la vegetación que se desarrolla dentro de la unidad testigo.

#### ▀ Estrato arbóreo

ÍNDICE DEL VALOR DE IMPORTANCIA (A%+F%+D%) – ESTRATO ARBÓREO				
ESPECIES	A%= NI/N * 100	F%= FI/FT * 100	D%= GI / ∑GI * 100	IVI
<i>Haematoxylum campechianum</i>	14.21	3.030	17.383	34.62
<i>Erythroxylum confusum</i>	11.20	3.030	9.888	24.12
<i>Piscidia piscipula</i>	4.64	3.030	10.738	18.41
<i>Metopium brownei</i>	7.65	3.030	4.032	14.71
<i>Jatropha gaumeri</i>	1.91	3.030	9.632	14.57
<i>Bursera simaruba</i>	5.74	3.030	4.992	13.76
<i>Byrsonima bucidaefolia</i>	5.74	3.030	3.495	12.26
<i>Gymnopodium floribundum</i>	6.01	3.030	2.923	11.96
<i>Acacia gaumeri</i>	3.01	3.030	5.144	11.18
<i>Vitex gaumeri</i>	2.73	3.030	3.274	9.04
<i>Myrcianthes fragrans</i>	2.73	3.030	2.577	8.34
<i>Manilkara zapota</i>	2.73	3.030	2.328	8.09

<b>ÍNDICE DEL VALOR DE IMPORTANCIA (A%+F%+D%) – ESTRATO ARBÓREO</b>				
<b>ESPECIES</b>	<b>A%= NI/N * 100</b>	<b>F%= FI/FT * 100</b>	<b>D%= GI / ∑GI * 100</b>	<b>IVI</b>
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	3.01	3.030	1.930	7.97
<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	1.91	3.030	2.710	7.65
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	2.46	3.030	1.585	7.07
<i>Gymnanthes lucida</i>	2.46	3.030	1.406	6.90
<i>Coccoloba barbadensis</i>	2.19	3.030	1.557	6.77
<i>Ottoschulzia pallida</i>	1.91	3.030	1.776	6.72
<i>Lonchocarpus xuul</i>	2.19	3.030	1.480	6.70
<i>Plumeria rubra</i>	1.64	3.030	1.911	6.58
<i>Randia longiloba</i>	1.91	3.030	1.251	6.19
<i>Guazuma ulmifolia</i>	1.64	3.030	1.034	5.70
<i>Thouinia paucidentata</i>	1.64	3.030	0.894	5.56
<i>Gliricidia sepium</i>	0.82	3.030	1.352	5.20
<i>Ficus padifolia</i>	1.37	3.030	0.763	5.16
<i>Croton reflexifollus</i>	1.37	3.030	0.649	5.05
<i>Diospyros cuneata</i>	1.09	3.030	0.539	4.66
<i>Thrinax radiata</i>	0.82	3.030	0.480	4.33
<i>Thevetia gaumeri</i>	0.82	3.030	0.413	4.26
<i>Ficus cotinifolia</i>	0.82	3.030	0.343	4.19
<i>Coccoloba spicata</i>	0.55	3.030	0.536	4.11
<i>Cordia gerascanthus</i>	0.55	3.030	0.502	4.08
<i>Zuelania guidonia</i>	0.55	3.030	0.482	4.06
<b>TOTALES</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>

Son 33 las especies que contribuyeron en la estructura y composición del estrato arbóreo, destacando tres especies como las más importantes a saber: *Haematoxylum campechianum*, *Erythroxylum confusum* y *Piscidia piscipula*, ya que obtuvieron los IVI más elevados, en un rango de 18 a 35 puntos; mientras que el resto de las especies presentaron un IVI menor a 15 puntos. Esto nos indica una distribución heterogénea para las especies que integran el estrato arbóreo dentro de la unidad testigo.

<b>ÍNDICE DEL VALOR DE IMPORTANCIA (A%+F%+D%) – ESTRATO ARBUSTIVO</b>				
<b>ESPECIES</b>	<b>A%= NI/N * 100</b>	<b>F%= FI/FT * 100</b>	<b>D%= GI / ∑GI * 100</b>	<b>IVI</b>
<i>Gymnopodium floribundum</i>	6.34	2.381	8.017	16.74
<i>Erythroxylum confusum</i>	6.96	2.381	6.541	15.88
<i>Bursera simaruba</i>	5.29	2.381	5.792	13.46
<i>Piscidia piscipula</i>	5.73	2.381	4.816	12.92
<i>Randia longiloba</i>	4.23	2.381	6.243	12.85
<i>Metopium brownei</i>	6.08	2.381	3.655	12.12
<i>Acacia gaumeri</i>	5.02	2.381	4.269	11.67

<b>ÍNDICE DEL VALOR DE IMPORTANCIA (A%+F%+D%) – ESTRATO ARBUSTIVO</b>				
<b>ESPECIES</b>	<b>A%= NI/N * 100</b>	<b>F%= FI/FT * 100</b>	<b>D%= GI / <math>\sum</math>GI * 100</b>	<b>IVI</b>
<i>Haematoxylum campechianum</i>	4.32	2.381	3.655	10.35
<i>Jatropha gaumeri</i>	3.70	2.381	3.572	9.65
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	3.08	2.381	3.210	8.67
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	2.91	2.381	3.289	8.58
<i>Lonchocarpus xuul</i>	2.91	2.381	2.682	7.97
<i>Ficus padifolia</i>	2.20	2.381	2.577	7.16
<i>Byrsonima bucidaefolia</i>	2.03	2.381	2.703	7.11
<i>Vitex gaumeri</i>	2.29	2.381	2.430	7.10
<i>Gymnanthes lucida</i>	2.47	2.381	2.227	7.07
<i>Dendropanax arboreus</i>	1.94	2.381	2.653	6.97
<i>Manilkara zapota</i>	1.94	2.381	2.009	6.33
<i>Lantana involucrata</i>	1.59	2.381	2.332	6.30
<i>Plumeria rubra</i>	2.03	2.381	1.851	6.26
<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	1.67	2.381	2.202	6.26
<i>Thevetia gaumeri</i>	1.94	2.381	1.800	6.12
<i>Thouinia paucidentata</i>	1.94	2.381	1.798	6.12
<i>Acacia cornijera</i>	1.94	2.381	1.785	6.10
<i>Myrcianthes fragrans</i>	1.94	2.381	1.713	6.03
<i>Callicarpa acuminata</i>	1.59	2.381	1.604	5.57
<i>Coccoloba spicata</i>	1.41	2.381	1.708	5.50
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	1.94	2.381	1.173	5.49
<i>Swartzia cubensis</i>	1.59	2.381	1.461	5.43
<i>Beaucarnea pliabilis</i>	1.15	2.381	1.673	5.20
<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	1.15	2.381	1.353	4.88
<i>Hampea trilobata</i>	1.41	2.381	1.000	4.79
<i>Guazuma ulmifolia</i>	1.06	2.381	1.105	4.54
<i>Croton glabellus</i>	1.15	2.381	0.887	4.41
<i>Coccoloba barbadensis</i>	0.97	2.381	1.000	4.35
<i>Gliricidia sepium</i>	1.23	2.381	0.707	4.32
<i>Diospyros cuneata</i>	0.88	2.381	0.592	3.85
<i>Croton reflexifollus</i>	0.62	2.381	0.617	3.61
<i>Ottoschulzia pallida</i>	0.44	2.381	0.538	3.36
<i>Nectandra coriacea</i>	0.53	2.381	0.421	3.33
<i>Malmea depressa</i>	0.26	2.381	0.246	2.89
<i>Thrinax radiata</i>	0.18	2.381	0.095	2.65
<b>TOTALES</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>

En lo que respecta al estrato arbustivo 42 especies contribuyeron a su estructura y composición, observándose que la especie más importante es *Gymnopodium floribundum*, ya que alcanzó el valor de IVI más elevado con 16.74 puntos, sin embargo,

apenas tiene 0.88 puntos de diferencia con respecto a la especie más cercana que fue *Erythroxylum confusum* con un IVI de 15.88, esto nos indica que la especie *Gymnopodium floribundum* es la dominante en este estrato; y una diferencia de 3.28 puntos con respecto a la tercera especie más importante que es *Bursera simaruba*, lo cual nos indica que no existen especies predominantes, de tal modo que el estrato presenta una distribución heterogénea de las especies que lo conforman.

<b>ÍNDICE DEL VALOR DE IMPORTANCIA (A%+F%+D%) – ESTRATO HERBÁCEO</b>				
<b>ESPECIES</b>	<b>A%= NI/N * 100</b>	<b>F%= FI/FT * 100</b>	<b>D%= GI / ∑GI * 100</b>	<b>IVI</b>
<i>Haematoxylum campechianum</i>	11.21	3.846	11.879	26.93
<i>Metopoum brownei</i>	5.60	3.846	8.177	17.63
<i>Myrcianthes fragrans</i>	6.47	3.846	6.812	17.12
<i>Malvaviscus arboreus</i>	6.90	3.846	6.358	17.10
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	4.31	3.846	7.680	15.84
<i>Acacia gaumeri</i>	4.31	3.846	7.447	15.60
<i>Byrsonima bucidaefolia</i>	6.90	3.846	4.337	15.08
<i>Gymnopodium floribundum</i>	6.03	3.846	5.004	14.88
<i>Randia longiloba</i>	6.47	3.846	4.390	14.70
<i>Bursera simaruba</i>	5.17	3.846	5.511	14.53
<i>Distichlis spicata</i>	6.03	3.846	3.642	13.52
<i>Acacia cornigera</i>	3.88	3.846	4.855	12.58
<i>Nectandra coriacea</i>	3.88	3.846	3.438	11.16
<i>Erythroxylum confusum</i>	3.88	3.846	2.824	10.55
<i>Lantana involucrata</i>	3.02	3.846	2.994	9.86
<i>Manilkara zapota</i>	2.59	3.846	2.676	9.11
<i>Gymnanthes lucida</i>	3.02	3.846	2.116	8.98
<i>Thevetia gaumeri</i>	2.16	3.846	1.851	7.85
<i>Piscidia piscipula</i>	2.16	3.846	1.555	7.56
<i>Croton glabellus</i>	1.29	3.846	1.375	6.51
<i>Thrinax radiata</i>	0.86	3.846	1.618	6.33
<i>Beaucarnea plibilis</i>	1.29	3.846	1.037	6.18
<i>Guazuma ulmifolia</i>	0.86	3.846	0.815	5.52
<i>Thouinia paucidentata</i>	0.86	3.846	0.539	5.25
<i>Plumeria rubra</i>	0.43	3.846	0.698	4.98
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	0.43	3.846	0.370	4.65
<b>TOTALES</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>

En lo que corresponde al estrato herbáceo 26 especies contribuyeron a su estructura y composición, observándose que la especie más importante fue *Haematoxylum campechianum*, ya que alcanzó el valor de IVI más elevado con 26.93 puntos, que la destaca como la especie dominante, ya que las especies más cercanas que fueron

*Metopoum brownei*, *Myrcianthes fragrans* y *Malvaviscus arboreus*, obtuvieron un IVI global de 17 puntos, es decir, existe una diferencia de apenas 9.93 puntos entre estas especies, lo que se considera significativo.

<b>ÍNDICE DEL VALOR DE IMPORTANCIA (A%+F%+D%) – EPÍFITAS VASCULARES</b>				
<b>ESPECIES</b>	<b>A%= NI/N * 100</b>	<b>F%= FI/FT * 100</b>	<b>D%= GI / ∑GI * 100</b>	<b>IVI</b>
<i>Myrmecophila tibicinis</i>	39.81	10.000	5.983	55.79
<i>Anthurium schlechtendalii</i>	6.07	10.000	26.923	43.00
<i>Aechmea bracteata</i>	8.50	10.000	22.222	40.72
<i>Tillandsia festucoides</i>	17.27	10.000	6.838	34.11
<i>Catasetum integerrimum</i>	13.77	10.000	9.402	33.17
<i>Rhyncholaelia digbyana</i>	6.34	10.000	5.556	21.90
<i>Brassavola nodosa</i>	1.62	10.000	7.265	18.88
<i>Encyclia alata</i>	2.02	10.000	6.838	18.86
<i>Selenicereus donkelaarii</i>	3.37	10.000	5.128	18.50
<i>Selenicereus testudo</i>	1.21	10.000	3.846	15.06
<b>TOTALES</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>

Con respecto a las epífitas vasculares, se observa que son 10 especies las que contribuyeron a la estructura y composición de este grupo botánico, observándose que la especie más importante es *Myrmecophila tibicinis*, ya que alcanzó el valor de IVI más elevado con 55.79 puntos, que la destaca como la especie dominante, ya que las especies más cercanas que fueron *Anthurium schlechtendalii* y *Aechmea bracteata*, obtuvieron un IVI global de 42 puntos, es decir, existe una diferencia de 13.79 puntos entre estas especies, lo que se considera significativo.

### **b.2.7. Índice de diversidad del ecosistema estudiado**

Para estimar la biodiversidad de la flora presente en el predio testigo, conforme a los datos de abundancia relativa obtenidos por cada especie y por cada estrato de la vegetación, se utilizó el índice de diversidad de Shannon – Wiener (1949).

Este índice considera los individuos que se muestran al azar a partir de una población "indefinidamente grande", esto es, una población efectivamente infinita, considerando que todas las especies están representadas en la muestra.

En un contexto ecológico, como índice de diversidad, mide el contenido de información por individuo en muestras obtenidas al azar, provenientes de una comunidad 'extensa' de la que se conoce el número total de especies S. También puede considerarse a la diversidad como una medida de la incertidumbre para predecir a qué especie

pertenece un individuo elegido al azar de una muestra de S especies y N individuos. Por lo tanto,  $H' = 0$  cuando la muestra contenga solo una especie, y,  $H'$  será máxima cuando todas las especies S estén representadas por el mismo número de individuos  $n_i$ , es decir, que la comunidad tenga una distribución de abundancias perfectamente equitativa.

En cuanto a la base del logaritmo usado, puede ser decimal ( $\log_{10}$ ), natural ( $\log_e$ ) o binaria ( $\log_2$ ). Aunque la última sea la más común, no hay ventajas en el uso de una u otra. Entonces se puede utilizar las tres, pues todas son consistentes (Barros, 1986), desde que los cálculos sean desarrollados con una única base. Los resultados son llamados respectivamente de: dígitos decimales (decits), dígitos naturales (nits), y dígitos binarios (bits)<sup>6</sup>.

Para el presente estudio se optó por utilizar el logaritmo decimal ( $\log_{10}$ ), ya que en nuestra experiencia ha ofrecido resultados más confiables en la aplicación del índice de Shannon – Wiener (1949). Los resultados se expresan en decits/ind, y se calculan a partir de:

$$H = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

Donde:

**S** = número total de especies.

**( $\sum i = 1$ )** = número total de individuos.

**P<sub>i</sub>** = abundancia relativa de la especie i.

**ln P<sub>i</sub>** = logaritmo decimal (base 10) de la abundancia relativa de la especie i.

El valor máximo de este índice suele estar cerca de 5, pero hay ecosistemas excepcionalmente ricos que pueden superarlo. A mayor valor del índice indica una mayor biodiversidad del ecosistema.

A continuación se presentan el cálculo del índice de diversidad de las especies de flora presentes en el ecosistema estudiado, con base en el índice de Shannon – Wiener (1949), obtenido a través de la abundancia de individuos registrados en el polígono utilizado como unidad testigo.

<sup>6</sup> DANIEL, O. Subsidios al uso del índice de diversidad de Shannon. In: CONGRESO LATINOAMERICANO IUFRO, 1, Valdivia-Chile, 1998. Anais... IUFRO, Tem, CD-ROM.



ESTRATO ARBÓREO				
ESPECIES	DENSIDAD	Pi	LOG <sub>10</sub> Pi	Pi * LOG <sub>10</sub> Pi
<i>Acacia gaumeri</i>	11	0.030	-1.52	-0.046
<i>Bursera simaruba</i>	21	0.057	-1.24	-0.071
<i>Byrsonima bucidaefolia</i>	21	0.057	-1.24	-0.071
<i>Coccoloba barbadensis</i>	8	0.022	-1.66	-0.036
<i>Coccoloba spicata</i>	2	0.005	-2.26	-0.012
<i>Cordia gerascanthus</i>	2	0.005	-2.26	-0.012
<i>Croton reflexifollus</i>	5	0.014	-1.86	-0.025
<i>Diospyros cuneata</i>	4	0.011	-1.96	-0.021
<i>Erythroxylum confusum</i>	41	0.112	-0.95	-0.106
<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	7	0.019	-1.72	-0.033
<i>Ficus cotinifolia</i>	3	0.008	-2.09	-0.017
<i>Ficus padifolia</i>	5	0.014	-1.86	-0.025
<i>Gliricidia sepium</i>	3	0.008	-2.09	-0.017
<i>Guazuma ulmifolia</i>	6	0.016	-1.79	-0.029
<i>Gymnanthes lucida</i>	9	0.025	-1.61	-0.040
<i>Gymnopodium floribundum</i>	22	0.060	-1.22	-0.073
<i>Haematoxylum campechianum</i>	52	0.142	-0.85	-0.120
<i>Jatropha gaumeri</i>	7	0.019	-1.72	-0.033
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	11	0.030	-1.52	-0.046
<i>Lonchocarpus xuul</i>	8	0.022	-1.66	-0.036
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	9	0.025	-1.61	-0.040
<i>Manilkara zapota</i>	10	0.027	-1.56	-0.043
<i>Metopium brownei</i>	28	0.077	-1.12	-0.085
<i>Myrcianthes fragrans</i>	10	0.027	-1.56	-0.043
<i>Ottoschulzia pallida</i>	7	0.019	-1.72	-0.033
<i>Piscidia piscipula</i>	17	0.046	-1.33	-0.062
<i>Plumeria rubra</i>	6	0.016	-1.79	-0.029
<i>Randia longiloba</i>	7	0.019	-1.72	-0.033
<i>Thevetia gaumeri</i>	3	0.008	-2.09	-0.017
<i>Thouinia paucidentata</i>	6	0.016	-1.79	-0.029
<i>Thrinax radiata</i>	3	0.008	-2.09	-0.017
<i>Vitex gaumeri</i>	10	0.027	-1.56	-0.043
<i>Zuelania guidonia</i>	2	0.005	-2.26	-0.012
<b>Total</b>	<b>366</b>		$H = -\sum_{i=1}^n p_i \ln p_i$	<b>1.36</b>

ESTRATO ARBUSTIVO				
ESPECIES	DENSIDAD	Pi	LOG <sub>10</sub> Pi	Pi * LOG <sub>10</sub> Pi
<i>Acacia cornijera</i>	22	0.019	-1.71	-0.033
<i>Acacia gaumeri</i>	57	0.050	-1.30	-0.065
<i>Beaucarnea plabilis</i>	13	0.011	-1.94	-0.022

ESTRATO ARBUSTIVO				
ESPECIES	DENSIDAD	Pi	LOG <sub>10</sub> Pi	Pi * LOG <sub>10</sub> Pi
<i>Bursera simaruba</i>	60	0.053	-1.28	-0.067
<i>Byrsonima bucidaefolia</i>	23	0.020	-1.69	-0.034
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	33	0.029	-1.54	-0.045
<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	13	0.011	-1.94	-0.022
<i>Callicarpa acuminata</i>	18	0.016	-1.80	-0.029
<i>Coccoloba barbadensis</i>	11	0.010	-2.01	-0.020
<i>Coccoloba spicata</i>	16	0.014	-1.85	-0.026
<i>Croton glabellus</i>	13	0.011	-1.94	-0.022
<i>Croton reflexifolius</i>	7	0.006	-2.21	-0.014
<i>Dendropanax arboreus</i>	22	0.019	-1.71	-0.033
<i>Diospyros cuneata</i>	10	0.009	-2.05	-0.018
<i>Erythroxylum confusum</i>	79	0.070	-1.16	-0.081
<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	19	0.017	-1.78	-0.030
<i>Ficus padifolia</i>	25	0.022	-1.66	-0.036
<i>Gliricidia sepium</i>	14	0.012	-1.91	-0.024
<i>Guazuma ulmifolia</i>	12	0.011	-1.98	-0.021
<i>Gymnanthes lucida</i>	28	0.025	-1.61	-0.040
<i>Gymnopodium floribundum</i>	72	0.063	-1.20	-0.076
<i>Haematoxylum campechianum</i>	49	0.043	-1.36	-0.059
<i>Hampea trilobata</i>	16	0.014	-1.85	-0.026
<i>Jatropha gaumeri</i>	42	0.037	-1.43	-0.053
<i>Lantana involucrata</i>	18	0.016	-1.80	-0.029
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	35	0.031	-1.51	-0.047
<i>Lonchocarpus xuul</i>	33	0.029	-1.54	-0.045
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	22	0.019	-1.71	-0.033
<i>Malmea depressa</i>	3	0.003	-2.58	-0.007
<i>Manilkara zapota</i>	22	0.019	-1.71	-0.033
<i>Metopium brownei</i>	69	0.061	-1.22	-0.074
<i>Myrcianthes fragrans</i>	22	0.019	-1.71	-0.033
<i>Nectandra coriacea</i>	6	0.005	-2.28	-0.012
<i>Ottoschulzia pallida</i>	5	0.004	-2.36	-0.010
<i>Piscidia piscipula</i>	65	0.057	-1.24	-0.071
<i>Plumeria rubra</i>	23	0.020	-1.69	-0.034
<i>Randia longiloba</i>	48	0.042	-1.37	-0.058
<i>Swartzia cubensis</i>	18	0.016	-1.80	-0.029
<i>Thevetia gaumeri</i>	22	0.019	-1.71	-0.033
<i>Thouinia paucidentata</i>	22	0.019	-1.71	-0.033
<i>Thrinax radiata</i>	2	0.002	-2.75	-0.005
<i>Vitex gaumeri</i>	26	0.023	-1.64	-0.038
<b>Total</b>	<b>1135</b>		$H = -\sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$	<b>1.52</b>

ESTRATO HERBÁCEO				
ESPECIES	DENSIDAD	Pi	LOG <sub>10</sub> Pi	Pi * LOG <sub>10</sub> Pi
<i>Acacia cornigera</i>	9	0.039	-1.41	-0.055
<i>Acacia gaumeri</i>	10	0.043	-1.37	-0.059
<i>Beaucarnea plabilis</i>	3	0.013	-1.89	-0.024
<i>Bursera simaruba</i>	12	0.052	-1.29	-0.067
<i>Byrsonima bucidaefolia</i>	16	0.069	-1.16	-0.080
<i>Croton glabellus</i>	3	0.013	-1.89	-0.024
<i>Distichlis spicata</i>	14	0.060	-1.22	-0.074
<i>Erythroxylum confusum</i>	9	0.039	-1.41	-0.055
<i>Guazuma ulmifolia</i>	2	0.009	-2.06	-0.018
<i>Gymnanthes lucida</i>	7	0.030	-1.52	-0.046
<i>Gymnopodium floribundum</i>	14	0.060	-1.22	-0.074
<i>Haematoxylum campechianum</i>	26	0.112	-0.95	-0.107
<i>Lantana involucrata</i>	7	0.030	-1.52	-0.046
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	1	0.004	-2.37	-0.010
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	10	0.043	-1.37	-0.059
<i>Malvaviscus arboreus</i>	16	0.069	-1.16	-0.080
<i>Manilkara zapota</i>	6	0.026	-1.59	-0.041
<i>Metopoum brownei</i>	13	0.056	-1.25	-0.070
<i>Myrcianthes fragrans</i>	15	0.065	-1.19	-0.077
<i>Nectandra coriacea</i>	9	0.039	-1.41	-0.055
<i>Piscidia piscipula</i>	5	0.022	-1.67	-0.036
<i>Plumeria rubra</i>	1	0.004	-2.37	-0.010
<i>Randia longiloba</i>	15	0.065	-1.19	-0.077
<i>Thevetia gaumeri</i>	5	0.022	-1.67	-0.036
<i>Thouinia paucidentata</i>	2	0.009	-2.06	-0.018
<i>Thrinax radiata</i>	2	0.009	-2.06	-0.018
<b>Total</b>	<b>232</b>	$H = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$		<b>1.31</b>

Como se puede observar en los resultados anteriores, la vegetación de Selva baja subcaducifolia dentro del predio testigo, ostenta una diversidad baja en cuanto a especies de flora se refiere, ya que en todos los estratos de la vegetación se alcanza un valor de  $H'$  inferior a **1.53 decits/ind** (estrato arbóreo  $H'=1.36$  decits/ind; estrato arbustivo  $H'=1.52$  decits/ind; y estrato herbáceo  $H'=1.31$  decits/ind), siendo el estrato arbustivo el más importante ya que alcanzó un valor de  $H'=1.52$  decits/ind; tomando en cuenta que de acuerdo con el índice de Shannon – Wiener (1949), el valor máximo suele estar cerca de 5, y a mayor valor del índice, indica una mayor biodiversidad del ecosistema.

EPÍFITAS VASCULARES				
ESPECIES	DENSIDAD	Pi	LOG <sub>10</sub> Pi	Pi * LOG <sub>10</sub> Pi
<i>Anthurium schlechtendalii</i>	45	0.061	-1.22	-0.074
<i>Aechmea bracteata</i>	63	0.085	-1.07	-0.091
<i>Tillandsia festucoides</i>	128	0.173	-0.76	-0.132
<i>Selenicereus donkelaarii</i>	25	0.034	-1.47	-0.050
<i>Selenicereus testudo</i>	9	0.012	-1.92	-0.023
<i>Brassavola nodosa</i>	12	0.016	-1.79	-0.029
<i>Catasetum integerrimum</i>	102	0.138	-0.86	-0.119
<i>Encyclia alata</i>	15	0.020	-1.69	-0.034
<i>Myrmecophila tibicinis</i>	295	0.398	-0.40	-0.159
<i>Rhyncholaelia digbyana</i>	47	0.063	-1.20	-0.076
<b>Total</b>	<b>741</b>		$H = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$	<b>-0.79</b>

Como se puede observar en los resultados anteriores, la vegetación de Selva baja subcaducifolia dentro del predio testigo, ostenta una diversidad baja en cuanto a epífitas vasculares, ya que este grupo botánico alcanzó un valor de  $H'$  inferior a **1 decits/ind** ( $H'=79$  decits/ind); tomando en cuenta que de acuerdo con el índice de Shannon – Wiener (1949), el valor máximo suele estar cerca de 5, y a mayor valor del índice, indica una mayor diversidad del ecosistema.

#### b.2.8. Índice de equidad

Como se mencionó anteriormente, dentro de una comunidad el valor del índice de diversidad dependerá de la riqueza y la abundancia de especies. Sin embargo, para el presente estudio interesa conocer la regularidad o uniformidad con que los individuos están distribuidos dentro de los estratos, y no tanto cuantas especies hay. Es posible calcular las medidas de uniformidad (también llamada equidad) de una comunidad, mediante una ecuación sencilla usando el **Índice de Pielou**, el cual se calcula como:

$$J' = \frac{H'}{H'_{\max}}$$

Donde:

$H'$ = es el valor del índice de Shannon-Wiener.

$H'_{\max}$ = Log<sub>10</sub> de S.

S= Número total de especies registradas en la muestra (riqueza).

Al igual que con el índice de diversidad, el índice de equidad de Pielou considera que todas las especies de la comunidad están representadas en la muestra. Este índice adopta valores entre 0 y 1; el número 1 indica que todas las especies son igualmente abundantes y el 0 señala la ausencia de equidad<sup>7</sup>.

A continuación se presentan los valores de equidad obtenidos por cada estrato de la vegetación:

ANÁLISIS DE EQUIDAD			
ÍNDICE	ESTRATOS		
	ARBÓREO	ARBUSTIVO	HERBÁCEO
$H'$ ( $\log_{10}$ )	1.36	1.52	1.31
$H_{max}$ ( $\log_{10}$ )	2.56	3.05	2.37
<b>Pielou (<math>J'</math>)</b>	0.53	0.50	0.56

Como puede observarse en la tabla anterior, podemos observar que existe una distribución medianamente homogénea de todas las especies, en todos los estratos, pues los valores obtenidos de equidad aplicando el índice de Pielou, son intermedios (de 0.50 a 0.56); siendo el estrato herbáceo el que más se aproxima al valor de 1, lo que indica que se trata del estrato donde las especies presentan una mayor tendencia a distribuirse con igual abundancia. Esto nos indica que se trata de una comunidad vegetal donde existen especies que predominan sobre otras, lo cual se correlaciona con los índices de valor de importancia obtenidos por las especies a nivel de todos los estratos, en donde se determinó la existencia de especies con alto valor de IVI.

ANÁLISIS DE EQUIDAD	
ÍNDICE	EPÍFITAS
$H'$ ( $\log_{10}$ )	1.36
$H_{max}$ ( $\log_{10}$ )	2.56
<b>Pielou (<math>J'</math>)</b>	0.53

Como puede observarse en la tabla anterior, podemos observar que existe una distribución medianamente homogénea de todas las especies para el grupo de las epífitas, pues el valor obtenido de equidad aplicando el índice de Pielou, es intermedio (0.53). Esto nos indica que se trata de un grupo donde existen especies que predominan sobre otras.

### b.3. Fauna presente a nivel de la microcuenca (unidad testigo)

<sup>7</sup> Mónica B. Martella. Eduardo V. Trumper. Laura M. Bellis. Daniel Renison. Paola F. Giordano. Gisela Bazzano. Raquel M. Gleiser. Reduca (Biología). Serie Ecología. 5 (1): 71-115, 2012. ISSN: 1989-3620.

### b.3.1. Delimitación del área de estudio

Par poder obtener datos representativos de la fauna que se encuentra asociada al ecosistema presente dentro del predio testigo de la microcuenca, utilizamos el mismo polígono de estudio que se aplicó para el análisis de la flora, mismo que ya fue descrito en apartados anteriores.

### b.3.2. Métodos de muestreo aplicados al estudio de la fauna

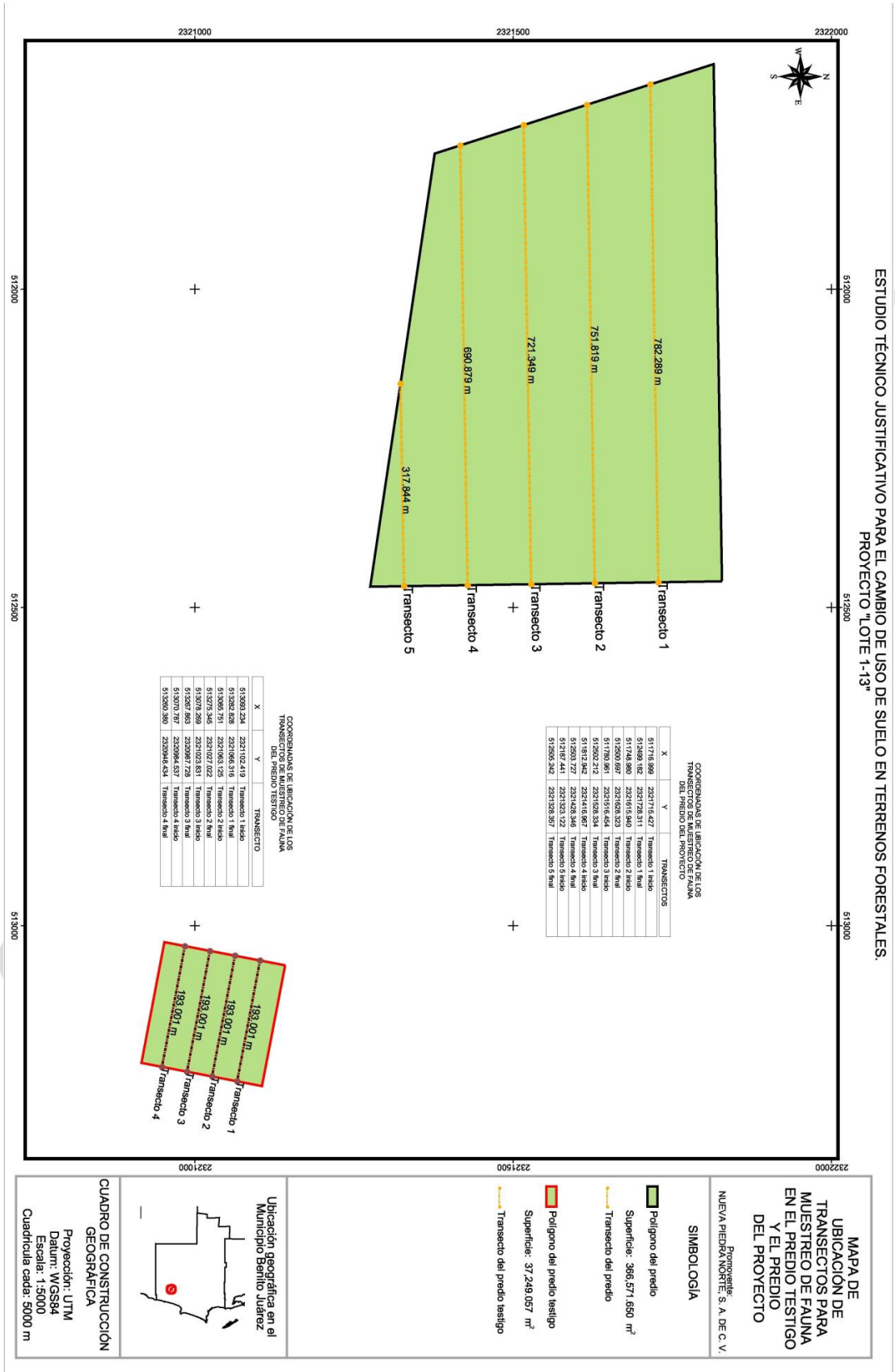
Para estudiar este componente del ecosistema que se desarrolla dentro de la superficie del predio testigo, se utilizó el método de **transecto o trayecto de línea de distancia variable**, es decir, no existe un ancho definido previamente para realizar las observaciones, por lo cual es posible incluir en el inventario a cualquier individuo que se detecte durante el recorrido, y esta es una de las principales ventajas del método.

Los principales supuestos considerados en la aplicación de este método son los siguientes: a) todos los individuos sobre la línea son detectadas; b) los individuos no se mueven antes de su detección; c) los individuos son contados una sólo vez.

Las rutas trazadas fueron visitadas cuatro días a la semana, un día por grupo faunístico (1er día: aves; 2º día mamíferos; 3er día reptiles; y 4º día anfibios), por un período de 4 semanas (1 mes).

En el plano de la página 45 se presenta la distribución de los transectos utilizados para el estudio de los grupos faunísticos de referencia. En total se trazaron 4 transectos con una longitud de 193 m cada uno, por lo tanto, se recorrió una distancia total de 772 metros lineales. En la siguiente tabla se presentan los vértices de los transectos, considerando su punto de inicio y su punto de término.

TRANSECTOS DE MUESTREO					
TRANSECTO	PUNTO DE INICIO		PUNTO DE TÉRMINO		LONGITUD (m)
	X	Y	X	Y	
1	513093.2337	2321102.4193	513282.8276	2321066.3161	193
2	513085.7513	2321063.1253	513275.3452	2321027.0221	193
3	513078.2689	2321023.8314	513267.8628	2320987.7282	193
4	513070.7865	2320984.5374	513260.3804	2320948.4342	193
<b>TOTAL</b>					<b>772</b>



### b.3.3. Resultados obtenidos (composición de especies)

A continuación se presenta el listado de las especies de fauna asociadas al ecosistema en estudio, las cuales fueron registradas durante el muestreo.

AVES				
REGISTRO	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
1	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo magnirostris</i>	Águila caminera
2	Apodiformes	Trochilidae	<i>Chlorostilbon canivetii</i>	Esmeralda tijereta
3	Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina talpacoti</i>	Tortolita
4	Cuculiformes	Cuculidae	<i>Piaya cayana</i>	Pica buey
5	Galliformes	Cracidae	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca
6	Passeriformes	Cardinalidae	<i>Saltator coerulescens</i>	Saltador ajicero
7	Passeriformes	Corvidae	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Chara yucateca
8	Passeriformes	Corvidae	<i>Cyanocorax inca</i>	Chara verde
9	Passeriformes	Corvidae	<i>Psilorhinus morio</i>	Chara papán
10	Passeriformes	Fringillidae	<i>Euphonia affinis</i>	Coronilla
11	Passeriformes	Fringillidae	<i>Euphonia hirundinacea</i>	Fruterito garganta amarilla
12	Passeriformes	Icteridae	<i>Dives dives</i>	Tordo cantor
13	Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus gularis</i>	Oriol
14	Passeriformes	Mimidae	<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle
15	Passeriformes	Picidae	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero
16	Passeriformes	Thraupidae	<i>Habia fuscicauda</i>	Tángara hormiguera
17	Passeriformes	Troglodytidae	<i>Thryothorus ludovicianus</i>	Chivirín de carolina
18	Passeriformes	Troglodytidae	<i>Thryothorus maculipectus</i>	Chivirín moteado
19	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	Luis gregario
20	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	X'takay
21	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano tropical
22	Passeriformes	Vireonidae	<i>Cyclarhis gujanensis</i>	Vireón cejirrufo
23	Passeriformes	Sylviidae	<i>Poliophtila caerulea</i>	Tacuarita azul
24	Strigiformes	Strigidae	<i>Glaucidium brasilianum</i>	Tecolote bajoño

REPTILES				
REGISTRO	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
1	Squamata	Boidae	<i>Boa constrictor</i>	Boa
2	Squamata	Corytophanidae	<i>Basiliscus vittatus</i>	Basilisco
3	Squamata	Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana rayada
4	Squamata	Polychridae	<i>Anolis sagrei</i>	Lagartija común
5	Squamata	Polychridae	<i>Anolis tropidonotus</i>	Anolis pardo
6	Squamata	Teiidae	<i>Ameiva undulata</i>	Ameiva
7	Squamata	Colubridae	<i>Leptophis mexicanus</i>	Culebra perico mexicana
8	Squamata	Colubridae	<i>Oxybelis aeneus</i>	Bejuquilla
9	Squamata	Gekkonidae	<i>Sphaerodactylus glaucus</i>	Geco enano collarejo
10	Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus chrysostictus</i>	Lagartija espinosa



REPTILES				
REGISTRO	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
11	Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus lundelli</i>	Lagartija espinosa yucateca
12	Testudines	Bataguridae	<i>Rhinoclemmys areolata</i>	Mojina

MAMÍFEROS				
REGISTRO	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
1	Artiodactyla	Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca
2	Artiodactyla	Tayassuidae	<i>Pecari tajacu</i>	Pecarí
3	Carnivora	Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris
4	Carnivora	Procyonidae	<i>Nasua narica</i>	Coatí
5	Carnivora	Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	Mapache
6	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murciélago frutero
7	Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache
8	Rodentia	Agoutidae	<i>Agouti paca</i>	Paca común
9	Rodentia	Dasyproctidae	<i>Dasyprocta punctata</i>	Tzereque
10	Rodentia	Sciuridae	<i>Sciurus yucatanensis</i>	Ardilla gris
11	Rodentia	Sciuridae	<i>Sciurus deppei</i>	Ardilla tropical

ANFIBIOS				
REGISTRO	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
1	Anura	Bufo	<i>Bufo valliceps</i>	Sapo común
2	Anura	Bufo	<i>Bufo marinus</i>	Sapo gigante
3	Anura	Hylidae	<i>Phrynohyas venulosa</i>	Rana arborícola lechosa
4	Anura	Hylidae	<i>Scinax staufferi</i>	Rana arborícola trompuda

De acuerdo con los datos presentados en las tablas anteriores se contó con un registro de 51 especies de fauna silvestre pertenecientes a cuatro grupos taxonómicos dentro del predio testigo, de los cuales, el grupo faunístico mejor representado son las aves con un total de 24 especies; seguido en orden de importancia por el grupo de los reptiles representados por 12 especies; los mamíferos con 11 especies; y por último tenemos al grupo de los anfibios con 4 especies registradas.

#### b.3.4. Especies en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010

A continuación se presentan las especies registradas dentro del predio testigo, que se incluyen dentro de alguna categoría de riesgo de acuerdo con la norma en comento.

ESPECIES EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010				
REGISTRO	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ESTATUS
1	Boidae	<i>Boa constrictor</i>	Boa	Amenazada
2	Colubridae	<i>Leptophis mexicanus</i>	Culebra perico mexicana	Amenazada
3	Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana rayada	Amenazada
4	Gekkonidae	<i>Sphaerodactylus glaucus</i>	Geco enano collarejo	Protección especial
5	Bataguridae	<i>Rhinoclemmys areolata</i>	Mojina	Amenazada

### b.3.5. Índice de diversidad para la fauna del predio testigo

Para estimar la biodiversidad de la fauna presente en el predio testigo del sistema ambiental, se tomaron los datos del inventario faunístico realizado en el predio testigo; a través del cual se obtuvo datos de abundancia relativa por especie y por grupo faunístico; y finalmente se calculó el índice de diversidad de Shannon – Wiener (1949), cuya ecuación se cita como:

$$H = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

Donde:

**S** = número total de especies.

$\sum i = 1$  = número total de individuos.

**P<sub>i</sub>** = abundancia relativa de la especie i.

**ln P<sub>i</sub>** = logaritmo decimal (base 10) de la abundancia relativa de la especie i.

En las siguientes tablas se presentan los cálculos obtenidos para el índice de diversidad aplicado, por grupo faunístico.

ANFIBIOS				
ESPECIES	DENSIDAD	P <sub>i</sub>	LOG <sub>10</sub> P <sub>i</sub>	P <sub>i</sub> * LOG <sub>10</sub> P <sub>i</sub>
<i>Bufo valliceps</i>	9	0.529	-0.28	-0.146
<i>Bufo marinus</i>	5	0.294	-0.53	-0.156
<i>Phrynohyas venulosa</i>	2	0.118	-0.93	-0.109
<i>Scinax staufferi</i>	1	0.059	-1.23	-0.072
<b>Total</b>	<b>17</b>		$H = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$	<b>0.48</b>

REPTILES				
ESPECIES	DENSIDAD	P <sub>i</sub>	LOG <sub>10</sub> P <sub>i</sub>	P <sub>i</sub> * LOG <sub>10</sub> P <sub>i</sub>
<i>Boa constrictor</i>	2	0.025	-1.60	-0.040
<i>Basiliscus vittatus</i>	16	0.203	-0.69	-0.140
<i>Ctenosaura similis</i>	8	0.101	-0.99	-0.101
<i>Anolis sagrei</i>	19	0.241	-0.62	-0.149
<i>Anolis tropidonotus</i>	3	0.038	-1.42	-0.054
<i>Ameiva undulata</i>	8	0.101	-0.99	-0.101
<i>Oxybelis aeneus</i>	1	0.013	-1.90	-0.024
<i>Sphaerodactylus glaucus</i>	3	0.038	-1.42	-0.054
<i>Sceloporus chrysostictus</i>	11	0.139	-0.86	-0.119
<i>Rhinoclemmys areolata</i>	2	0.025	-1.60	-0.040
<i>Sceloporus lundelli</i>	4	0.051	-1.30	-0.066
<i>Leptophis mexicanus</i>	2	0.025	-1.60	-0.040
<b>Total</b>	<b>79</b>		$H = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$	<b>0.93</b>

AVES				
ESPECIES	DENSIDAD	Pi	LOG <sub>10</sub> Pi	Pi * LOG <sub>10</sub> Pi
<i>Buteo magnirostris</i>	3	0.022	-1.67	-0.036
<i>Chlorostilbon canivetii</i>	1	0.007	-2.14	-0.015
<i>Columbina talpacoti</i>	6	0.043	-1.36	-0.059
<i>Cyanocorax yncas</i>	4	0.029	-1.54	-0.044
<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	5	0.036	-1.44	-0.052
<i>Cyclarhis gujanensis</i>	5	0.036	-1.44	-0.052
<i>Dives dives</i>	6	0.043	-1.36	-0.059
<i>Euphonia affinis</i>	2	0.014	-1.84	-0.027
<i>Euphonia hirundinacea</i>	1	0.007	-2.14	-0.015
<i>Glaucidium brasilianum</i>	3	0.022	-1.67	-0.036
<i>Habia fuscicauda</i>	2	0.014	-1.84	-0.027
<i>Icterus gularis</i>	4	0.029	-1.54	-0.044
<i>Melanerpes aurifrons</i>	6	0.043	-1.36	-0.059
<i>Mimus gilvus</i>	15	0.108	-0.97	-0.104
<i>Myiozetetes similis</i>	12	0.086	-1.06	-0.092
<i>Ortalis vetula</i>	12	0.086	-1.06	-0.092
<i>Piaya cayana</i>	2	0.014	-1.84	-0.027
<i>Pitangus sulphuratus</i>	13	0.094	-1.03	-0.096
<i>Polioptila caerulea</i>	8	0.058	-1.24	-0.071
<i>Psilorhinus morio</i>	7	0.050	-1.30	-0.065
<i>Saltator coerulescens</i>	3	0.022	-1.67	-0.036
<i>Thryothorus ludovicianus</i>	6	0.043	-1.36	-0.059
<i>Thryothorus maculipectus</i>	7	0.050	-1.30	-0.065
<i>Tyrannus melancholicus</i>	6	0.043	-1.36	-0.059
<b>Total</b>	<b>139</b>		$H = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$	<b>1.29</b>

MAMÍFEROS				
ESPECIES	DENSIDAD	Pi	LOG <sub>10</sub> Pi	Pi * LOG <sub>10</sub> Pi
<i>Odocoileus virginianus</i>	9	0.643	-0.19	-0.123
<i>Pecari tajacu</i>	5	0.357	-0.45	-0.160
<i>Nasua narica</i>	12	0.857	-0.07	-0.057
<i>Artibeus jamaicensis</i>	3	0.214	-0.67	-0.143
<i>Didelphis virginiana</i>	5	0.357	-0.45	-0.160
<i>Agouti paca</i>	3	0.214	-0.67	-0.143
<i>Dasyprocta punctata</i>	6	0.429	-0.37	-0.158
<i>Sciurus yucatanensis</i>	9	0.643	-0.19	-0.123
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	3	0.214	-0.67	-0.143
<i>Sciurus deppei</i>	5	0.357	-0.45	-0.160
<i>Procyon lotor</i>	14	1.000	0.00	0.000
<b>Total</b>	<b>74</b>		$H = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$	<b>1.37</b>

Como se puede observar en los resultados anteriores, la vegetación de Selva baja subcaducifolia que se desarrolla en el sistema ambiental (predio testigo), ostenta una diversidad baja en cuanto a especies de fauna silvestre se refiere, ya que todos los

grupos faunísticos estudiados alcanzaron un valor de  $H'$  inferior a **1.4 decits/ind**, siendo el grupo más importante el de los mamíferos, ya que alcanzó el valor de  $H'$  más elevado con **1.37 decits/ind**; mientras que el grupo de menor importancia fue el de los anfibios con un valor de  $H'=0.48$  decits/ind.

### b.3.6. Índice de equidad

Para el cálculo de la medida de uniformidad (equidad) de los grupos faunísticos estudiados, también se utilizó el **Índice de Pielou**, el cual ya fue descrito con antelación y se calcula como:

$$J' = \frac{H'}{H'_{\max}}$$

Donde:

$H'$ = es el valor del índice de Shannon-Wiener.

$H'_{\max}$ =  $\text{Log}_{10}$  de S.

S= Número total de especies registradas en la muestra (riqueza).

A continuación se presentan los valores de equidad obtenidos por cada grupo faunístico:

ANÁLISIS DE EQUIDAD				
ÍNDICE	GRUPOS FAUNÍSTICOS			
	ANFIBIOS	REPTILES	AVES	MAMÍFEROS
$H'$ ( $\log_{10}$ )	0.48	0.93	1.29	1.37
$H_{\max}$ ( $\log_{10}$ )	1.23	1.90	2.14	1.87
<b>Pielou (<math>J'</math>)</b>	0.39	0.49	0.60	0.73

Como puede observarse en la tabla anterior, podemos observar que existe una distribución moderadamente homogénea de todas las especies, en tres grupos faunísticos (anfibios, reptiles y aves), pues los valores obtenidos de equidad aplicando el índice de Pielou, son intermedios (de 0.49 a 0.73); siendo el grupo de los mamíferos el que más se aproxima al valor de 1 que indica que todas las especies son igualmente abundantes. En el caso del grupo de los anfibios el valor del índice alcanzado es bajo, lo que indica una distribución heterogénea de las especies que lo componen. Esto nos indica que se trata de una comunidad faunística donde existen especies que predominan sobre otras.

## **5. DESCRIPCIÓN DE LAS CONDICIONES DEL PREDIO QUE INCLUYA LOS FINES A QUE ESTÉ DESTINADO, CLIMA, TIPOS DE SUELO, PENDIENTE MEDIA, RELIEVE, HIDROGRAFÍA Y TIPOS DE VEGETACIÓN Y DE FAUNA**

### **5.1. FINES A QUE ESTÁ DESTINADO EL PREDIO**

De acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez (Actualización 2014), el Lote 1-13, se encuentra regido por los lineamientos de la Unidad de Gestión Ambiental 21 denominada “Zona Urbana de Cancún”.

De acuerdo con el instrumento de planeación en comento, la UGA 21 está delimitada con base en la poligonal del Centro de Población establecida en el Programa Municipal de Desarrollo Urbano Sustentable del Municipio de Benito Juárez (PMDUSBJ), 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.

El objetivo de esta UGA es 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.

Esta UGA señala que los parámetros de aprovechamiento y los usos compatibles, son los que establece el Programa de Desarrollo Urbano vigente, y el uso predominante es el urbano.

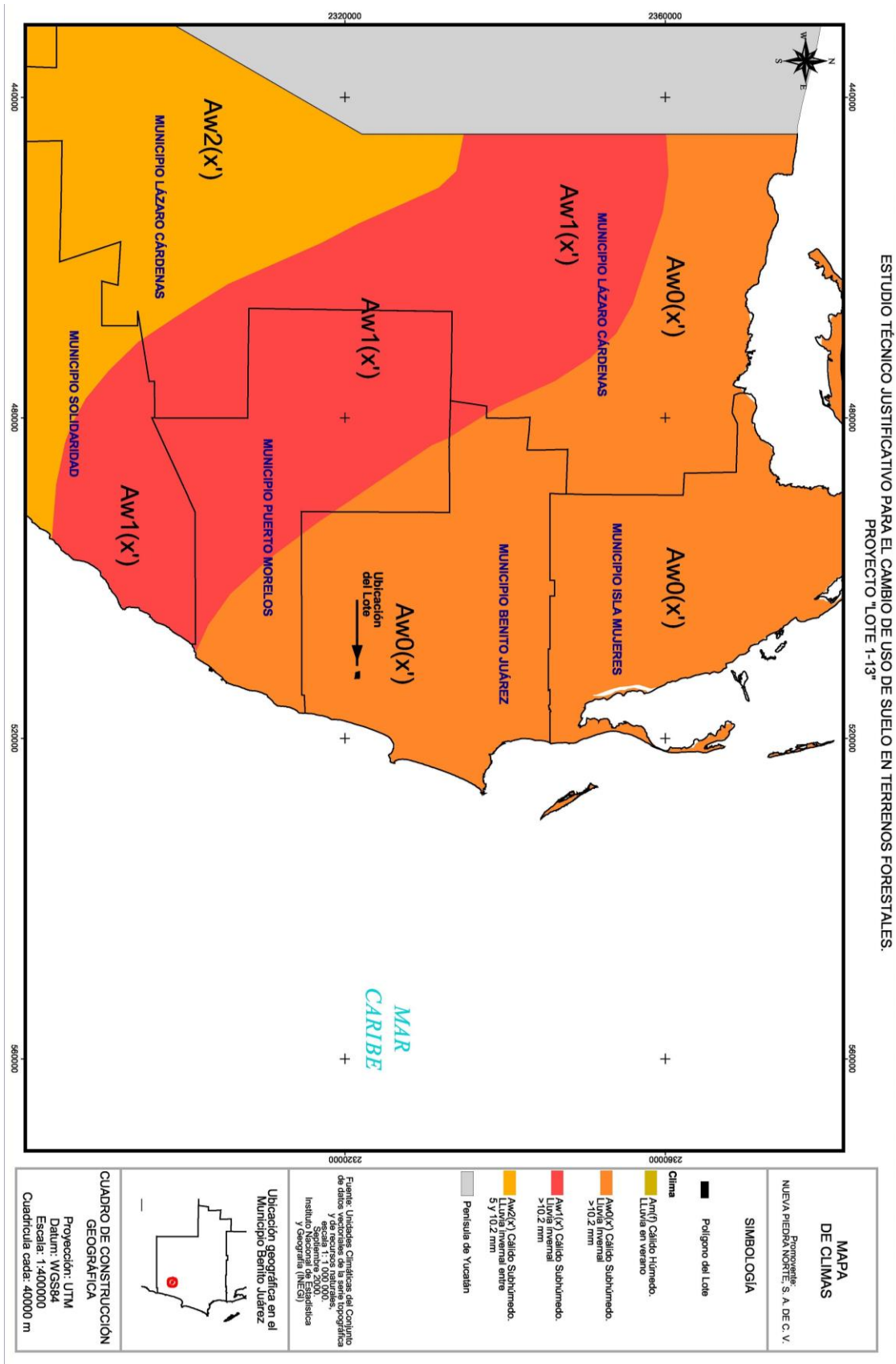
Ahora bien, si nos remitimos a lo que establece el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de la Ciudad de Cancún, el cual se encuentra vigente y es aplicable al predio del proyecto, podemos determinar que el uso de suelo a los que está destinado dicho predio es el Mixto 40 viviendas por hectárea.

### **5.2. DESCRIPCIÓN DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES DEL PREDIO**

#### **5.2.1. Medio abiótico**

##### **a. Clima**

De acuerdo con la clasificación de Köppen, modificada por García (1983), el predio se ubica en el subtipo climático cálido subhúmedo Aw0(x') (ver plano de la página 90).



De acuerdo con los registros de la estación meteorológica de Cancún a cargo de la Comisión Nacional del Agua, la temperatura promedio anual durante el periodo 1981 – 2010 es de 27.3°C, siendo agosto el mes más caluroso con una temperatura promedio de 29.7°C, con una máxima de 34.8°C. Asimismo, enero es el mes más frío con una temperatura promedio anual de 24.1°C y mínima de 19.9°C.

#### **b. Precipitación media anual**

Con base en la carta de precipitación media anual del INEGI, se tiene que el Lote 1-13 se ubica dentro de una zona que presenta una precipitación media anual es de 1,000 mm (ver plano de la página 4).

#### **c. Fisiografía**

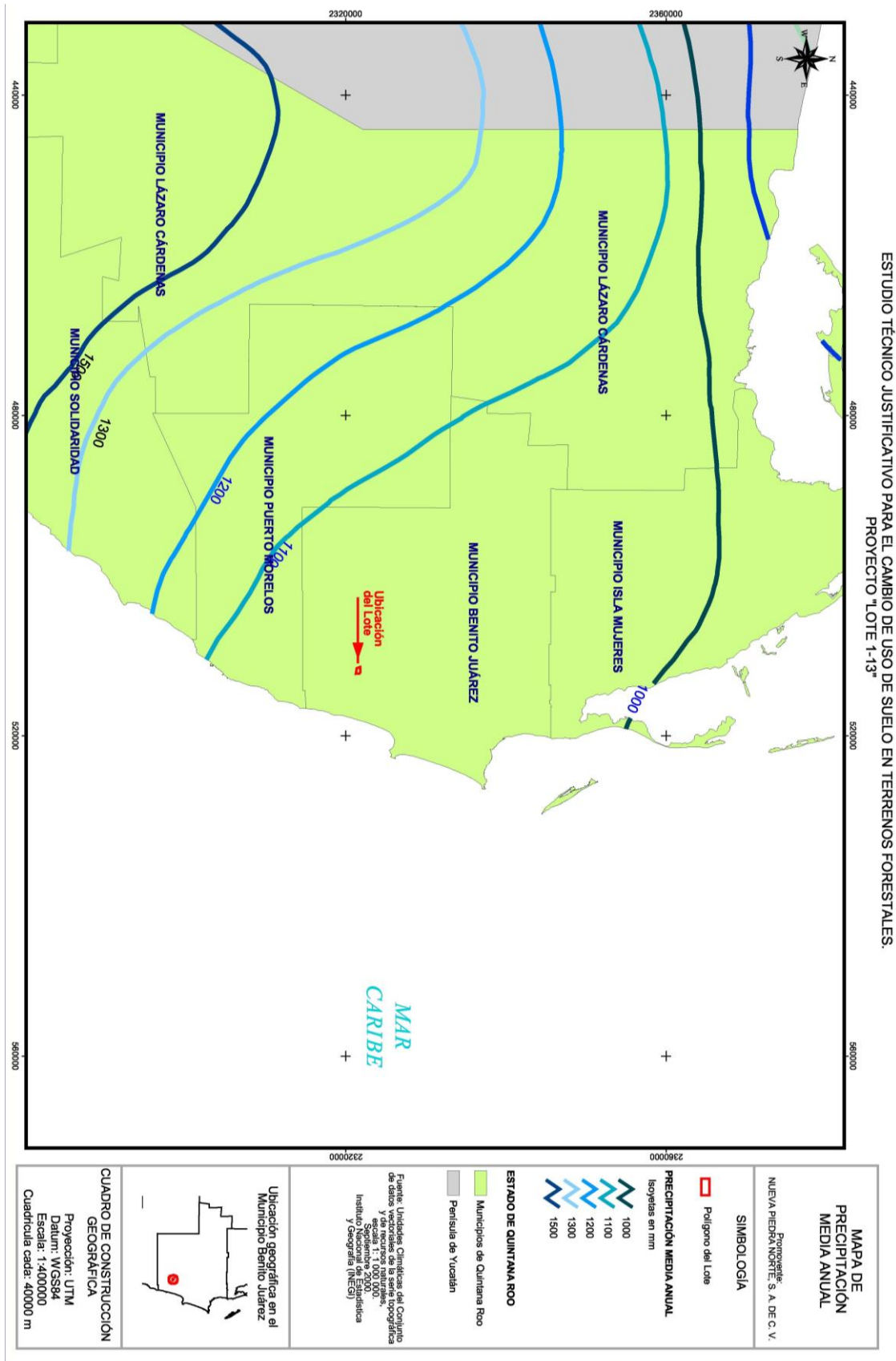
Toda la microcuenca se ubica dentro de la provincia fisiográfica Península de Yucatán y en la subprovincia fisiográfica Carso Yucateco, y por ende, el predio del proyecto se alberga en ambos sistemas fisiográficos (ver plano de la página 5).

#### **d. Geología**

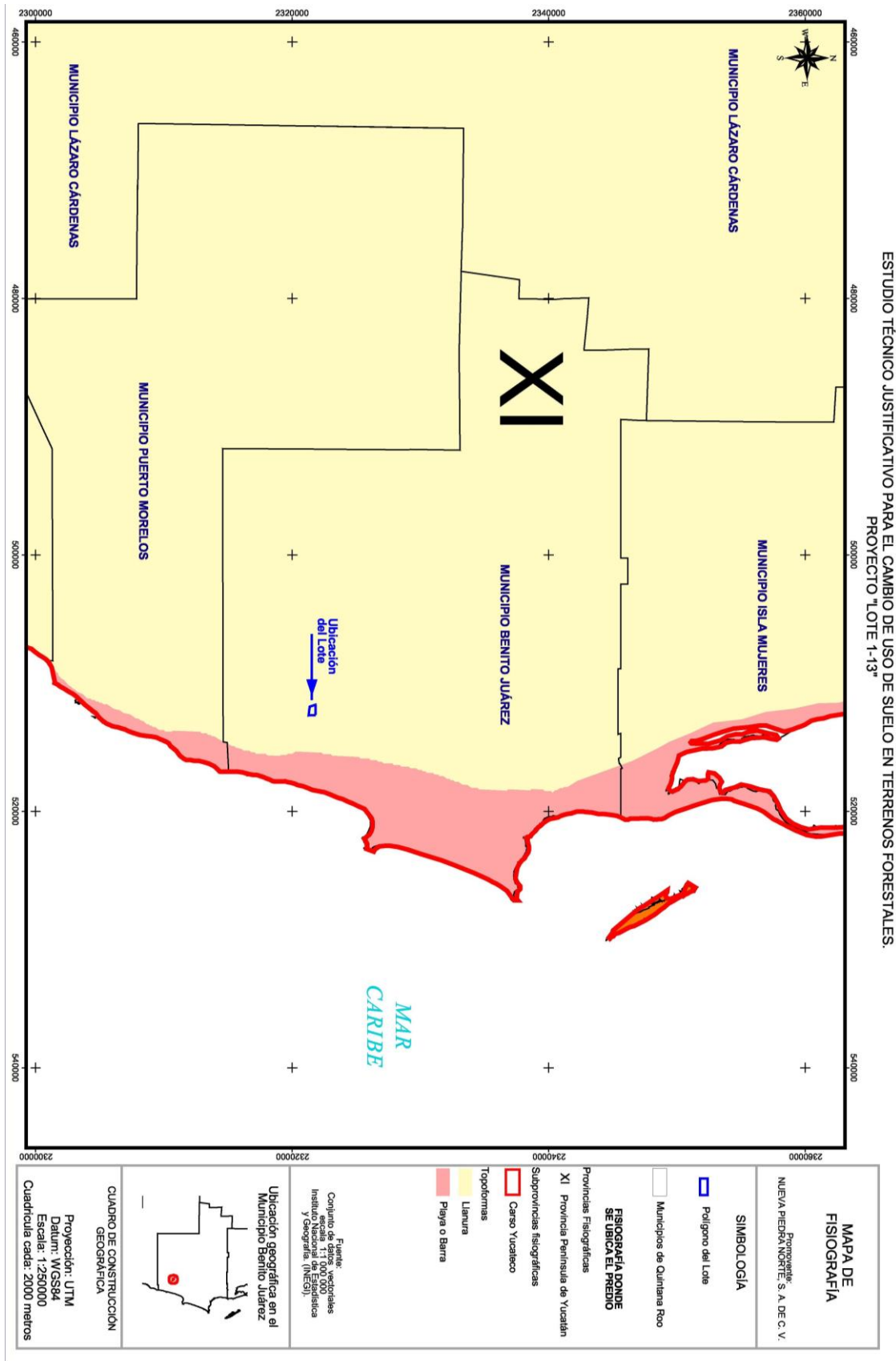
El predio se ubica dentro del sistema geológico *Roca sedimentaria caliza: Tpl (cz)*.- esta unidad se presenta en forma de franjas cercanas al litoral, por lo que presenta gran cantidad de fragmentos de conchas, corales y esponjas. Estas rocas calizas están formadas por un cuerpo masivo coquinífero, poco compacto, denominado localmente como “sascab” que se encuentra cubierto por calizas laminares dispuestas en capas delgadas y medianas con un echado horizontal. Su ambiente de depósito es de plataforma de aguas poco profundas y su relieve es de lomeríos de poca elevación paralelos a la línea de costa (ver plano de la página 6).

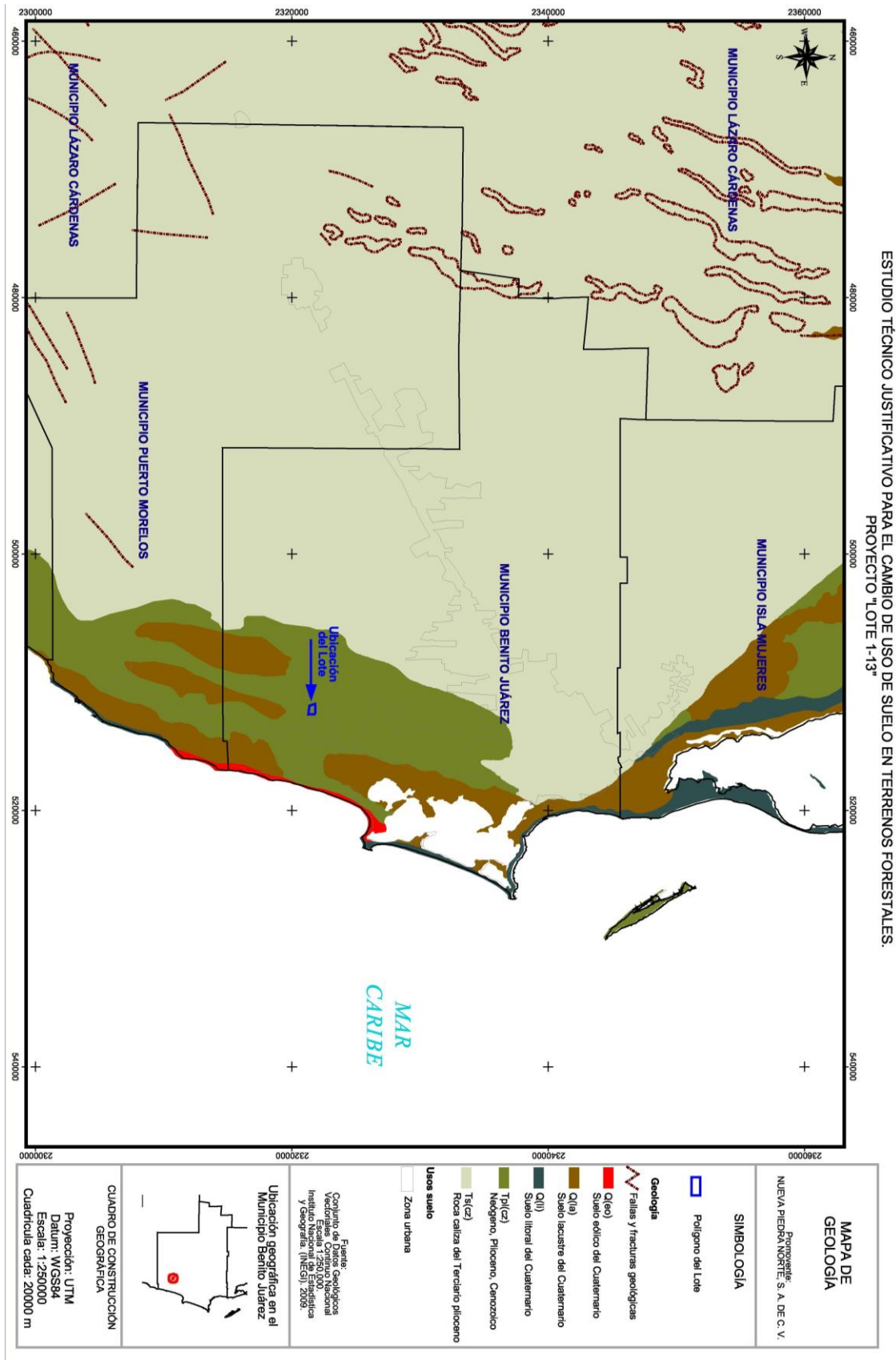
#### **e. Edafología**

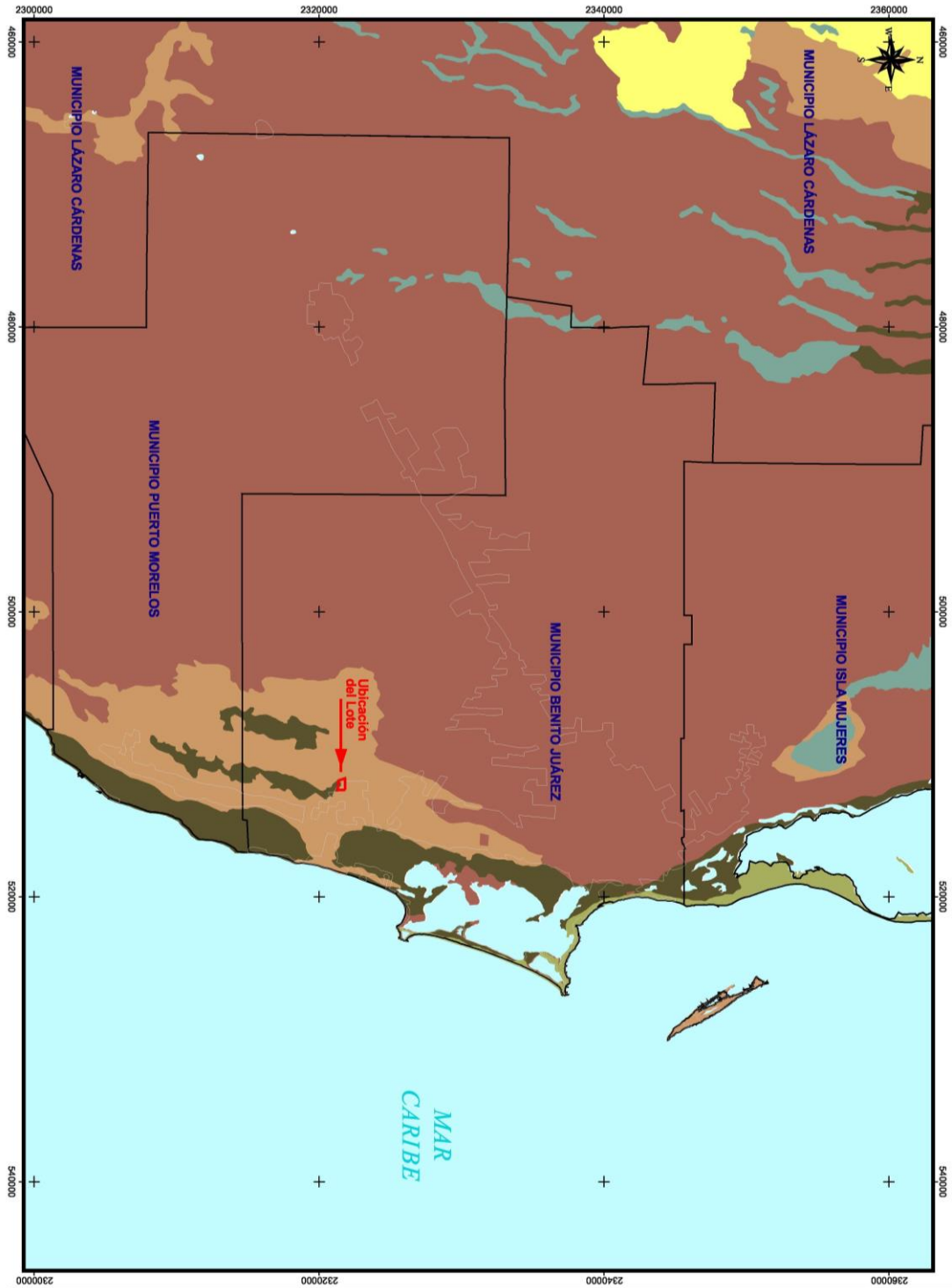
Mediante el análisis de la carta edafológica escala 1 a 250,000 de INEGI, la cual indica la distribución geográfica de los suelos, se advierte que el predio del proyecto se encuentra comprendido dentro de la Unidad Edafológica Rendzina (E), como se muestra en el plano de la página siguiente 7.



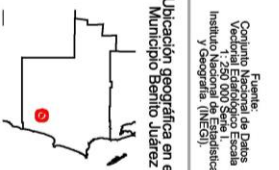








ESTUDIO TÉCNICO JUSTIFICATIVO PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES.  
PROYECTO "LOTE 1-13"

<p><b>MAPA EDAFOLÓGICO</b></p> <p>Promoviente: NUEVA PIEDRA NORTE, S. A. DE C. V.</p>	<p><b>SIMBOLOGÍA</b></p> <p>Polígono del Lote</p>	<p><b>Edafología</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Gleysoil</li> <li>Lixosol</li> <li>Luvisol</li> <li>Regosol</li> <li>Randzina</li> <li>Solonchak</li> </ul> <p><b>Usos suelo</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Zona urbana</li> </ul>	<p>Fuente: Comunidad Nacional de Datos Geográficos Escala: 1:250,000 Sistema Proyección UTM Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)</p> <p>Ubicación geográfica en el Municipio Benito Juárez</p> 	<p><b>CUADRO DE CONSTRUCCIÓN GEOGRÁFICA</b></p> <p>Proyección: UTM Datum: WGS84 Escala: 1:250000 Cuadrícula cada: 20000 m</p>
---	---	--	---	---

*Unidad Rendzina (símbolo: E)*, del polaco rzedzic: ruido; connotativo de suelos someros que producen ruido con el arado por su pedregosidad. Son suelos con menos de 50 cm de espesor que están encima de rocas duras ricas en cal. La capa superficial es algo gruesa, oscura y rica en materia orgánica, y nutrientes. Se caracterizan por tener una capa superficial abundante en materia orgánica y muy fértil que descansa sobre roca caliza o materiales ricos en cal. Generalmente las rendzinas son suelos arcillosos y poco profundos (por debajo de los 25 cm) pero llegan a soportar vegetación de selva alta perennifolia. Si se desmontan se pueden usar en la ganadería con rendimientos bajos a moderados pero con gran peligro de erosión en laderas y lomas. El uso forestal de estos suelos depende de la vegetación que presenten. Son moderadamente susceptibles a la erosión y no tienen subunidades.

#### **f. Hidrología superficial**

El predio se ubica en una zona que presenta un coeficiente de escurrimiento de 0 a 5% de acuerdo con la carta de Hidrología superficial del INEGI (ver plano de la página 9).

#### **g. Hidrología subterránea**

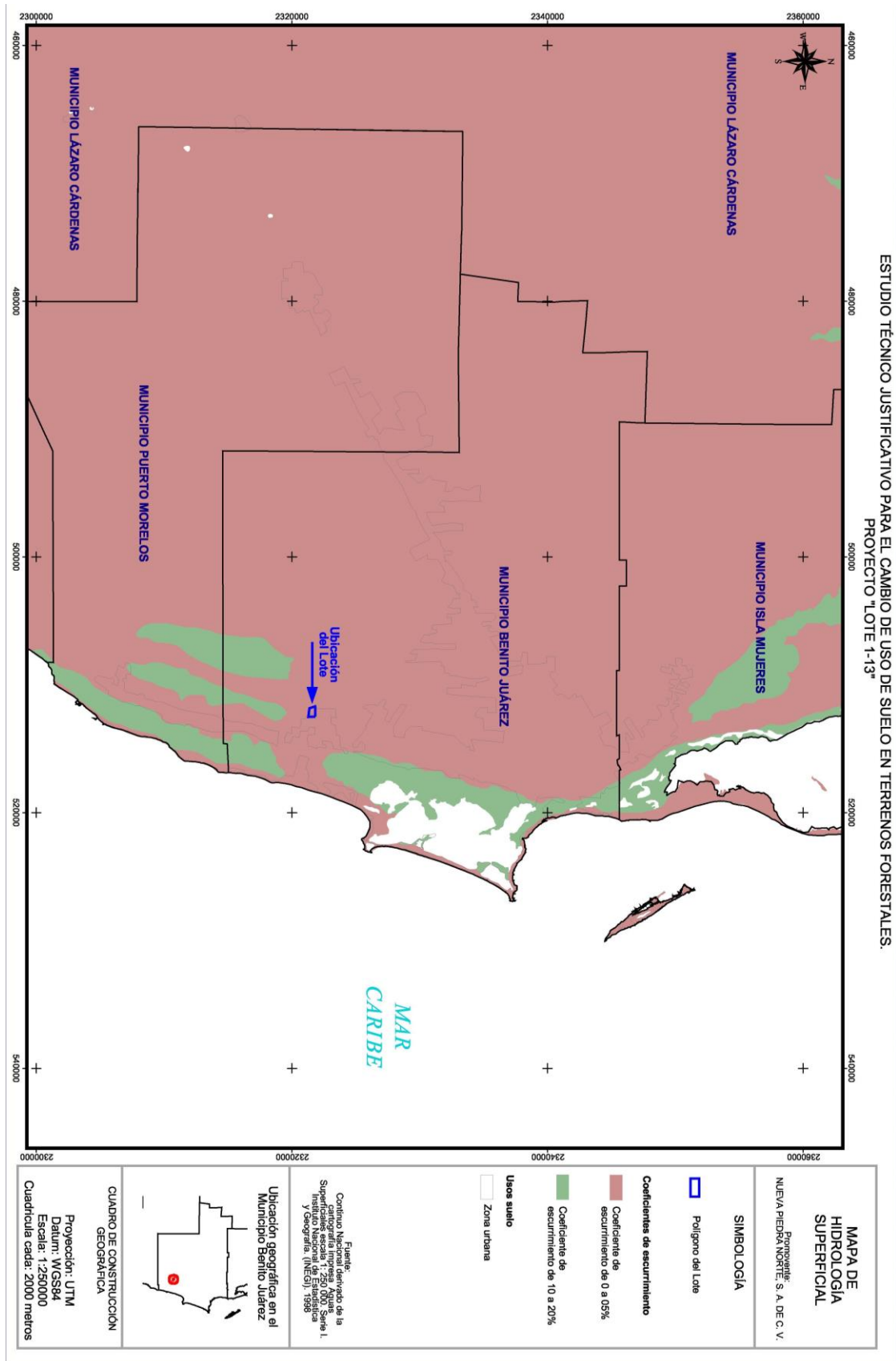
De acuerdo con la carta de Hidrología subterránea del INEGI, el predio del proyecto se ubica en una zona que presenta material consolidado con posibilidades altas de funcionar como acuífero (ver plano de la página 10).

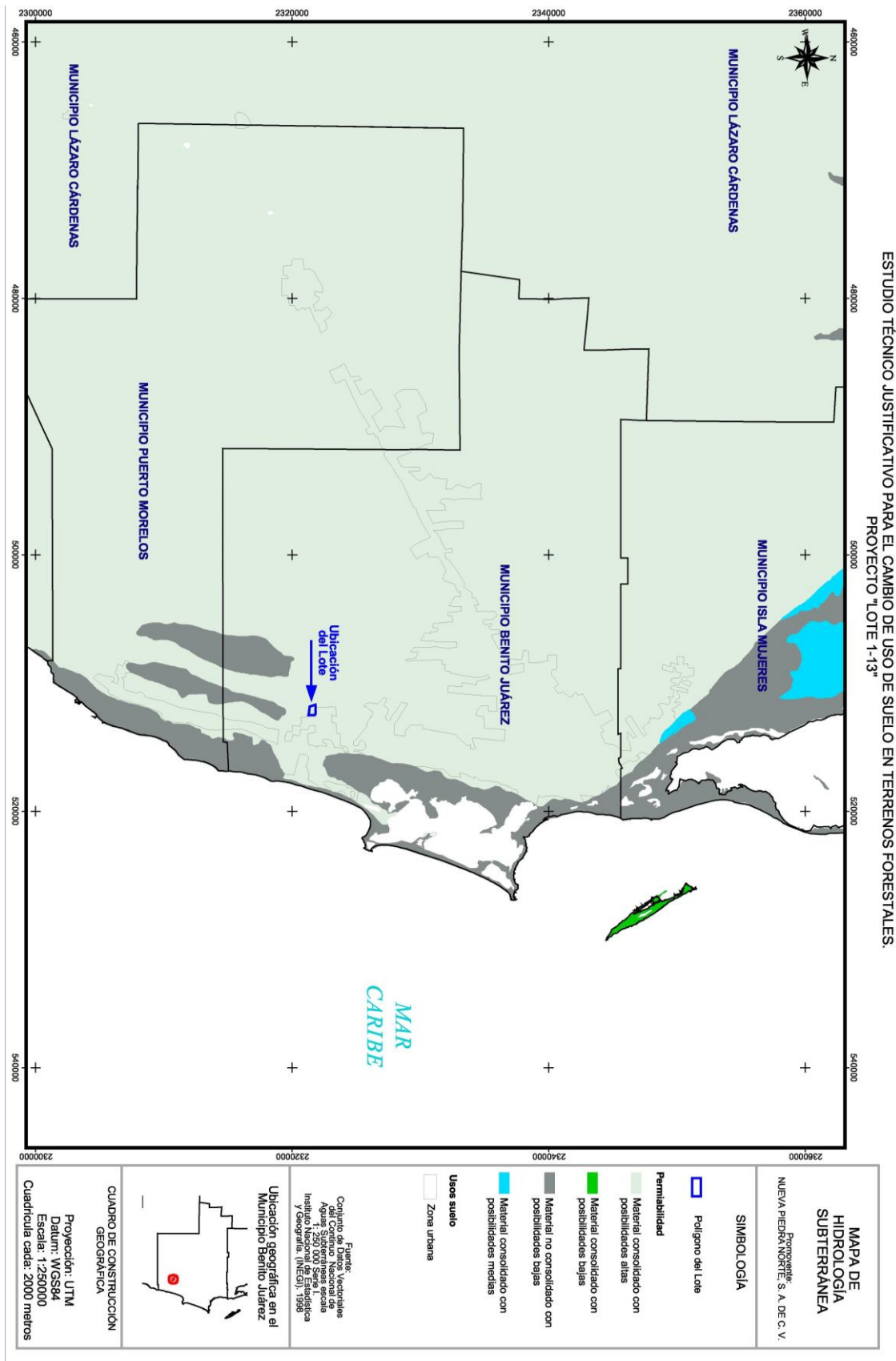
### **5.2.2. Medio biótico**

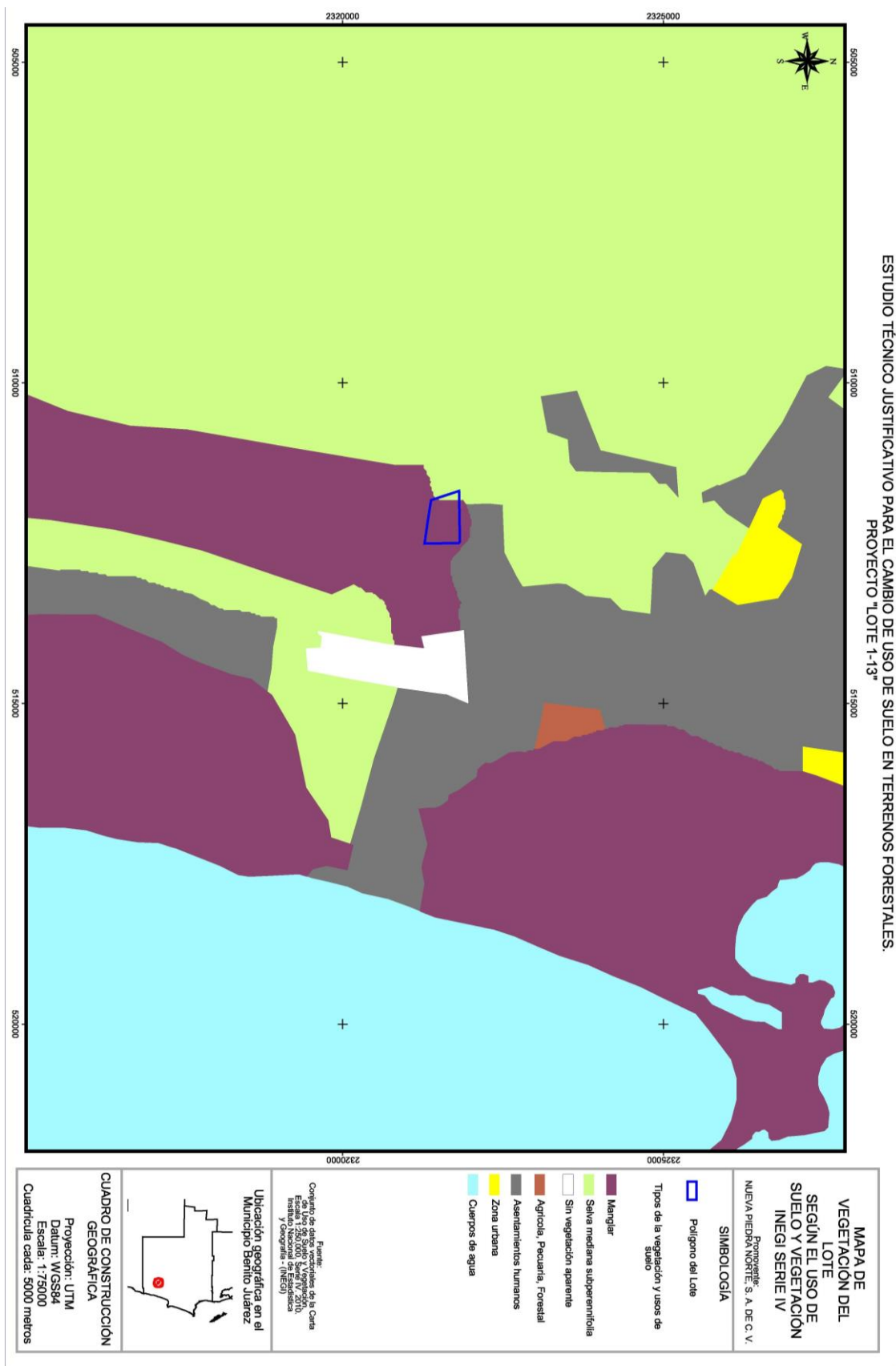
#### **a. Flora**

De acuerdo con la carta de uso de suelo y vegetación del INEGI (Seria IV), el predio del proyecto se ubica en una zona con presencia de Manglar y Selva mediana subperennifolia (ver plano de la página 12).

No obstante lo señalado en el párrafo anterior, se procedió a realizar un estudio de la vegetación que se desarrolla en la superficie de aprovechamiento, a través de un inventario forestal al interior de los polígonos propuestos para realizar el CUSTF, a fin de conocer las especies que conforman cada uno de los estratos de la vegetación, así como las características dasométricas del arbolado.







Una de las primeras actividades realizadas durante la toma de datos en campo, consistió en identificar los límites de los polígonos de aprovechamiento mediante el GPS; una vez corroborados dichos datos se procedió a identificar el tipo de vegetación, así como las condiciones en las que ésta se encontraba, como puede observarse en las siguientes imágenes.



### a.1. Diseño del muestreo

Una vez definida la poligonal del predio, así como el polígono de CUSTF, se procedió a realizar el inventario forestal, con la finalidad de obtener las características particulares de la vegetación, conforme a lo siguiente:

Para el estudio de los estratos que componen la estructura vertical de la vegetación (arbóreo, arbustivo y herbáceo), se llevó a cabo un muestreo sistemático a través de cuadrantes o parcelas de muestreo, cuyas características se describen en los siguientes puntos:



**Estrato arbóreo.-** Para el estudio de este estrato se trazaron 21 cuadrantes de 40 m x 25 m (1000 m<sup>2</sup> por cada sitio), a través del cual se tomaron los datos dasométricos del arbolado adulto con diámetro a la altura del pecho (DAP) igual o mayor a 10 cm.

**Estrato arbustivo.-** Para el estudio de este estrato se trazaron 21 subcuadrantes de 5 m x 5 m (25 m<sup>2</sup> por cada sitio). Dentro de cada cuadrante se tomaron los datos dasométricos del arbolado joven con diámetro a la altura del pecho menor a 10 cm.

**Estrato herbáceo.-** Para el estudio de este estrato se trazaron 21 subcuadrantes de 1.5 m x 1.5 m (2.25 m<sup>2</sup> por cada sitio). Dentro de cada cuadrante se tomaron los datos de altura y cobertura para cada individuo identificado.

En la siguiente tabla se presentan las coordenadas de los sitios de muestreo utilizados durante el inventario forestal dentro del predio del proyecto.

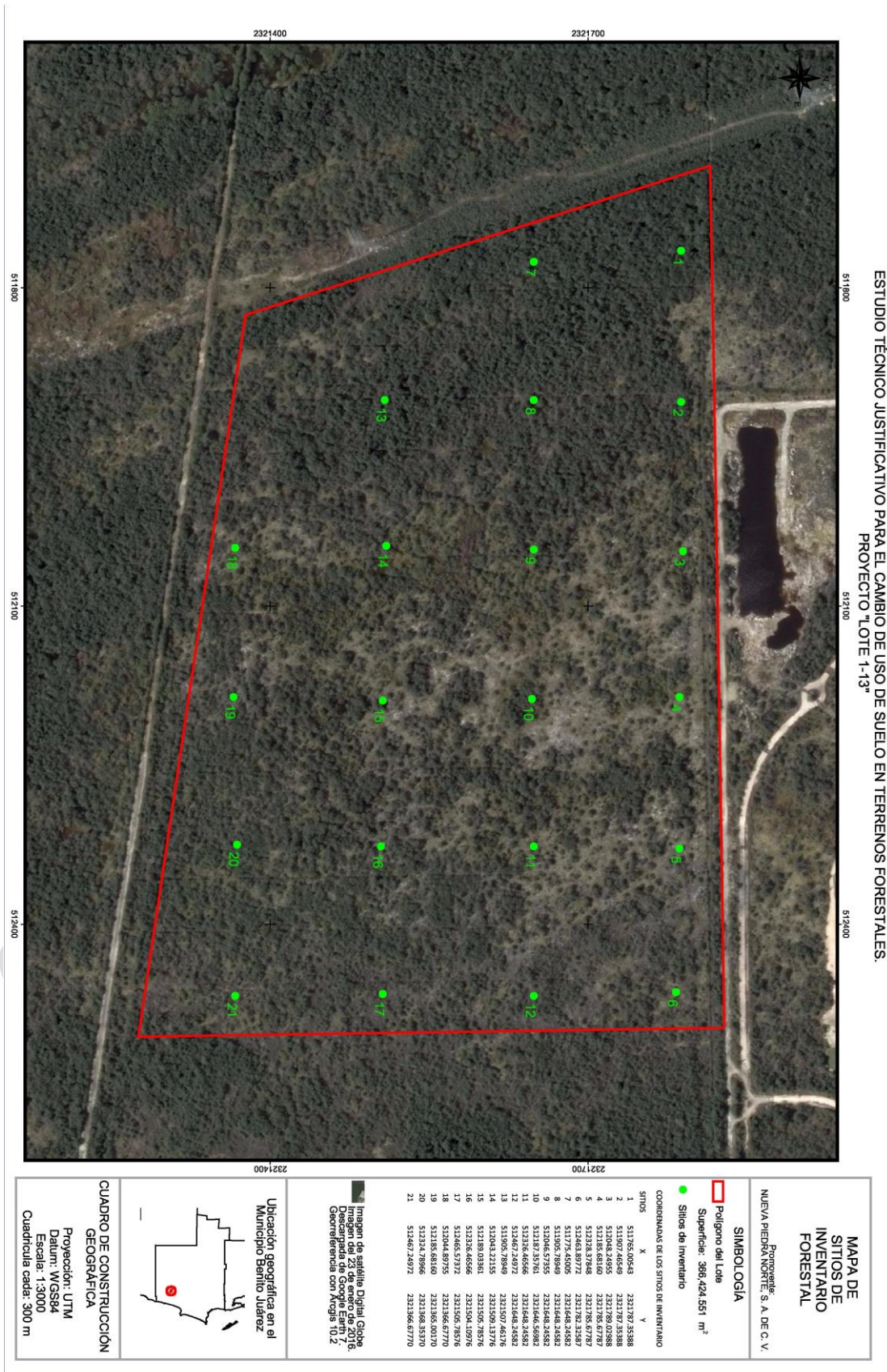
SITIOS DE MUESTREO					
SITIOS	X	Y	SITIOS	X	Y
1	511765.00543	2321787.35388	12	512467.24972	2321648.24582
2	511907.46549	2321787.35388	13	511905.78949	2321507.46176
3	512048.24955	2321789.02988	14	512043.22155	2321509.13776
4	512185.68160	2321785.67787	15	512189.03361	2321505.78576
5	512328.37848	2321785.67787	16	512326.46566	2321504.10976
6	511775.45005	2321648.24582	17	512465.57372	2321505.78576
7	512463.89772	2321782.32587	18	512044.89755	2321366.67770
8	511905.78949	2321648.24582	19	512185.68160	2321365.00170
9	512046.57355	2321648.24582	20	512324.78966	2321368.35370
10	512187.35761	2321646.56982	21	512467.24972	2321366.67770
11	512326.46566	2321648.24582	Superficie: 21,000 m <sup>2</sup>		

En el plano de la página siguiente se muestra la distribución de los sitios de muestreo utilizados durante el inventario forestal.

Una vez llevado a cabo el inventario, se procedió a realizar un trabajo de gabinete en el que se determinaron las características dasométricas de los estratos que integran la vegetación del predio; así como las especies de flora que componen la misma, a partir de la cual se determinó el tipo de vegetación que se desarrolla en toda la superficie de aprovechamiento.

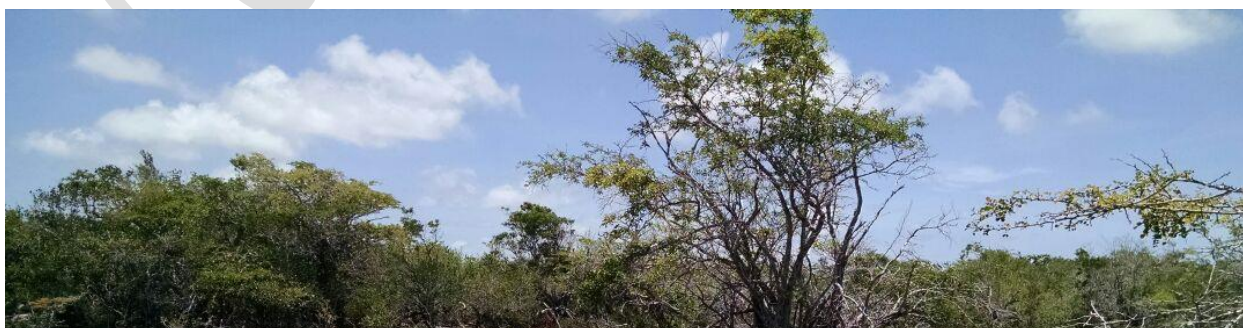
En las imágenes de la página 15 se muestran las actividades realizadas durante el inventario forestal.





## a.2. Condiciones ambientales del ecosistema que se desarrolla en el predio

El ecosistema que se desarrolla al interior de la superficie del predio, y por ende, en la superficie de aprovechamiento, se encuentra en buen estado de conservación, pues se trata de una zona con vegetación nativa que no ha sido intervenida por la acción del hombre; y en ese sentido aún conserva su estructura y composición original, aunque cabe aclarar que se puede determinar cierta afectación en su condición de regeneración, pues a pesar de estar bien conservada, se trata de un estado secundario, ya que la altura, densidad, distribución de especies, y el área basal estimado, no corresponde a un ecosistema primario. En las imágenes siguientes se pueden observar las condiciones ambientales de la vegetación.

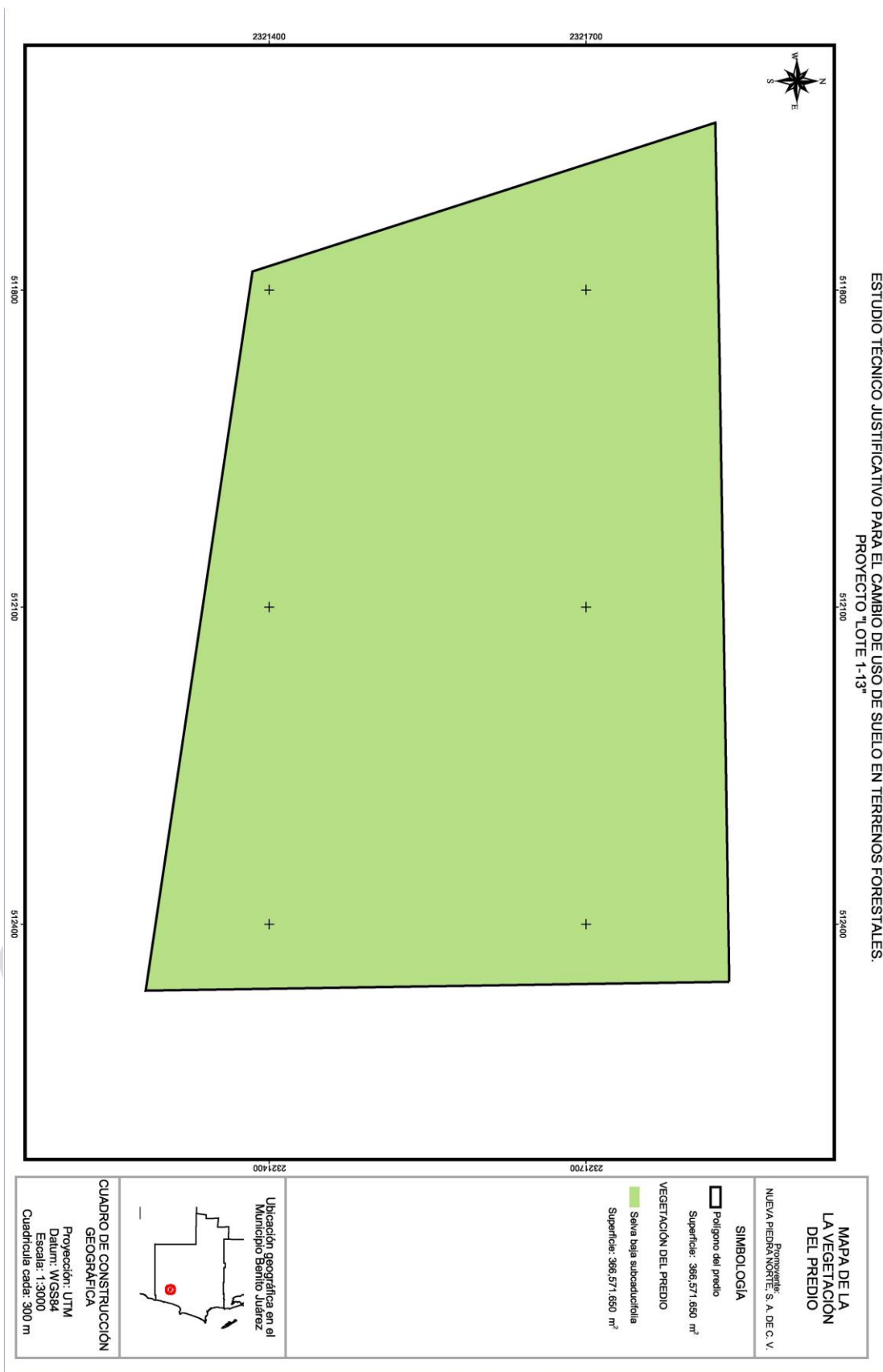






### a.3. Descripción fisonómica de la vegetación

De acuerdo con el estudio realizado en campo, y conforme al análisis realizado en gabinete, se determinó que la vegetación existente en la superficie de cambio de uso de suelo, corresponde a Selva baja subcaducifolia (ver planos de la páginas siguientes), la cual presenta tres estratos en su estructura vertical, a saber: estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo; siendo el estrato arbóreo el que se observa mejor representado, con un dosel generalmente abierto, aunque en algunas zonas se observa cerrado; y los individuos que lo integran presentan una distribución más o menos heterogénea, con la predominancia de ciertas especies. El estrato arbustivo es escaso y disperso, pues acusa una fuerte competencia por el espacio y los nutrientes con el estrato superior. En cuanto al estrato herbáceo, este se encuentra compuesto en forma predominante por plántulas de especies nativas, aunque se observa una baja tasa de regeneración natural, pues su representación también es escasa y dispersa. A continuación se describen las características particulares de cada estrato.







**Estrato arbóreo.-** Se encuentra conformado por ejemplares adultos con un diámetro normal (DAP) mayor a 10 cm; siendo el diámetro promedio del estrato igual a 15.35 cm; con un máximo registrado en los sitios de muestreo de 51.60 cm correspondiente a un individuo de la especie *Manilkara zapota* (zapote); y un mínimo registrado de 10 cm perteneciente a ejemplares de diversas especies. La altura promedio del arbolado es de 5.4 m; con un máximo registrado en los sitios de muestreo de 12 m para un ejemplar de la especie *Haematoxylum campechianum* (palo tinto); y un mínimo de 2 m para un individuo de la especie *Manilkara zapota* (zapote).

**Estrato arbustivo.-** Se encuentra conformado por ejemplares juveniles en desarrollo con un diámetro normal (DAP) menor a 10 cm; siendo el diámetro promedio del estrato igual a 2.63 cm, con un máximo registrado en los sitios de muestreo de 9.20 cm para un ejemplar de *Erythroxylum confusum* (choo-che); y un mínimo registrado de 1 cm perteneciente a ejemplares de diversas especies. La altura promedio es de 2.66 m; con un máximo registrado en los sitios de muestreo de 7 m para un ejemplar de la especie *Jatropha gaumeri* (pomolche); y un mínimo de 1.30 cm para un ejemplar de la especie *Esenbeckia pentaphylla* (naranjillo).

**Estrato herbáceo o sotobosque.-** Se encuentra conformado por plantas herbáceas y plántulas producto de la regeneración natural del ecosistema. La altura promedio del estrato es de 23.57 cm; con un máximo registrado en los sitios de muestreo de 98 cm para un ejemplar de *Acacia gaumeri* (catzin), y un mínimo registrado de 8 cm para un ejemplar de *Byrsonima bucidaefolia* (sac pah). La cobertura promedio de la vegetación en el sotobosque es de 12.41 cm, con un máximo registrado en los sitios de muestreo de 20 cm para ejemplares de diversas especies; y un mínimo registrado de 3 cm para un ejemplar de *Haematoxylum campechianum* (palo tinto).

#### a.4. Composición de la vegetación

A continuación se presenta un listado de las especies presentes dentro de la superficie de cambio de uso de suelo; sin embargo, cabe aclarar que el inventario forestal realizado en los sitios de muestreo, fue complementado con observaciones directas en campo para enriquecer el número de especies presentes.

##### a.4.1. A nivel de toda la superficie de aprovechamiento:

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i>	Chechen
Apocynaceae	<i>Plumeria rubra</i>	Flor de mayo
Apocynaceae	<i>Thevetia gaumeri</i>	Akitz
Araliaceae	<i>Dendropanax arboreus</i>	Chechen blanco
Arecaceae	<i>Acoelorrhaphe wrightii</i>	Tasiste

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Chacah
Cyperaceae	<i>Cladium jamaicensis</i>	Pasto de sabana
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum confusum</i>	Choo-che
Euphorbiaceae	<i>Croton reflexifollus</i>	Peerez-cutz
Euphorbiaceae	<i>Gymnanthes lucida</i>	Yayte
Euphorbiaceae	<i>Jatropha gaumeri</i>	Pomolche
Fabaceae	<i>Acacia cornigera</i>	Subín
Fabaceae	<i>Acacia gaumeri</i>	Catzín
Fabaceae	<i>Diphysa carthagenensis</i>	Ruda de monte
Fabaceae	<i>Gliricidia sepium</i>	Cacaoche
Fabaceae	<i>Gymnopodium floribundum</i>	Tzitzilche
Fabaceae	<i>Haematoxylum campechianum</i>	Palo tinto
Fabaceae	<i>Lonchocarpus xuul</i>	Xuul
Fabaceae	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tzalam
Fabaceae	<i>Piscidia piscipula</i>	Jabín
Fabaceae	<i>Swartzia cubensis</i>	Catalox
Icacinaceae	<i>Ottoschulzia pallida</i>	Uvasché
Lamiaceae	<i>Vitex gaumeri</i>	Ya'ax nik
Lauraceae	<i>Nectandra coriacea</i>	Laurelillo
Malpighiaceae	<i>Byrsonima bucidaefolia</i>	Sac pah
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Pixoy
Malvaceae	<i>Malvaviscus arboreus</i>	Tulipancillo
Moraceae	<i>Ficus cotinifolia</i>	Higgo copo
Moraceae	<i>Ficus padifolia</i>	Higuera
Myrtaceae	<i>Myrcianthes fragrans</i>	Guayabillo
Polygonaceae	<i>Coccoloba barbadensis</i>	Sac boob
Polygonaceae	<i>Coccoloba spicata</i>	Boob
Polygonaceae	<i>Gymnopodium floribundum</i>	Tzitzilche
Rubiaceae	<i>Randia longiloba</i>	Cruceta
Rutaceae	<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	Naranjillo
Sapindaceae	<i>Gymnanthes lucida</i>	Yayte
Sapindaceae	<i>Thouinia paucidentata</i>	Canchunub
Sapotaceae	<i>Manilkara zapota</i>	Zapote
Verbenaceae	<i>Lantana involucrata</i>	Orégano de monte

De acuerdo con el inventario forestal realizado en la superficie de aprovechamiento proyectada, se obtuvo el registro de 39 especies vegetales, distribuidas en 22 familias, donde la más importante fue la familia Fabaceae con un total de 10 registros; seguida de las familias Euphorbiaceae y Polygonaceae con 3 registros cada una; el resto de las familias se encuentra representada por 2 o menos especies.

**a.4.2. A nivel del estrato arbóreo:**

FAMILIAS	ESPECIES	NOMBRE COMÚN
Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i>	Chechen
Apocynaceae	<i>Plumeria rubra</i>	Flor de mayo
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Chacah
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum confusum</i>	Choo-che
Euphorbiaceae	<i>Croton reflexifollus</i>	Peerez-cutz
Euphorbiaceae	<i>Gymnanthes lucida</i>	Yayte
Euphorbiaceae	<i>Jatropha gaumeri</i>	Pomolche
Fabaceae	<i>Diphysa carthagenensis</i>	Ruda de monte
Fabaceae	<i>Gliricidia sepium</i>	Cacaoche
Fabaceae	<i>Haematoxylum campechianum</i>	Palo tinto
Fabaceae	<i>Lonchocarpus xuul</i>	Xuul
Fabaceae	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tzalam
Fabaceae	<i>Piscidia piscipula</i>	Jabín
Icacinaceae	<i>Ottoschulzia pallida</i>	Uvasché
Lamiaceae	<i>Vitex gaumeri</i>	Ya'ax nik
Malpighiaceae	<i>Byrsonima bucidaefolia</i>	Sac pah
Moraceae	<i>Ficus cotinifolia</i>	Higgo copo
Moraceae	<i>Ficus padifolia</i>	Higuera
Myrtaceae	<i>Myrcianthes fragrans</i>	Guayabillo
Polygonaceae	<i>Coccoloba barbadensis</i>	Sac boob
Polygonaceae	<i>Gymnopodium floribundum</i>	Tzitzilche
Rubiaceae	<i>Randia longiloba</i>	Cruceta
Rutaceae	<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	Naranjillo
Sapindaceae	<i>Thouinia paucidentata</i>	Canchunub
Sapotaceae	<i>Manilkara zapota</i>	Zapote

Así mismo, concluimos que a nivel del estrato arbóreo se registró un total de 25 especies distribuidas en 16 familias, de las cuales, la familia Fabaceae fue la más importante con un total de 6 registros; seguida de la familia Euphorbiaceae con 3 registros; el resto de las familias se encuentran representadas por 2 o menos especies.

**a.4.3. A nivel del estrato arbustivo:**

Sólo se contemplan aquellas especies registradas en el inventario forestal, sin embargo, no se descarta la presencia de todas las especies registradas a nivel del estrato arbóreo, pues se trata de un estrato conformado por árboles jóvenes en desarrollo y especies propiamente arbustivas.

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i>	Chechen
Araliaceae	<i>Dendropanax arboreus</i>	Chechen blanco
Arecaceae	<i>Acoelorrhaphe wrightii</i>	Tasiste
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Chacah
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum confusum</i>	Choo-che
Euphorbiaceae	<i>Gymnanthes lucida</i>	Yayte
Euphorbiaceae	<i>Jatropha gaumeri</i>	Pomolche
Fabaceae	<i>Acacia gaumeri</i>	Catzín
Fabaceae	<i>Diphysa carthagenensis</i>	Ruda de monte
Fabaceae	<i>Gliricidia sepium</i>	Cacaoche
Fabaceae	<i>Haematoxylum campechianum</i>	Palo tinto
Fabaceae	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tzalam
Fabaceae	<i>Piscidia piscipula</i>	Jabin
Fabaceae	<i>Swartzia cubensis</i>	Catalox
Lamiaceae	<i>Vitex gaumeri</i>	Ya'ax nik
Lauraceae	<i>Nectandra coriacea</i>	Laurelillo
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Pixoy
Myrtaceae	<i>Myrcianthes fragrans</i>	Guayabillo
Polygonaceae	<i>Coccoloba spicata</i>	Boob
Polygonaceae	<i>Gymnopodium floribundum</i>	Tzitzilche
Rubiaceae	<i>Randia longiloba</i>	Cruceta
Rutaceae	<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	Naranjillo
Verbenaceae	<i>Lantana involucrata</i>	Orégano de monte

A nivel del estrato arbustivo se registró un total de 23 especies distribuidas en 15 familias, de acuerdo con el inventario forestal, de las cuales, la familia Fabaceae fue la más importante con un total de 7 registros; seguida de las familias Euphorbiaceae y Polygonaceae con 2 registros cada una; el resto de las familias se encuentran representadas por 1 especie.

#### a.4.4. A nivel del estrato herbáceo:

Sólo se contemplan aquellas especies registradas en el inventario forestal, sin embargo, no se descarta la presencia de todas las especies registradas a nivel de los estratos arbóreo y arbustivo, pues se trata de un estrato conformado por especies producto de la regeneración natural del ecosistema, además de especies propiamente herbáceas.

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i>	Chechem
Apocynaceae	<i>Thevetia gaumeri</i>	Akitz
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Chacah
Cyperaceae	<i>Cladium jamaicensis</i>	Pasto de sabana

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum confusum</i>	Choo-che
Fabaceae	<i>Acacia cornigera</i>	Subín
Fabaceae	<i>Acacia gaumeri</i>	Catzin
Fabaceae	<i>Gliricidia sepium</i>	Cacaoche
Fabaceae	<i>Gymnopodium floribundum</i>	Tzitzilche
Fabaceae	<i>Haematoxylum campechianum</i>	Palo tinto
Fabaceae	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tzalam
Lauraceae	<i>Nectandra coriacea</i>	Laurelillo
Malpighiaceae	<i>Byrsonima bucidaefolia</i>	Sac pah
Malvaceae	<i>Malvaviscus arboreus</i>	Tulipancillo
Myrtaceae	<i>Myrcianthes fragrans</i>	Guayabillo
Rubiaceae	<i>Randia longiloba</i>	Cruceta
Rutaceae	<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	Naranjillo
Sapindaceae	<i>Gymnanthes lucida</i>	Yayte
Verbenaceae	<i>Lantana involucrata</i>	Orégano de monte

Se obtuvo un registro un total de 19 especies a nivel del estrato herbáceo, distribuidas en 14 familias, de acuerdo con el inventario forestal; de las cuales, la familia Fabaceae fue la más importante con 6 registros; el resto de las familias se encuentran representadas por 1 especie.

#### a.5. Epífitas vasculares presentes en la superficie de aprovechamiento

Este grupo está conformado por organismos cuyo ciclo de vida se desarrolla íntegramente sobre o dentro de los tejidos muertos exteriores de otras plantas, sin obtener agua o nutrientes de tejidos vivos. Las epífitas son un elemento importante de la diversidad de los ecosistemas y esenciales en la estructura y dinámica de la fauna asociada.

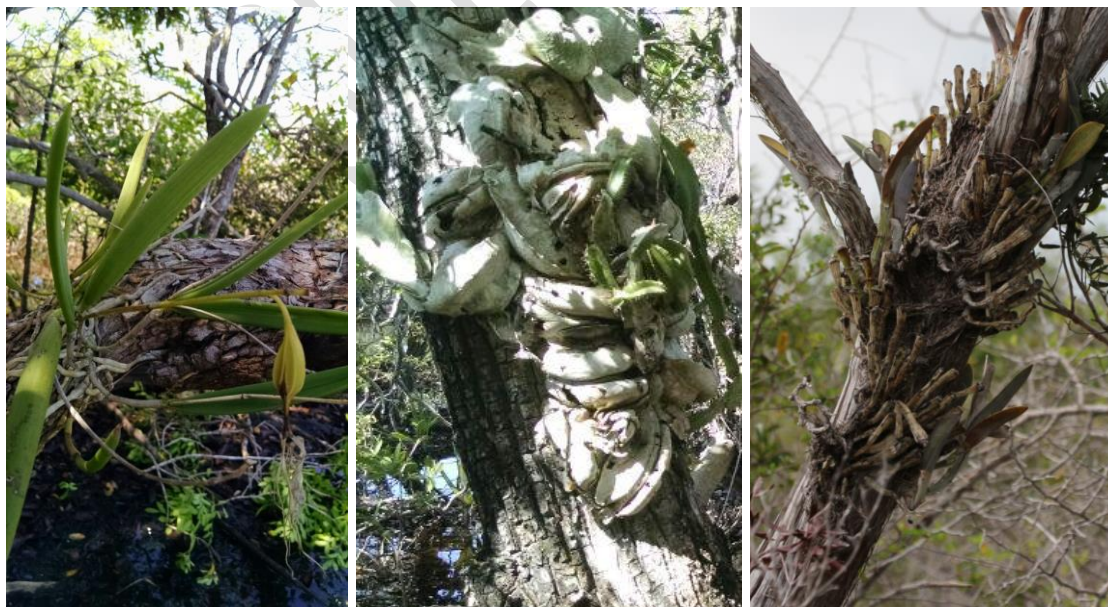
**Metodología del inventario:** Para el estudio de este grupo florístico se utilizaron los 12 sitios de muestreo establecidos dentro de los polígonos de aprovechamiento (usados para el inventario forestal), de tal manera que durante el levantamiento de los datos en campo, se realizó una revisión exhaustiva de cada individuo inventariado a nivel de los estratos arbóreo y arbustivo, a fin de determinar la existencia de epífitas vasculares, y posteriormente registrar la especie y el número de individuos por especie identificados. Los grupos de epífitas estudiados fueron Bromeliaceae, Orchidaceae y otras epífitas (incluidas Loranthaceae, Cactaceae, Araceae y otras especies más conspicuas).

De acuerdo con esta metodología, se muestreó un total de 380 árboles adultos (estrato arbóreo) y 156 árboles jóvenes (estrato arbustivo), pudiendo obtener los siguientes resultados.

**Resultados del inventario (composición de especies):** De acuerdo con la metodología aplicada durante el inventario de epífitas vasculares, se pudo constatar la existencia de 8 especies distribuidas en 4 familias de las cuales, la más importante fue la Orchidaceae con el mayor número de registros (3 en total); tal como se muestra en la siguiente tabla:

EPIFITAS VASCULARES			
REGISTRO	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
1	Araceae	<i>Anthurium schlechtendalii</i>	Bobtún
2	Bromeliaceae	<i>Aechmea bracteata</i>	X'chu
3	Bromeliaceae	<i>Tillandsia festucoides</i>	Gatillo
4	Cactaceae	<i>Selenicereus donkelaarii</i>	Chohkan
5	Cactaceae	<i>Selenicereus testudo</i>	Pitaya tortuga
6	Orquidaceae	<i>Brassavola nodosa</i>	Dama de noche
7	Orquidaceae	<i>Catasetum integerrimum</i>	Cebolleta
8	Orquidaceae	<i>Myrmecophila tibicinis</i>	Homikin

En las siguientes imágenes se muestran algunos ejemplares registrados durante el inventario.



### a.6. Especies registradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010

Del total de especies registradas en la vegetación que se desarrolla al interior de la superficie de aprovechamiento, sólo se identificó una especie incluida en la Norma Oficial Mexicana en comento, a saber, *Beaucarnea plianobilis* (despeinada), especie incluida en la categoría de amenazada. Es importante mencionar que esta especie no fue registrada en los sitios de muestreo durante el inventario forestal, pero si fue registrada mediante avistamientos directos en campo.

### a.7. Índice del Valor de importancia

Con la finalidad de jerarquizar la dominancia de cada especie registrada en la vegetación muestreada a nivel de los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo, se calculó el Índice de Valor de Importancia (IVI), el cual fue ya fue descrito en apartados anteriores. Es un índice sintético estructural que se calcula de la siguiente manera:

$$IVI = A\% + F\% + D\%$$

Donde:

**IVI:** índice de valor de importancia

**A%:** abundancia relativa

**F%:** frecuencia relativa

**D%:** dominancia relativa

A continuación se presentan los valores de importancia calculados para las especies registradas en los diferentes estratos identificados en la vegetación, de acuerdo con los cálculos realizados.

ÍNDICE DEL VALOR DE IMPORTANCIA (A%+F%+D%) - ARBÓREO				
ESPECIES	A%= NI/N * 100	F%= FI/FT * 100	D%= GI / $\sum$ GI * 100	IVI
<i>Haematoxylum campechianum</i>	33.42	17.12	34.39	84.92
<i>Manilkara zapota</i>	27.37	14.41	36.69	78.48
<i>Erythroxylum confusum</i>	16.32	16.22	11.59	44.12
<i>Metopium brownei</i>	3.68	9.01	2.42	15.12
<i>Byrsonima bucidaefolia</i>	2.89	5.41	1.69	9.99
<i>Piscidia piscipula</i>	1.84	3.60	2.62	8.07
<i>Gymnopodium floribundum</i>	1.84	4.50	0.91	7.26
<i>Randia longiloba</i>	1.84	3.60	0.82	6.27
<i>Vitex gaumeri</i>	1.32	2.70	2.08	6.10
<i>Bursera simaruba</i>	1.32	3.60	0.97	5.89

ÍNDICE DEL VALOR DE IMPORTANCIA (A%+F%+D%) - ARBÓREO				
ESPECIES	A%= NI/N * 100	F%= FI/FT * 100	D%= GI / $\sum$ GI * 100	IVI
<i>Gliricidia sepium</i>	1.84	2.70	1.16	5.71
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	0.79	1.80	0.50	3.09
<i>Ottoschulzia pallida</i>	0.53	1.80	0.62	2.95
<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	0.53	1.80	0.45	2.78
<i>Plumeria rubra</i>	0.53	1.80	0.39	2.72
<i>Coccoloba barbadensis</i>	1.05	0.90	0.66	2.61
<i>Gymnanthes lucida</i>	0.53	1.80	0.25	2.58
<i>Diphysa carthagenensis</i>	0.53	0.90	0.54	1.97
<i>Lonchocarpus xuul</i>	0.26	0.90	0.38	1.54
<i>Ficus cotinifolia</i>	0.26	0.90	0.23	1.39
<i>Myrcianthes fragrans</i>	0.26	0.90	0.16	1.32
<i>Thouinia paucidentata</i>	0.26	0.90	0.13	1.30
<i>Jatropha gaumeri</i>	0.26	0.90	0.13	1.29
<i>Croton reflexifolius</i>	0.26	0.90	0.11	1.27
<i>Ficus padifolia</i>	0.26	0.90	0.10	1.26
<b>TOTALES</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>

De acuerdo con los datos presentados en la tabla que antecede, se observa que las tres especies más importantes a nivel del estrato arbóreo son *Haematoxylum campechianum* (palo tinto) con un IVI de 84.92 puntos; *Manilkara zapota* (zapote) con un IVI de 78.48 puntos y *Erythroxylum confusum* (choo-che) con un IVI de 44.12. Así mismo, se advierte que son 4 las especies más representativas e importantes en el estrato arbóreo con un IVI promedio de 55.66 puntos, en un rango de 15-85 puntos; mientras que el IVI promedio para las especies menos representativas (21 en total) es de 3.68 puntos en un rango de 1-10 puntos.

ÍNDICE DEL VALOR DE IMPORTANCIA (A%+F%+D%) - ARBUSTIVO				
ESPECIES	A%= NI/N * 100	F%= FI/FT * 100	D%= GI / $\sum$ GI * 100	IVI
<i>Myrcianthes fragrans</i>	29.49	13.89	12.70	56.07
<i>Erythroxylum confusum</i>	12.82	9.72	26.90	49.44
<i>Randia longiloba</i>	10.26	12.50	9.18	31.94
<i>Gymnopodium floribundum</i>	8.33	6.94	8.10	23.38
<i>Haematoxylum campechianum</i>	8.33	8.33	6.61	23.28
<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	7.05	6.94	2.26	16.25
<i>Vitex gaumeri</i>	1.92	4.17	5.82	11.91
<i>Coccoloba spicata</i>	1.92	4.17	4.45	10.54
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	1.28	2.78	5.16	9.22
<i>Nectandra coriacea</i>	2.56	5.56	0.46	8.58
<i>Guazuma ulmifolia</i>	1.92	2.78	3.07	7.77



<b>ÍNDICE DEL VALOR DE IMPORTANCIA (A%+F%+D%) - ARBUSTIVO</b>				
<b>ESPECIES</b>	<b>A%= NI/N * 100</b>	<b>F%= FI/FT * 100</b>	<b>D%= GI / ∑GI * 100</b>	<b>IVI</b>
<i>Jatropha gaumeri</i>	1.28	2.78	2.72	6.78
<i>Piscidia piscipula</i>	1.28	2.78	1.94	6.00
<i>Lantana involucrata</i>	2.56	2.78	0.31	5.65
<i>Metopium brownei</i>	1.92	2.78	0.86	5.56
<i>Diphysa carthagenensis</i>	1.28	1.39	2.40	5.07
<i>Gliricidia sepium</i>	0.64	1.39	3.04	5.07
<i>Acoelorrhapha wrightii</i>	0.64	1.39	2.62	4.65
<i>Acacia gaumeri</i>	1.92	1.39	0.55	3.87
<i>Bursera simaruba</i>	0.64	1.39	0.56	2.59
<i>Swartzia cubensis</i>	0.64	1.39	0.16	2.19
<i>Dendropanax arboreus</i>	0.64	1.39	0.09	2.12
<i>Gymnanthes lucida</i>	0.64	1.39	0.06	2.09
<b>TOTALES</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>

De acuerdo con los datos presentados en la tabla que antecede, se observa que las tres especies más importantes a nivel del estrato arbustivo son *Myrcianthes fragrans* (guayabillo) con un IVI de 56.07 puntos; *Erythroxylum confusum* (choo-che) con un IVI de 49.44 puntos y *Randia longiloba* (cruceta) con un IVI de 31.94 puntos. Así mismo, se advierte que son 6 las especies más representativas e importantes en el estrato arbustivo con un IVI promedio de 33.39 puntos, en un rango de 16-57 puntos; mientras que el IVI promedio para las especies menos representativas (17 en total) es de 5.86 puntos en un rango de 2-12 puntos.

<b>ÍNDICE DEL VALOR DE IMPORTANCIA (A%+F%+D%) – HERBÁCEO</b>				
<b>ESPECIES</b>	<b>A%= NI/N * 100</b>	<b>F%= FI/FT * 100</b>	<b>D%= GI / ∑GI * 100</b>	<b>IVI</b>
<i>Myrcianthes fragrans</i>	21.51	11.76	21.48	54.75
<i>Haematoxylum campechianum</i>	16.13	13.73	16.84	46.70
<i>Randia longiloba</i>	10.75	11.76	10.58	33.10
<i>Lantana involucrata</i>	9.68	7.84	9.85	27.37
<i>Nectandra coriacea</i>	4.30	7.84	4.96	17.11
<i>Byrsonima bucidaefolia</i>	5.38	5.88	3.91	15.16
<i>Gliricidia sepium</i>	3.23	5.88	3.17	12.28
<i>Bursera simaruba</i>	3.23	3.92	4.48	11.62
<i>Cladium jamaicensis</i>	4.30	1.96	4.56	10.82
<i>Acacia cornigera</i>	3.23	3.92	3.50	10.65
<i>Malvaviscus arboreus</i>	3.23	3.92	3.42	10.56
<i>Erythroxylum confusum</i>	3.23	3.92	3.25	10.40
<i>Acacia gaumeri</i>	3.23	3.92	2.60	9.75

ÍNDICE DEL VALOR DE IMPORTANCIA (A%+F%+D%) – HERBÁCEO				
ESPECIES	A%= NI/N * 100	F%= FI/FT * 100	D%= GI / $\sum$ GI * 100	IVI
<i>Gymnopus floribundum</i>	2.15	3.92	1.87	7.94
<i>Gymnanthes lucida</i>	2.15	1.96	1.95	6.06
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	1.08	1.96	1.06	4.09
<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	1.08	1.96	0.98	4.01
<i>Metopium brownei</i>	1.08	1.96	0.98	4.01
<i>Thevetia gaumeri</i>	1.08	1.96	0.57	3.61
<b>TOTALES</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>

De acuerdo con los datos presentados en la tabla que antecede, se observa que las tres especies más importantes a nivel del estrato herbáceo son *Myrcianthes fragrans* (guayabillo) con un IVI de 54.75 puntos; *Haematoxylum campechianum* (palo tinto) con un IVI de 46.70 y *Randia longiloba* (cruceta) con un IVI de 33.10 puntos. Así mismo, se advierte que son 6 las especies más representativas e importantes en el estrato herbáceo con un IVI promedio de 32.36 puntos, en un rango de 15-55; mientras que el IVI promedio para las especies menos representativas (13 en total) es de 8.14 puntos en un rango de 3-13 puntos.

ÍNDICE DEL VALOR DE IMPORTANCIA (A%+F%+D%) - EPÍFITAS VASCULARES				
ESPECIES	A%= NI/N * 100	F%= FI/FT * 100	D%= GI / $\sum$ GI * 100	IVI
<i>Tillandsia festucoides</i>	44.82	19.23	16.83	80.88
<i>Myrmecophila tibicinis</i>	17.35	17.31	12.13	46.79
<i>Anthurium schlechtendalii</i>	14.94	13.46	10.57	38.97
<i>Aechmea bracteata</i>	10.84	11.54	8.81	31.19
<i>Catasetum integerrimum</i>	7.47	13.46	10.18	31.11
<i>Brassavola nodosa</i>	2.65	9.62	15.85	28.12
<i>Selenicereus donkelaarii</i>	1.45	11.54	10.96	23.94
<i>Selenicereus testudo</i>	0.48	3.85	14.68	19.01
<b>TOTALES</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>

De acuerdo con los datos presentados en la tabla que antecede, se observa que las especies más importantes en el grupo de las epífitas vasculares son *Tillandsia festucoides* (gatillo) con un IVI de 80.88 puntos; *Myrmecophila tibicinis* (homikin) con un IVI de 46.79; y *Anthurium schlechtendalii* (bobtún) con un IVI de 38.97 puntos. El resto de las especies (5 en total) presentan un IVI promedio de 26.67 puntos en un rango de 19-32 puntos.

### a.8. Índice de diversidad

Para estimar el índice de diversidad de la flora presente en la superficie de aprovechamiento, se tomaron los datos del inventario forestal realizado; a través del cual se obtuvo datos de abundancia relativa por especie y por estrato; y finalmente se calculó el índice de diversidad de Shannon – Wiener (1949), el cual ya fue descrito con antelación, y se calcula como:

$$H = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

Donde:

**S** = número total de especies.

$\sum i = 1$  = número total de individuos.

**Pi** = abundancia relativa de la especie i.

**ln Pi** = logaritmo decimal (base 10) de la abundancia relativa de la especie i.

A continuación se presentan los resultados obtenidos en el cálculo del índice de diversidad, por cada estrato de la vegetación.

ESTRATO ARBÓREO				
ESPECIES	DENSIDAD	Pi	LOG <sub>10</sub> Pi	Pi * LOG <sub>10</sub> Pi
<i>Bursera simaruba</i>	5	0.013	-1.88	-0.025
<i>Byrsonima bucidaefolia</i>	11	0.029	-1.54	-0.045
<i>Coccoloba barbadensis</i>	4	0.011	-1.98	-0.021
<i>Croton reflexifolius</i>	1	0.003	-2.58	-0.007
<i>Diphysa carthagenensis</i>	2	0.005	-2.28	-0.012
<i>Erythroxylum confusum</i>	62	0.163	-0.79	-0.128
<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	2	0.005	-2.28	-0.012
<i>Ficus cotinifolia</i>	1	0.003	-2.58	-0.007
<i>Ficus padifolia</i>	1	0.003	-2.58	-0.007
<i>Gliricidia sepium</i>	7	0.018	-1.73	-0.032
<i>Gymnanthes lucida</i>	2	0.005	-2.28	-0.012
<i>Gymnopodium floribundum</i>	7	0.018	-1.73	-0.032
<i>Haematoxylum campechianum</i>	127	0.334	-0.48	-0.159
<i>Jatropha gaumeri</i>	1	0.003	-2.58	-0.007
<i>Lonchocarpus xuul</i>	1	0.003	-2.58	-0.007
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	3	0.008	-2.10	-0.017
<i>Manilkara zapota</i>	104	0.274	-0.56	-0.154
<i>Metopium brownei</i>	14	0.037	-1.43	-0.053
<i>Myrcianthes fragrans</i>	1	0.003	-2.58	-0.007
<i>Ottoschulzia pallida</i>	2	0.005	-2.28	-0.012
<i>Piscidia piscipula</i>	7	0.018	-1.73	-0.032
<i>Plumeria rubra</i>	2	0.005	-2.28	-0.012

ESTRATO ARBÓREO				
ESPECIES	DENSIDAD	Pi	LOG <sub>10</sub> Pi	Pi * LOG <sub>10</sub> Pi
<i>Randia longiloba</i>	7	0.018	-1.73	-0.032
<i>Thouinia paucidentata</i>	1	0.003	-2.58	-0.007
<i>Vitex gaumeri</i>	5	0.013	-1.88	-0.025
<b>Total</b>	<b>380</b>	$H = -\sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$		<b>0.86 decits/ind</b>

ESTRATO ARBUSTIVO				
ESPECIES	DENSIDAD	Pi	LOG <sub>10</sub> Pi	Pi * LOG <sub>10</sub> Pi
<i>Acacia gaumeri</i>	3	0.019	-1.72	-0.033
<i>Acoelorrhaphe wrightii</i>	1	0.006	-2.19	-0.014
<i>Bursera simaruba</i>	1	0.006	-2.19	-0.014
<i>Coccoloba spicata</i>	3	0.019	-1.72	-0.033
<i>Dendropanax arboreus</i>	1	0.006	-2.19	-0.014
<i>Diphysa carthagenensis</i>	2	0.013	-1.89	-0.024
<i>Erythroxylum confusum</i>	20	0.128	-0.89	-0.114
<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	11	0.071	-1.15	-0.081
<i>Gliricidia sepium</i>	1	0.006	-2.19	-0.014
<i>Guazuma ulmifolia</i>	3	0.019	-1.72	-0.033
<i>Gymnanthes lucida</i>	1	0.006	-2.19	-0.014
<i>Gymnopodium floribundum</i>	13	0.083	-1.08	-0.090
<i>Haematoxylum campechianum</i>	13	0.083	-1.08	-0.090
<i>Jatropha gaumeri</i>	2	0.013	-1.89	-0.024
<i>Lantana involucrata</i>	4	0.026	-1.59	-0.041
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	2	0.013	-1.89	-0.024
<i>Metopium brownei</i>	3	0.019	-1.72	-0.033
<i>Myrcianthes fragrans</i>	46	0.295	-0.53	-0.156
<i>Nectandra coriacea</i>	4	0.026	-1.59	-0.041
<i>Piscidia piscipula</i>	2	0.013	-1.89	-0.024
<i>Randia longiloba</i>	16	0.103	-0.99	-0.101
<i>Swartzia cubensis</i>	1	0.006	-2.19	-0.014
<i>Vitex gaumeri</i>	3	0.019	-1.72	-0.033
<b>Total</b>	<b>156</b>	$H = -\sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$		<b>1.06 decits/ind</b>

ESTRATO HERBÁCEO				
ESPECIES	DENSIDAD	Pi	LOG <sub>10</sub> Pi	Pi * LOG <sub>10</sub> Pi
<i>Acacia cornigera</i>	3	0.032	-1.49	-0.048
<i>Acacia gaumeri</i>	3	0.032	-1.49	-0.048
<i>Bursera simaruba</i>	3	0.032	-1.49	-0.048
<i>Byrsonima bucidaefolia</i>	5	0.054	-1.27	-0.068
<i>Cladium jamaicensis</i>	4	0.043	-1.37	-0.059
<i>Erythroxylum confusum</i>	3	0.032	-1.49	-0.048
<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	1	0.011	-1.97	-0.021
<i>Gliricidia sepium</i>	3	0.032	-1.49	-0.048
<i>Gymnanthes lucida</i>	2	0.022	-1.67	-0.036
<i>Gymnopodium floribundum</i>	2	0.022	-1.67	-0.036

ESTRATO HERBÁCEO				
ESPECIES	DENSIDAD	Pi	LOG <sub>10</sub> Pi	Pi * LOG <sub>10</sub> Pi
<i>Haematoxylum campechianum</i>	15	0.161	-0.79	-0.128
<i>Lantana involucrata</i>	9	0.097	-1.01	-0.098
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	1	0.011	-1.97	-0.021
<i>Malvaviscus arboreus</i>	3	0.032	-1.49	-0.048
<i>Metopium brownei</i>	1	0.011	-1.97	-0.021
<i>Myrcianthes fragrans</i>	20	0.215	-0.67	-0.144
<i>Nectandra coriacea</i>	4	0.043	-1.37	-0.059
<i>Randia longiloba</i>	10	0.108	-0.97	-0.104
<i>Thevetia gaumeri</i>	1	0.011	-1.97	-0.021
<b>Total</b>	<b>93</b>		$H = -\sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$	<b>1.10 decits/ind</b>

Como se puede observar en los resultados anteriores, la vegetación de Selva baja subcaducifolia dentro de la superficie de aprovechamiento, ostenta una diversidad baja en cuanto a especies de flora se refiere, ya que en todos los estratos de la vegetación se alcanza un valor de  $H'$  inferior a **1.11 decits/ind** (estrato arbóreo  $H'=0.86$  decits/ind; estrato arbustivo  $H'=1.06$  decits/ind; y estrato herbáceo  $H'=1.10$  decits/ind), siendo los estratos arbustivo y herbáceo los más importantes, ya que alcanzaron los valores más elevados; tomando en cuenta que de acuerdo con el índice de Shannon – Wiener (1949), el valor máximo suele estar cerca de 5, y a mayor valor del índice, indica una mayor biodiversidad del ecosistema.

EPÍFITAS VASCULARES				
ESPECIES	DENSIDAD	Pi	LOG <sub>10</sub> Pi	Pi * LOG <sub>10</sub> Pi
<i>Anthurium schlechtendalii</i>	62	0.149	-0.83	-0.123
<i>Aechmea bracteata</i>	45	0.108	-0.96	-0.105
<i>Tillandsia festucoides</i>	186	0.448	-0.35	-0.156
<i>Selenicereus donkelaarii</i>	6	0.014	-1.84	-0.027
<i>Selenicereus testudo</i>	2	0.005	-2.32	-0.011
<i>Brassavola nodosa</i>	11	0.027	-1.58	-0.042
<i>Catasetum integerrimum</i>	31	0.075	-1.13	-0.084
<i>Myrmecophila tibicinis</i>	72	0.173	-0.76	-0.132
<b>Total</b>	<b>415</b>		$H = -\sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$	<b>0.68 decits/ind</b>

En lo que concierne a las epífitas vasculares, observamos que la diversidad también es baja, ya que el valor alcanzado considerando el índice aplicado, es inferior a 1, siendo que el valor máximo que se puede alcanzar es de 5.

### a.9. Índice de equidad

Es posible calcular las medidas de uniformidad (también llamada equidad) de una comunidad, mediante una ecuación sencilla usando el **Índice de Pielou**, mismo que ya fue descrito con antelación, y se calcula como:

$$J' = \frac{H'}{H'_{\max}}$$

Donde:

$H'$ = es el valor del índice de Shannon-Wiener.

$H'_{\max}$ =  $\text{Log}_{10}$  de S.

S= Número total de especies registradas en la muestra (riqueza).

Al igual que con el índice de diversidad, el índice de equidad de Pielou considera que todas las especies de la comunidad están representadas en la muestra. Este índice adopta valores entre 0 y 1; el número 1 indica que todas las especies son igualmente abundantes y el 0 señala la ausencia de equidad<sup>8</sup>. A continuación se presentan los valores de equidad obtenidos por cada estrato de la vegetación:

ANÁLISIS DE EQUIDAD			
ÍNDICE	ESTRATOS		
	ARBÓREO	ARBUSTIVO	HERBÁCEO
$H'$ ( $\text{log}_{10}$ )	0.86	1.06	1.10
$H'_{\max}$ ( $\text{log}_{10}$ )	2.58	2.19	1.97
<b>Pielou (J')</b>	0.33	0.48	0.56

Como puede observarse en la tabla anterior, podemos observar que en la superficie de aprovechamiento existe una distribución moderadamente heterogénea de todas las especies, lo que se nota con mayor importancia a nivel del estrato arbóreo, ya que el índice de equidad alcanzado es el más bajo, lo cual indica que no todas las especies son igualmente abundantes, es decir, existen especies que predominan en el dosel; sin embargo, podemos observar que a nivel de los estratos arbustivo y herbáceo, la distribución tiende ligeramente más a la homogeneidad, es decir, que la abundancia de cada especie tiende a ser similar, aunque siguen existiendo especies predominantes, pues el valor del índice alcanzado por las especies que lo componen, se encuentra en

<sup>8</sup> Mónica B. Martella. Eduardo V. Trumper. Laura M. Bellis. Daniel Renison. Paola F. Giordano. Gisela Bazzano. Raquel M. Gleiser. Reduca (Biología). Serie Ecología. 5 (1): 71-115, 2012. ISSN: 1989-3620.

un rango intermedio pero cercano a 1, siendo este último el valor máximo que puede arrojar el índice.

ANÁLISIS DE EQUIDAD		
EPÍFITAS VASCULARES		
$H'$ ( $\log_{10}$ )	$H_{max}$ ( $\log_{10}$ )	Pielou ( $J'$ )
0.68	2.62	0.26

En este grupo florístico es más notorio que existen especies que predominan de manera evidente sobre las demás que fueron registradas durante el inventario; es decir, la comunidad se encuentra compuesta por especies cuya distribución es bastante heterogénea (es nula la igualdad de condiciones). Esto tiene correlación con los valores de importancia obtenidos por todas las especies que componen este grupo, pues destacan tres especies como las más importantes, con valores de IVI que sobrepasan por mucho el valor obtenido por las especies menos importantes

## b. Fauna

### b.1. Diseño del muestreo

Para estudiar este componente del ecosistema que se desarrolla dentro de la superficie de CUSTF, se utilizó el método de **transecto o trayecto de línea de distancia variable**, es decir, no existe un ancho definido previamente para realizar las observaciones, por lo cual es posible incluir en el inventario a cualquier individuo que se detecte durante el recorrido, y esta es una de las principales ventajas del método.

Los principales supuestos considerados en la aplicación de este método son los siguientes: a) todos los individuos sobre la línea son detectados; b) los individuos no se mueven antes de su detección; y c) los individuos son contados una sólo vez.

En la aplicación del método se trazaron 5 trayectos al interior del polígono de CUSTF, con una longitud variable. Así mismo, se utilizaron los sitios de muestreo del inventario forestal, así como las brechas para acceder a los mismos.

Las rutas trazadas fueron visitadas cuatro días a la semana, un día por grupo faunístico (1er día: aves; 2º día mamíferos; 3er día reptiles; y 4º día anfibios), por un período de 4 semanas (1 mes).

En el plano de la página 38 se presenta la distribución de los transectos utilizados para el estudio de los grupos faunísticos de referencia. En total se trazaron 5 transectos con una longitud variable, que arrojó un recorrido total de 3.26 kilómetros, con una distancia de 100 metros entre cada transecto. En la siguiente tabla se presentan los vértices de los transectos, considerando su punto de inicio y su punto de término (UTM, WGS 84, 16Q Norte, México).

TRANSECTOS DE MUESTREO					
TRANSECTO	PUNTO DE INICIO		PUNTO DE TÉRMINO		LONGITUD (m)
	X	Y	X	Y	
1	511716.9991	2321715.4270	512499.1817	2321728.3114	782.29
2	511748.9799	2321615.9403	512500.6967	2321628.3229	751.82
3	511780.9608	2321516.4536	512502.2118	2321528.3343	721.35
4	511812.9417	2321416.9670	512503.7268	2321428.3458	690.88
5	512187.4406	2321323.1224	512505.2419	2321328.3573	317.84
<b>TOTAL</b>					<b>3,264.18</b>

## b.2. Resultados (Composición de especies)

De acuerdo con la metodología aplicada se obtuvieron los siguientes resultados, en lo que respecta a la composición de especies de fauna que ocupan la zona de aprovechamiento.

AVES				
REGISTRO	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
1	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo magnirostris</i>	Águila caminera
2	Columbiformes	Columbidae	<i>Columba flavirostris</i>	Paloma morada
3	Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina talpacoti</i>	Tortolita
4	Cuculiformes	Cuculidae	<i>Piaya cayana</i>	Cuclillo canela
5	Galliformes	Cracidae	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca
6	Passeriformes	Cardinalidae	<i>Saltator coerulescens</i>	Saltador ajicero
7	Passeriformes	Corvidae	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Chara yucateca
8	Passeriformes	Corvidae	<i>Cyanocorax inca</i>	Chara verde
9	Passeriformes	Fringillidae	<i>Euphonia affinis</i>	Fruterito garganta amarilla
10	Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus gularis</i>	Bolsero común
11	Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus auratus</i>	Bolsero yucateco
12	Passeriformes	Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate
13	Passeriformes	Mimidae	<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle
14	Passeriformes	Picidae	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero
15	Passeriformes	Troglodytidae	<i>Thryothorus ludovicianus</i>	Chivirín de carolina
16	Passeriformes	Troglodytidae	<i>Thryothorus maculipectus</i>	Chivirín moteado



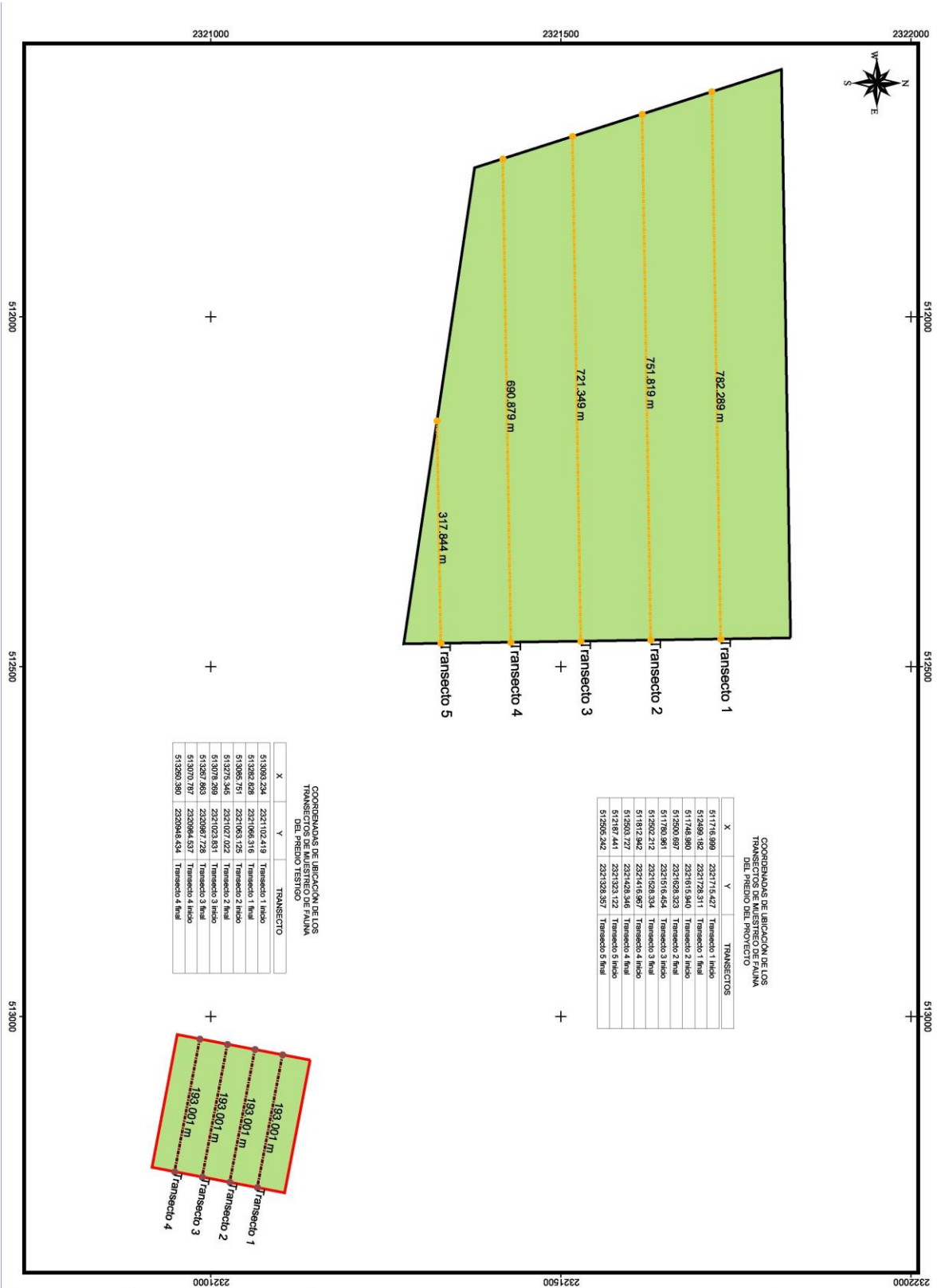
AVES				
REGISTRO	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
17	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Camptostoma imberbe</i>	Mosquero lampiño
18	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	Luis gregario
19	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	X'takay
20	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano tropical
21	Passeriformes	Vireonidae	<i>Cyclarhis gujanensis</i>	Vireón cejirrufo
22	Passeriformes	Sylviidae	<i>Poliophtila caerulea</i>	Tacuarita azul
23	Psittaciformes	Psittacidae	<i>Aratinga nana</i>	Kili
24	Strigiformes	Strigidae	<i>Glaucidium brasilianum</i>	Tecolote bajoño
25	Trogoniformes	Trogonidae	<i>Trogon melanocephalus</i>	Trogon cabeza negra

REPTILES				
REGISTRO	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
1	Squamata	Corytophanidae	<i>Basiliscus vittatus</i>	Basilisco
2	Squamata	Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana rayada
3	Squamata	Polychridae	<i>Anolis tropidonotus</i>	Anolis pardo
4	Squamata	Teiidae	<i>Ameiva undulata</i>	Ameiva
5	Squamata	Colubridae	<i>Leptophis mexicanus</i>	Culebra perico mexicana
6	Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus chrysostictus</i>	Lagartija espinosa

MAMÍFEROS				
REGISTRO	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
1	Artiodactyla	Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca
2	Carnivora	Procyonidae	<i>Nasua narica</i>	Coatí
3	Carnivora	Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	Mapache
4	Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache
5	Rodentia	Agoutidae	<i>Agouti paca</i>	Paca común
6	Rodentia	Sciuridae	<i>Sciurus yucatanensis</i>	Ardilla gris

De acuerdo con los datos presentados en las tablas anteriores se contó con un registro de 37 especies de fauna silvestre pertenecientes a tres grupos taxonómicos dentro del predio del proyecto, de los cuales, el grupo faunístico mejor representado son las aves con un total de 25 especies; seguido en orden de importancia está el grupo de los reptiles y de los mamíferos representados por 6 especies cada uno. Se determinó la ausencia de anfibios.

ESTUDIO TÉCNICO JUSTIFICATIVO PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES.  
PROYECTO "LOTE 1-13"

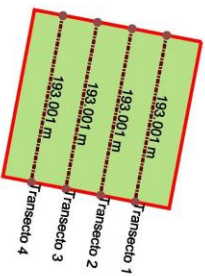


COORDENADAS DE UBICACIÓN DE LOS TRANSECTOS PARA MUESTREO DE FAUNA EN EL PREDIO DEL PROYECTO

X	Y	TRANSECTOS
511716.999	2321715.427	Transecto 1 Inicio
512499.182	2321728.511	Transecto 1 Final
511748.960	2321615.940	Transecto 2 Inicio
512500.697	2321628.523	Transecto 2 Final
511780.861	2321516.454	Transecto 3 Inicio
512502.212	2321528.534	Transecto 3 Final
511812.942	2321415.967	Transecto 4 Inicio
512503.727	2321428.546	Transecto 4 Final
511819.441	2321323.122	Transecto 5 Inicio
512505.242	2321336.571	Transecto 5 Final

COORDENADAS DE UBICACIÓN DE LOS TRANSECTOS DE MUESTREO DE FAUNA DEL PREDIO TESTIGO

X	Y	TRANSECTO
513063.234	2321102.419	Transecto 1 Inicio
513282.828	2321068.316	Transecto 1 Final
513086.751	2321063.125	Transecto 2 Inicio
513275.346	2321027.022	Transecto 2 Final
513078.289	2321023.831	Transecto 3 Inicio
513267.863	2320987.726	Transecto 3 Final
513070.797	2320984.537	Transecto 4 Inicio
513260.390	2320948.434	Transecto 4 Final



MAPA DE UBICACIÓN DE TRANSECTOS PARA MUESTREO DE FAUNA EN EL PREDIO TESTIGO Y EL PREDIO DEL PROYECTO

Promoviente:  
NUEVA PIEDRA NORTE, S. A. DE C. V.

SIMBOLOGÍA

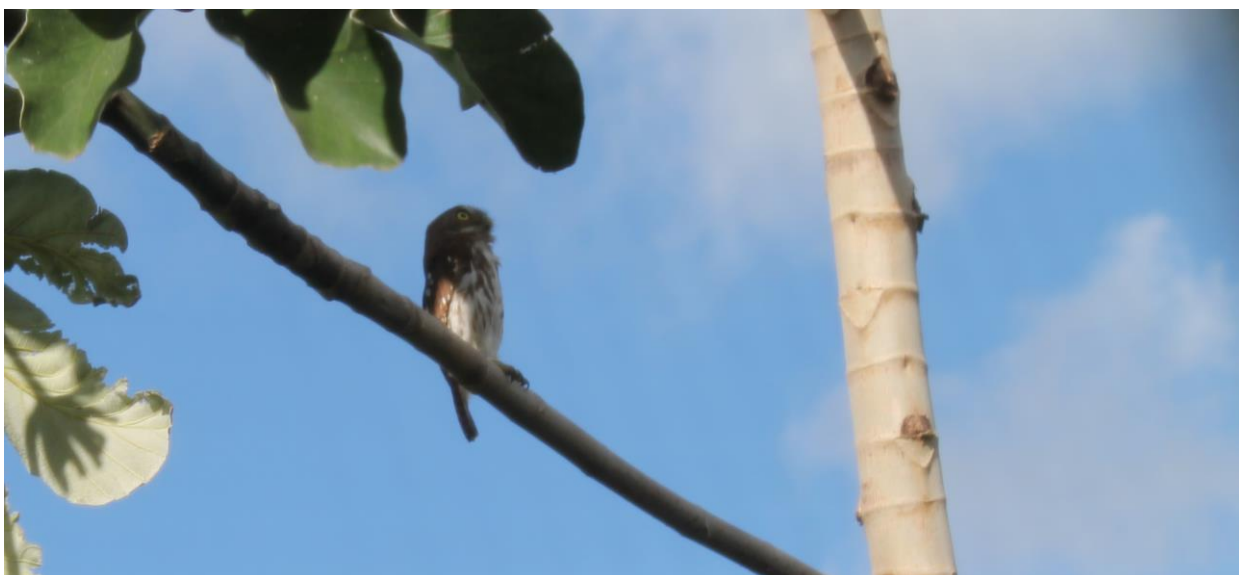
- Polígono del predio  
Superficie: 366,571,850 m<sup>2</sup>
- Transecto del predio
- Polígono del predio testigo  
Superficie: 37,249,057 m<sup>2</sup>
- Transecto del predio testigo

Ubicación geográfica en el Municipio Benito Juárez



CUADRO DE CONSTRUCCIÓN GEOGRÁFICA

Proyección: UTM  
Datum: WGS84  
Escala: 1:5000  
Cuadrícula cada: 5000 m





### b.3. pecies en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010

A continuación se presentan las especies registradas dentro del predio, que se incluyen dentro de alguna categoría de riesgo de acuerdo con la norma en comento.

ESPECIES EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010				
REGISTRO	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ESTATUS
1	Colubridae	<i>Leptophis mexicanus</i>	Culebra perico mexicana	Amenazada
2	Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana rayada	Amenazada
3	Psitacidae	<i>Aratinga nana</i>	Kili	Protección especial

#### b.4. Índice de diversidad

Para estimar el índice de diversidad de la fauna presente en la superficie de aprovechamiento, se tomaron los datos del inventario faunístico realizado; a través del cual se obtuvo datos de abundancia relativa por especie y por grupo faunístico; y finalmente se calculó el índice de diversidad de Shannon – Wiener (1949), el cual ya fue descrito con antelación, y se calcula como:

$$H = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

Donde:

**S** = número total de especies.

$\sum i = 1$  = número total de individuos.

**P<sub>i</sub>** = abundancia relativa de la especie i.

**ln P<sub>i</sub>** = logaritmo decimal (base 10) de la abundancia relativa de la especie i.

A continuación se presentan los resultados obtenidos en el cálculo del índice de diversidad, por cada grupo faunístico.

AVES				
ESPECIES	DENSIDAD	P <sub>i</sub>	LOG <sub>10</sub> P <sub>i</sub>	P <sub>i</sub> * LOG <sub>10</sub> P <sub>i</sub>
<i>Aratinga nana</i>	4	0.019	-1.72	-0.033
<i>Buteo magnirostris</i>	2	0.009	-2.03	-0.019
<i>Camptostoma imberbe</i>	5	0.024	-1.63	-0.038
<i>Columba flavirostris</i>	4	0.019	-1.72	-0.033
<i>Columbina talpacoti</i>	11	0.052	-1.28	-0.067
<i>Cyanocorax inca</i>	6	0.028	-1.55	-0.044
<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	12	0.057	-1.25	-0.071
<i>Cyclarhis gujanensis</i>	6	0.028	-1.55	-0.044
<i>Euphonia affinis</i>	2	0.009	-2.03	-0.019
<i>Glaucidium brasilianum</i>	1	0.005	-2.33	-0.011
<i>Icterus auratus</i>	3	0.014	-1.85	-0.026
<i>Icterus gularis</i>	5	0.024	-1.63	-0.038
<i>Melanerpes aurifrons</i>	12	0.057	-1.25	-0.071
<i>Mimus gilvus</i>	21	0.099	-1.00	-0.099
<i>Myiozetetes similis</i>	8	0.038	-1.42	-0.054
<i>Ortalis vetula</i>	22	0.104	-0.98	-0.102
<i>Piaya cayana</i>	3	0.014	-1.85	-0.026
<i>Pitangus sulphuratus</i>	16	0.075	-1.12	-0.085

AVES				
ESPECIES	DENSIDAD	Pi	LOG <sub>10</sub> Pi	Pi * LOG <sub>10</sub> Pi
<i>Polioptila caerulea</i>	2	0.009	-2.03	-0.019
<i>Quiscalus mexicanus</i>	45	0.212	-0.67	-0.143
<i>Saltator coerulescens</i>	6	0.028	-1.55	-0.044
<i>Thryothorus ludovicianus</i>	5	0.024	-1.63	-0.038
<i>Thryothorus maculipectus</i>	2	0.009	-2.03	-0.019
<i>Trogon melanocephalus</i>	2	0.009	-2.03	-0.019
<i>Tyrannus melancholicus</i>	7	0.033	-1.48	-0.049
<b>Total</b>	<b>212</b>		$H = -\sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$	<b>1.16/decits/ind</b>

REPTILES				
ESPECIES	DENSIDAD	Pi	LOG <sub>10</sub> Pi	Pi * LOG <sub>10</sub> Pi
<i>Ameiva undulata</i>	12	0.197	-0.71	-0.139
<i>Anolis tropidonotus</i>	10	0.164	-0.79	-0.129
<i>Basiliscus vittatus</i>	22	0.361	-0.44	-0.160
<i>Ctenosaura similis</i>	6	0.098	-1.01	-0.099
<i>Leptophis mexicanus</i>	1	0.016	-1.79	-0.029
<i>Sceloporus chrysostictus</i>	10	0.164	-0.79	-0.129
<b>Total</b>	<b>61</b>		$H = -\sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$	<b>0.68 decits/ind</b>

MAMÍFEROS				
ESPECIES	DENSIDAD	Pi	LOG <sub>10</sub> Pi	Pi * LOG <sub>10</sub> Pi
<i>Agouti paca</i>	3	0.086	-1.07	-0.091
<i>Didelphis virginiana</i>	5	0.143	-0.85	-0.121
<i>Nasua narica</i>	12	0.343	-0.46	-0.159
<i>Odocoileus virginianus</i>	7	0.200	-0.70	-0.140
<i>Procyon lotor</i>	3	0.086	-1.07	-0.091
<i>Sciurus yucatanensis</i>	5	0.143	-0.85	-0.121
<b>Total</b>	<b>35</b>		$H = -\sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$	<b>0.72 decits/nd</b>

Como se puede observar en los resultados presentados anteriormente, la vegetación de Selva baja subcaducifolia dentro de la superficie de aprovechamiento, ostentan una diversidad baja en cuanto a especies de fauna silvestre se refiere, ya que todos los grupos faunísticos estudiados, alcanzan un valor de  $H'$  inferior a **1.17 decits/ind** (aves  $H'=1.16$  decits/ind; reptiles  $H'=0.68$  decits/ind; y mamíferos  $H'=0.72$  decits/ind); siendo el grupo de las aves el más importante ya que alcanzó el valor del índice más alto; tomando en cuenta que de acuerdo con el índice de Shannon – Wiener (1949), el valor máximo suele estar cerca de 5, y a mayor valor del índice, indica una mayor biodiversidad del ecosistema.

### b.5. Índice de equidad

Es posible calcular las medidas de uniformidad (también llamada equidad) de una comunidad, mediante una ecuación sencilla usando el **Índice de Pielou**, mismo que ya fue descrito con antelación, y se calcula como:

$$J' = \frac{H'}{H'_{\max}}$$

Donde:

$H'$  = es el valor del índice de Shannon-Wiener.

$H'_{\max}$  =  $\text{Log}_{10}$  de S.

S = Número total de especies registradas en la muestra (riqueza).

A continuación se presentan los valores de equidad obtenidos por cada estrato de la vegetación:

ANÁLISIS DE EQUIDAD			
ÍNDICE	GRUPOS FAUNÍSTICOS		
	REPTILES	AVES	MAMÍFEROS
$H'$ ( $\text{log}_{10}$ )	0.68	1.16	0.72
$H_{\max}$ ( $\text{log}_{10}$ )	1.79	2.33	1.54
<b>Pielou (<math>J'</math>)</b>	0.38	0.50	0.47

Como puede observarse en la tabla anterior, podemos observar que en la superficie de aprovechamiento existe una distribución moderadamente heterogénea de especies, en todos los grupos faunísticos estudiados, lo cual indica que no todas las especies son igualmente abundantes, es decir, existen especies que son predominantes y presentan una mayor abundancia con respecto a otras, pues los valores obtenidos de equidad aplicando el índice de Pielou, son inferiores 0.50, siendo que el valor máximo que se puede obtener es de 1.

### 5.3. PENDIENTE MEDIA Y RELIEVE

Para el cálculo de la pendiente media del terreno, se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Pendiente} = \frac{\text{Diferencia de alturas}}{\text{Distancia horizontal}} \times 100$$

Donde:

**Pendiente:** Pendiente media del terreno (%).

**Diferencia entre alturas:** Diferencia entre cotas de dos puntos.

**Distancia horizontal:** Distancia entre los dos puntos o cotas.

Considerando lo anterior, obtenemos lo siguiente:

**Diferencia entre alturas:** (Cota 1= 2.6 metros, Cota 2= 1.6 metros).

**Distancia horizontal:** (740 metros).

$$\text{Pendiente} = \frac{2.6 - 1.6}{740} \times 100$$

$$\text{Pendiente} = \frac{1}{740} \times 100$$

$$\text{Pendiente} = 0.00135 \times 100$$

$$\text{Pendiente} = 0.13$$

De acuerdo con los resultados obtenidos, tenemos que la pendiente media de la superficie de CUSTF (promedio), es de 0.13%, lo que permite asumir que se trata de una superficie con relieve plano; condición que se justifica plenamente considerando que de acuerdo con la Carta de Hidrología superficial (escala 1:250,000) del INEGI, el predio del proyecto se ubica en una zona que presenta un coeficiente de escurrimiento de 0 a 5% que indica un relieve plano; así mismo, de acuerdo con la carta de Fisiografía del INEGI, el predio se ubica dentro de una topoforma denominada como llanura, donde el relieve se considera plano.



## 6. ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN POR ESPECIE DE LAS MATERIAS PRIMAS FORESTALES DERIVADAS DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO

### 6.6. ACTIVIDADES PRELIMINARES

Para llevar a cabo la estimación del volumen por especie de las materias primas forestales derivadas del cambio de uso de suelo, una de las primeras actividades consistieron en identificar los límites de los polígonos de aprovechamiento mediante el GPS; una vez corroborados dichos datos se procedió a identificar el tipo de vegetación, así como las condiciones en las que ésta se encontraba (ver capítulo 5).

### 6.7. DISEÑO DEL MUESTREO

Con la finalidad de obtener las características dasonómicas de las materias primas forestales existentes en la superficie de CUSTF, se llevó a cabo un muestreo sistemático, a través de 21 cuadrantes de 40 x 25 m (1,000 m<sup>2</sup> por cada sitio) y 21 subcuadrantes de 5 x 5 m (25 m<sup>2</sup> por cada sitio).

Se optó por seleccionar el método de muestreo sistemático, considerando que en toda la superficie de aprovechamiento propuesta, se desarrolla un solo tipo de vegetación correspondiente a Selva baja subcaducifolia, es decir, no existen ni se diferencian estratos en el ecosistema.

Para el inventario de las materias primas forestales derivadas del cambio de uso de suelo, sólo se contemplaron aquellos ejemplares con diámetro a la altura del pecho (DAP), es decir, a 1.30 metros de altura sobre el nivel natural del suelo.

Sólo se consideraron los valores obtenidos para el arbolado adulto (estrato arbóreo) y el arbolado joven (estrato arbustivo), considerando que los individuos que los componen presentan área basal, un parámetro útil para el cálculo del volumen.

En la siguiente tabla se especifican las características de los cuadrantes utilizados en el muestreo.

SITIOS DE MUESTREO (CUADRANTES)		
SUPERFICIE	CANTIDAD	ESPECIFICACIONES DEL INVENTARIO
1000 m <sup>2</sup> (25 x 40 m)	1 Principal	Registro de individuos con DAP igual o mayor a 10 cm
25 m <sup>2</sup> (5 x 5 m)	1 Secundario	Registro de individuos con DAP menores a 10 cm

De acuerdo con la metodología descrita con antelación, para el inventario completo se muestrearon 21 sitios o parcelas de muestreo para cada estrato de la vegetación, es decir, 21 cuadrantes principales para el estrato arbóreo y 21 cuadrantes secundarios o subcuadrantes para el estrato arbustivo. En la siguiente tabla se presentan las coordenadas centrales de los sitios de muestreo utilizados para el inventario forestal (UTM, WGS 84, 16Q Norte, México).

SITIOS DEL INVENTARIO FORESTAL		
SITIOS	X	Y
1	511765.00543	2321787.35388
2	511907.46549	2321787.35388
3	512048.24955	2321789.02988
4	512185.68160	2321785.67787
5	512328.37848	2321785.67787
6	511775.45005	2321648.24582
7	512463.89772	2321782.32587
8	511905.78949	2321648.24582
9	512046.57355	2321648.24582
10	512187.35761	2321646.56982
11	512326.46566	2321648.24582
12	512467.24972	2321648.24582
13	511905.78949	2321507.46176
14	512043.22155	2321509.13776
15	512189.03361	2321505.78576
16	512326.46566	2321504.10976
17	512465.57372	2321505.78576
18	512044.89755	2321366.67770
19	512185.68160	2321365.00170
20	512324.78966	2321368.35370
21	512467.24972	2321366.67770
Superficie: 21,000 m <sup>2</sup>		

En el plano de la página siguiente se muestra la distribución de los sitios de muestreo utilizados durante el inventario forestal.



## 6.8. INTENSIDAD DEL MUESTREO

Considerando que se inventariaron 21 sitios de muestreo de 1,000 m<sup>2</sup> cada uno (21,000 m<sup>2</sup> en total o 2.1 hectáreas), entonces la intensidad de muestreo fue del 5.73% con respecto a la superficie de cambio de uso de suelo que se solicita para el presente proyecto (366,571.65 m<sup>2</sup>).

## 6.9. REGISTRO DE VARIABLES

Como se mencionó anteriormente, la comunidad inventariada incluyó a todos los ejemplares con un diámetro normal a la altura del pecho (DAP) a 1.30 metros de altura total. Las variables dasométricas registradas en el inventario forestal fueron las siguientes:

### 6.9.1. Sitio de muestreo



### 6.9.2. Número de individuo (registro)



### 6.9.3. Diámetro normal (DAP) en centímetros





Así mismo, se llevó a cabo el registro de la altura total de cada individuos, su nombre común y el nombre científico de las especies identificadas, así como su estado fitosanitario (vivo, derribado, muerto, etc.).

#### 6.10. EQUIPO UTILIZADO

Para la realización de la toma de datos se utilizó el siguiente equipo y materiales:

▶ *Cinta diamétrica*



▶ *Cámara fotográfica digital*

▶ *Libreta de campo*



▸ *Cinta métrica*



▸ *Machete*



▸ *Geoposicionador satelital*



▸ *Crayones industriales*



▸ *Pintura en aerosol*



## 6.11. VOLUMEN ESTIMADO DE LAS MATERIAS PRIMAS FORESTALES

El volumen es la medida de la cantidad de madera sólida más ampliamente utilizada. En el árbol individual pueden identificarse diferentes categorías de volumen. El árbol completo, esto es considerando todos los componentes, constituye el volumen total; todos aquellos componentes cuyas dimensiones son aceptables para el mercado constituyen el volumen comercial; el volumen de desechos está conformado por secciones maderables del árbol que presentan defectos y dimensiones menores o no comerciales; también existe la denominación de volumen bruto, cuando se estima el volumen total hasta un diámetro comercial (dlu: diámetro límite de utilización) incluyendo defectos; y si a este último le descontados los defectos, se obtiene el volumen neto. Esos volúmenes pueden expresarse con o sin corteza.

Para la estimación del volumen de las materias primas forestales que derivarán del cambio de uso de suelo, se tomaron en consideración los siguientes criterios:

1. En la zona norte del Estado de Quintana Roo no se cuenta con tablas de volúmenes que permitan calcular de manera precisa el volumen total árbol de las especies nativas existentes en el predio.
2. Los datos dasométricos, es decir el diámetro a la altura del pecho y la altura del fuste, permiten el cálculo del volumen considerando la forma de un cilindro, pero hay que tomar en cuenta que el diámetro del fuste disminuye conforme aumenta la altura de éste. Esto significa que el volumen del fuste siempre es menor al volumen de un cilindro. El factor que refleja esta diferencia es el coeficiente mórfico mismo que oscila entre 0.5 y 0.7.
3. Se debe considerar las puntas, ramas, tocones, brazuelos y leña, que representan un volumen considerable del árbol y que tienen diversos usos, destacando la producción de carbón vegetal o artesanías.

Visto lo anterior, se optó por estimar el Volumen Total Árbol (VTA) de las materias primas forestales, ya que este incluye la corteza del árbol, fuste, puntas y ramas. La estimación se realizó utilizando la siguiente ecuación:

$$V.T.A.= g * ht * ff$$

Donde

**V. T. A.**= Volumen total árbol

**g**= área basal

**ht**= altura total

**ff**= factor de forma

Como se mencionó anteriormente, el factor de forma o coeficiente mórfico (ff), oscila entre 0.5 y 0.7, considerando que el fuste de un árbol se asemeja a la forma de un cilindro, pero conforme aumenta la altura de este, se reduce su diámetro asemejando un cono (tipo dendrométrico del fuste), entonces se ha optado por usar un coeficiente de forma igual a **0.5**, como una media estandarizada, de acuerdo con la siguiente tabla<sup>9</sup>:

<sup>9</sup> <http://inirida-guainia.gov.co/apc-aa-files/30616138616630333033656364306431/presentacion-cubicacion-de-maderas.pdf>



## FACTOR DE FORMA SEGÚN SU FUSTE

TIPO DENDROMÉTRICO DEL FUSTE	FACTOR DE FORMA
Cilíndrico	$ff \geq 0,85$
Paraboloide	$0,85 \geq ff \geq 0,70$
Cono	$0,70 \geq ff \geq 0,50$
Neiloide	$0,50 \geq ff \geq 0,35$

Visto lo anterior, a continuación se presentan las existencias de volumen total árbol, definido como el volumen que suman todos los árboles con diámetro a la altura del pecho a 1.30 mts de altura, desde la base hasta la altura total reportada. La información se presenta por estrato, por hectárea y por superficie de cambio de uso de suelo.

VOLUMEN TOTAL ÁRBOL - ESTRATO ARBÓREO						
ESPECIES	POR HECTÁREA (10,000 m <sup>2</sup> )			SUP. DE CUSTF (366,571.65 m <sup>2</sup> )		
	# DE IND	g (m <sup>2</sup> )	V.T.A (m <sup>3</sup> )	# DE IND	g (m <sup>2</sup> )	V.T.A (m <sup>3</sup> )
<i>Bursera simaruba</i>	2	0.037	0.145	87	1.37	5.32
<i>Byrsonima bucidaefolia</i>	5	0.066	0.132	192	2.40	4.83
<i>Coccoloba barbadensis</i>	2	0.025	0.072	70	0.93	2.62
<i>Croton reflexifolius</i>	0	0.004	0.012	17	0.15	0.45
<i>Diphysa carthagenensis</i>	1	0.021	0.063	35	0.77	2.31
<i>Erythroxylum confusum</i>	30	0.448	1.186	1082	16.43	43.48
<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	1	0.017	0.070	35	0.64	2.56
<i>Ficus cotinifolia</i>	0	0.009	0.017	17	0.32	0.64
<i>Ficus padifolia</i>	0	0.004	0.012	17	0.14	0.43
<i>Gliricidia sepium</i>	3	0.045	0.126	122	1.65	4.60
<i>Gymnanthes lucida</i>	1	0.010	0.033	35	0.36	1.22
<i>Gymnopodium floribundum</i>	3	0.035	0.111	122	1.29	4.05
<i>Haematoxylum campechianum</i>	60	1.330	3.593	2217	48.74	131.70
<i>Jatropha gaumeri</i>	0	0.005	0.009	17	0.19	0.32
<i>Lonchocarpus xuul</i>	0	0.015	0.051	17	0.53	1.87
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	1	0.019	0.066	52	0.70	2.41
<i>Manilkara zapota</i>	50	1.419	3.708	1815	52.01	135.92
<i>Metopium brownei</i>	7	0.094	0.308	244	3.44	11.30
<i>Myrcianthes fragrans</i>	0	0.006	0.028	17	0.23	1.03
<i>Ottoschulzia pallida</i>	1	0.024	0.099	35	0.88	3.62
<i>Piscidia piscipula</i>	3	0.101	0.335	122	3.72	12.29
<i>Plumeria rubra</i>	1	0.015	0.060	35	0.55	2.21
<i>Randia longiloba</i>	3	0.032	0.098	122	1.16	3.58
<i>Thouinia paucidentata</i>	0	0.005	0.029	17	0.19	1.05

VOLUMEN TOTAL ÁRBOL - ESTRATO ARBÓREO						
ESPECIES	POR HECTÁREA (10,000 m <sup>2</sup> )			SUP. DE CUSTF (366,571.65 m <sup>2</sup> )		
	# DE IND	g (m <sup>2</sup> )	V.T.A (m <sup>3</sup> )	# DE IND	g (m <sup>2</sup> )	V.T.A (m <sup>3</sup> )
<i>Vitex gaumeri</i>	2	0.080	0.289	87	2.95	10.61
<b>TOTALES</b>	<b>181</b>	<b>3.17</b>	<b>10.65</b>	<b>6,633</b>	<b>141.73</b>	<b>390.42</b>

VOLUMEN TOTAL ÁRBOL - ESTRATO ARBUSTIVO						
ESPECIES	POR HECTÁREA (10,000 m <sup>2</sup> )			SUP. DE CUSTF (669,807.139 m <sup>2</sup> )		
	# DE IND	g (m <sup>2</sup> )	V.T.A (m <sup>3</sup> )	# DE IND	g (m <sup>2</sup> )	V.T.A (m <sup>3</sup> )
<i>Acacia gaumeri</i>	57	0.013	0.011	2095	0.49	0.40
<i>Acoelorrhaphes wrightii</i>	19	0.063	0.126	698	2.32	4.63
<i>Bursera simaruba</i>	19	0.013	0.030	698	0.49	1.11
<i>Coccoloba spicata</i>	57	0.107	0.104	2095	3.94	3.81
<i>Dendropanax arboreus</i>	19	0.002	0.001	698	0.08	0.05
<i>Diphysa carthagenensis</i>	38	0.058	0.145	1396	2.12	5.31
<i>Erythroxylum confusum</i>	381	0.649	1.062	13965	23.81	38.94
<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	210	0.055	0.039	7681	2.00	1.44
<i>Gliricidia sepium</i>	19	0.073	0.088	698	2.69	3.22
<i>Guazuma ulmifolia</i>	57	0.074	0.129	2095	2.72	4.72
<i>Gymnanthes lucida</i>	19	0.001	0.002	698	0.05	0.06
<i>Gymnopodium floribundum</i>	248	0.196	0.424	9077	7.17	15.53
<i>Haematoxylum campechianum</i>	248	0.160	0.221	9077	5.85	8.09
<i>Jatropha gaumeri</i>	38	0.066	0.210	1396	2.41	7.70
<i>Lantana involucrata</i>	76	0.007	0.005	2793	0.27	0.17
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	38	0.124	0.234	1396	4.56	8.58
<i>Metopium brownei</i>	57	0.021	0.043	2095	0.76	1.58
<i>Myrcianthes fragrans</i>	876	0.307	0.441	32119	11.24	16.17
<i>Nectandra coriacea</i>	76	0.011	0.011	2793	0.41	0.41
<i>Piscidia piscipula</i>	38	0.047	0.068	1396	1.71	2.50
<i>Randia longiloba</i>	305	0.222	0.417	11172	8.12	15.29
<i>Swartzia cubensis</i>	19	0.004	0.005	698	0.14	0.18
<i>Vitex gaumeri</i>	57	0.140	0.189	2095	5.15	6.93
<b>TOTALES</b>	<b>2,971</b>	<b>2.41</b>	<b>4.01</b>	<b>108,924</b>	<b>88.50</b>	<b>146.82</b>

En conclusión y de acuerdo con los resultados obtenidos durante el análisis de los datos tomados del inventario forestal; se estima un total de 115,557 individuos considerados como materias primas forestales (6,633 a nivel del estrato arbóreo y 108,924 en el arbustivo), con un área basal total de 230.23 m<sup>2</sup> (141.73 m<sup>2</sup> para el estrato arbóreo y 88.50 m<sup>2</sup> para el estrato arbustivo) y un volumen total árbol de 537.24 m<sup>3</sup> (390.42 m<sup>3</sup> para el estrato arbóreo y 146.82 m<sup>3</sup> para el estrato arbustivo), que pueden obtenerse en la superficie solicitada para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

Considerando lo anterior, tenemos que las especies más importantes en cuanto a **número de individuos o densidad**, son:

- ▶ **Estrato arbóreo:** *Haematoxylum campechianum* (palo tinto) con 60 ind/ha; *Manilkara zapota* (zapote) con 50 ind/ha y *Erythroxylum confusum* (Choo-che) con 30 ind/ha.
- ▶ **Estrato arbustivo:** *Myrcianthes fragrans* (guayabillo) con 876 ind/ha; *Erythroxylum confusum* (Choo-che) con 381 ind/ha y *Randia longiloba* (cruceta) con 305 ind/ha.

Las especies más importantes en cuanto a **área basal**, son:

- ▶ **Estrato arbóreo:** *Manilkara zapota* (zapote) con 1.419 m<sup>2</sup>/ha; *Haematoxylum campechianum* (palo tinto) con 1.330 m<sup>2</sup>/ha; y *Erythroxylum confusum* (Choo-che) con 0.448 m<sup>2</sup>/ha.
- ▶ **Estrato arbustivo:** *Erythroxylum confusum* (Choo-che) con 0.649 m<sup>2</sup>/ha; *Myrcianthes fragrans* (guayabillo) con 0.307 m<sup>2</sup>/ha y *Randia longiloba* (cruceta) con 0.222 m<sup>2</sup>/ha.

Las especies más importantes en cuanto a **Volumen Total Árbol**, son:

- ▶ **Estrato arbóreo:** *Manilkara zapota* (zapote) con 3.708 m<sup>3</sup>/ha; *Haematoxylum campechianum* (palo tinto) con 3.593 m<sup>3</sup>/ha; y *Erythroxylum confusum* (Choo-che) con 1.186 m<sup>3</sup>/ha.
- ▶ **Estrato arbustivo:** *Erythroxylum confusum* (Choo-che) con 1.062 m<sup>3</sup>/ha; *Myrcianthes fragrans* (guayabillo) con 0.441 m<sup>3</sup>/ha y *Gymnopodium floribundum* (cruceta) con 0.424 m<sup>3</sup>/ha.

## 7. PLAZO Y FORMA DE EJECUCIÓN DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO

### 7.1. PLAZO PARA LA EJECUCIÓN DEL CUSTF

El cambio de uso de suelo forestal se llevará a cabo fundamentalmente como la única etapa del proyecto que se somete a evaluación. Dicha etapa involucra, en orden de ejecución, la delimitación de las áreas de aprovechamiento, las actividades de rescate de vegetación y fauna, así como las actividades de desmonte y despalme.

Una vez obtenidas las autorizaciones correspondientes, el proceso de desarrollo del proyecto pretende realizarse durante un período de 48 meses (4 años), tiempo estimado para el proceso de cambio de uso de suelo de los terrenos forestales.

Así mismo dicha etapa se realizará de acuerdo con lo establecido en la Ley de Desarrollo Forestal Sustentable que indica que:

*“La eliminación de la cubierta forestal debe realizarse de manera ordenada con el fin de conservar, proteger y en su caso restaurar la vegetación que no sea requerida para el desarrollo del proyecto.”*

Teniendo en cuenta lo anterior, para llevar a cabo el cambio de uso de suelo en terrenos forestales solicitado en una superficie de 366,571.65 m<sup>2</sup> (36.657 hectáreas), es decir, el 100% de la superficie total del predio, se estima un plazo de 4 años (48 meses) como se mencionó anteriormente, mismo que de acuerdo con el cronograma de actividades, implicará la ejecución del cambio de uso de suelo por etapas, con los trabajos que se indican en la siguiente tabla.

ACTIVIDADES	CRONOGRAMA (CUATRIMESTRES)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Aviso de inicio de las actividades												
Trazo y delimitación de la superficie de CUSTF												
Rescate de vegetación												
Rescate de fauna silvestre												
Instalación y operación del vivero rústico temporal												
Remoción de la vegetación												
Despalme y rescate de la tierra vegetal												
Aprovechamiento o trituración del material vegetal												
Reforestación												
Informes de avances y Finiquito												

## 7.2. FORMA DE EJECUCIÓN DEL CUSTF

Las actividades requeridas durante el cambio de uso de suelo, consistirán básicamente en el rescate de flora y fauna silvestre de lento desplazamiento; trazo y delimitación de las áreas de aprovechamiento; acondicionamiento del vivero; seguido del desmonte y posterior despalme e informe de finiquito, entre otras. A continuación se describen las actividades más importantes que se llevarán a cabo.

### 7.2.1. Aviso de inicio de actividades

La ejecución del cambio de uso de suelo comienza con el aviso de inicio de actividades por parte del promovente a las autoridades correspondientes; particularmente se dará aviso a las autoridades ambientales (SEMARNAT y PROFEPA) del inicio de las actividades del área sujeta al cambio de uso de suelo contemplado para el desarrollo del proyecto.

### 7.2.2. Trazo y delimitación de las áreas de aprovechamiento

A través de un levantamiento topográfico se realizarán los trazos para la delimitación y marcaje de las áreas donde se realizará la remoción de vegetación forestal, este procedimiento comprende una serie de medidas efectuadas en campo utilizando instrumentos de medición y equipo para georreferenciar, como teodolitos, estaciones totales y GPS, cuyo propósito final es determinar las coordenadas geográficas o geodésicas de puntos situados sobre la superficie terrestre.

Esta actividad implica la medición con apoyo en satélites, mediante un Sistema de Posicionamiento Global (GPS) y procedimientos tradicionales tales como: poligonación, triangulación, trilateración, radiación o la combinación de éstos con equipos de medición de alta precisión. El levantamiento topográfico se sujetará a las normas técnicas emitidas por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática para levantamientos geodésicos.

El método a aplicar para esta actividad consiste en “Topografía plana”, ya que esta se utiliza para abarcar superficies reducidas y se realizan despreciando la curvatura de la tierra.



### 7.2.3. Rescate de flora silvestre

Esta actividad se basa en el Programa de rescate de flora silvestre propuesto para el proyecto, el cual se anexa al presente estudio, y en donde se describe cada una de las actividades implicadas en el proceso.



### 7.2.4. Rescate de fauna silvestre

Esta actividad se basa en el Programa de rescate de fauna silvestre propuesto para el proyecto, el cual se anexa al presente estudio, y en donde se describe cada una de las actividades implicadas en el proceso.



### 7.2.5. Vivero rústico provisional

Para acopiar y resguardar las plantas provenientes de las áreas donde se realizará la remoción de vegetación forestal, se establecerá un vivero rústico provisional. En este sitio se realizará también el acopio de suelo y material triturado que se obtenga de las áreas de desmonte para ser reutilizados en las áreas que se pretendan reforestar. Para la operación y mantenimiento del vivero, se estima el empleo de seis personas que laboraran en el mismo de manera permanente hasta concluir las actividades de cambio de uso de suelo.

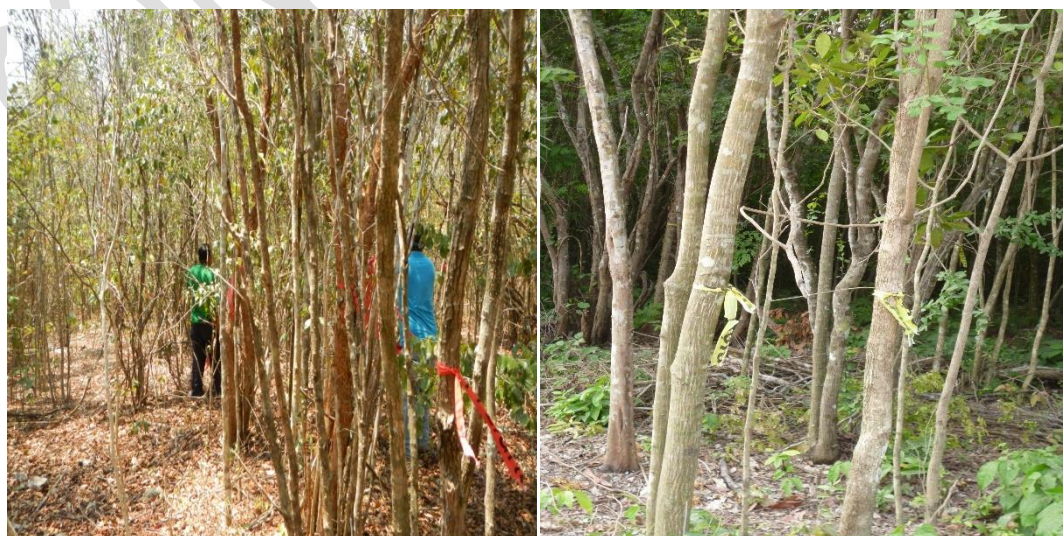
En las imágenes siguientes se muestran actividades de mantenimiento de plantas rescatadas en vivero, de acuerdo con experiencias previas en campo.





### 7.2.6. Desmonte del sitio

El desmonte de la vegetación se realizará una vez que sean liberadas las áreas por el personal encargado de realizar el rescate de flora y fauna silvestre. Hay que considerar que el desmonte se realizará en forma gradual y por etapas, lo que permitirá ajustar el desplante para evitar afectaciones directas a la flora y fauna silvestre. Previo al desmonte, se identificarán los árboles que serán respetados y que no interfieran con el proyecto, tomando las previsiones necesarias para no dañarlos.





El desmonte se realizará con la ayuda de herramientas mecánicas y manuales como motosierra, hacha y machete, así como el empleo de maquinaria (tipo bulldozer y retroexcavadoras) y vehículos de 3 toneladas de carga en algunas zonas. Esta actividad implica el siguiente proceso:

- a) Corte o talado de individuos de porte arbustivo y altura considerable (árboles), por una sección próxima al suelo (entre 10 y 20 cm). Esta operación se ejecuta por medio de motosierra.
- b) Separación del fuste y el follaje. Se ejecuta por medio de motosierras.
- c) Acopio de los fustes con el uso de maquinaria, retroexcavadoras.
- d) Desbroce a través de la separación de los brazos del follaje y se ejecuta por medio de motosierras.
- e) Retiro de tocones y raíces con el uso de maquinaria, retroexcavadoras.



### 7.2.7. Despalme

El despalme del terreno consiste en retirar la capa superficial (tierra vegetal) que por sus características mecánicas no es adecuada para el desplante de las obras. El espesor de la capa a despalmar por lo general será de 20 cm o el que especifique el proyecto para cada caso. El despalme se ejecutará en terrenos que contengan material tipo I o II.

- a) **Material tipo I.** Son los materiales fácilmente excavables con pala de mano y sin necesidad de emplear zapapico, aunque esto se use para aumentar los rendimientos. También los que son fácilmente excavables con equipo mecánico ligero, como draga de arrastre, cargador frontal o retroexcavadora montados en tractores de orugas con cuchillas angulables o arado desgarrador para aflojar el material.
- b) **Material tipo II.** Son los materiales de dureza y contextura tal que no pueden ser económicamente atacados con solo el empleo de pala de mano, pero sí lo son con ayuda de zapapico; con equipo mecánico sin el uso previo de explosivos.

El despalme desalojará vegetación herbácea, la tierra y piedras del sustrato en las áreas de aprovechamiento. La maquinaria utilizada en esta fase de los trabajos será del tipo tractor de orugas y/o trascabo. Se despalmará el sitio hasta una profundidad de aproximadamente 30 cm, desalojando la capa superficial del terreno natural, de esta manera se elimina el material que se considere inadecuado.

El retiro de la tierra vegetal consistirá en extraer toda la capa de la misma que contenga material orgánico. El suelo resultante del despalme será rescatado y resguardado dentro de las áreas de aprovechamiento para su uso posterior.



### 7.2.8. Trituración del material vegetal

Una vez que se tenga acumulado el material orgánico producto del desmonte y desplante en el sitio final para su disposición, se procederá a realizar el picado y triturado del mismo, mediante una máquina trituradora o astilladora. Parte del producto ya picado será dispersado por las áreas de conservación del predio para facilitar su descomposición, otra parte del mismo se utilizará para las áreas verdes y ajardinadas del proyecto que servirá como sustrato para la reforestación.

### 7.2.9. Informe de avances y de finiquito

Concluida las actividades implicadas en el desarrollo del proyecto, se dará aviso a las autoridades ambientales con el informe final y conclusión del cambio de uso de suelo; y también se realizarán reportes semestrales sobre los avances en las obras de cambio de uso de suelo en el predio, de ser necesario.

CONSULTA PÚBLICA

## 8. VEGETACIÓN QUE DEBA RESPETARSE O ESTABLECERSE PARA PROTEGER LAS TIERRAS FRÁGILES

### 8.1. TIERRAS FRÁGILES

De acuerdo con el Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, **Tierras frágiles** son *“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”* (Artículo 2, Fracción XXXV).

Así mismo, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales señala que el concepto de **tierra** incluye a muchos otros componentes, además del suelo. Se define como *“el área específica de la corteza terrestre con características particulares de atmósfera, suelo, geología, hidrología y biología, así como los resultados de la actividad humana pasada y presente en esa área y las interacciones entre todos estos elementos”* (en: [www.semarnat.gob.mx/informacionambiental/.../pdf/cap\\_3\\_suelos.pdf](http://www.semarnat.gob.mx/informacionambiental/.../pdf/cap_3_suelos.pdf)).

Por su parte, en un artículo publicado por la FAO, se menciona que **la degradación de las tierras productivas, aunque frágiles**, ocurre en aquellas que reciben de 100 a 1,000 milímetros anuales de lluvia (en: [www.fao.org/noticias/2002/020205-s.htm](http://www.fao.org/noticias/2002/020205-s.htm)).

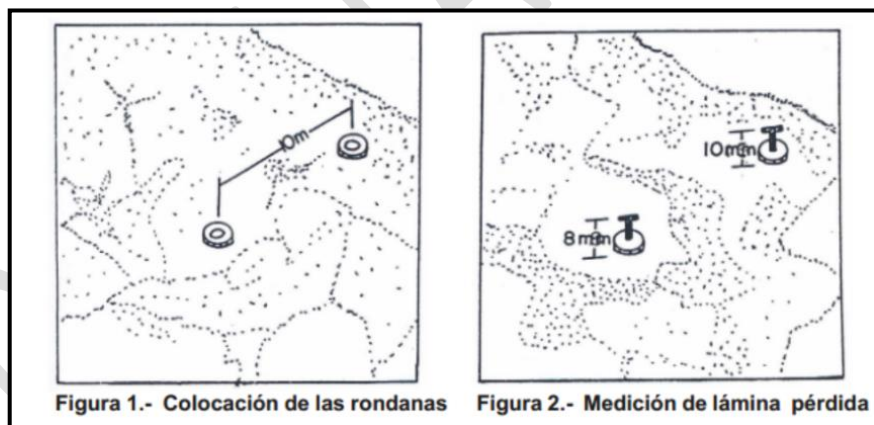
Por otra parte, es importante mencionar que la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en la Agenda 21, adoptada en la Cumbre de la Tierra de 1992, reconoce dos ecosistemas como sumamente frágiles. Se trata de las **zonas secas y las de montaña**, referidas en los capítulos 12 y 13 de dicho documento, respectivamente, y su fragilidad se expresa en varias dimensiones como la social o la biológica, pero es en los suelos donde de manera particular muestra sus manifestaciones más dramáticas. También reconoce como tierras secas las zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas, las cuales se caracterizan por condiciones climáticas particulares, como son la precipitación escasa y variable, temperaturas elevadas o muy bajas (en el caso de los desiertos fríos) y elevada evapotranspiración potencial. Técnicamente, las zonas áridas se definen como zonas que tienen un índice de aridez (obtenido a partir del cociente entre la precipitación anual media y la evapotranspiración potencial media) comprendido entre 0.5 y 0.65.

No obstante lo anterior, a continuación se realiza un análisis del grado de erosión que presenta el predio de estudio sin la implementación del proyecto y con el desarrollo de este, a fin de demostrar que las tierras que se encuentran presentes, no se consideran como frágiles.

## 8.2. ESTIMACIÓN DE LA PÉRDIDA ACTUAL DE SUELO A NIVEL DEL PEDIO

### 8.2.1. Descripción del método utilizado

Para evaluar la pérdida actual del suelo que ocurre a nivel del predio, se utilizó el método de “clavos y rondanas”, dado que se trata de un método sencillo, práctico y de bajos costos. El método consiste en utilizar clavos con rondanas, colocados a lo largo de un transecto a intervalos regulares (Fig. 1). La rondana se coloca de manera que descansa sobre la superficie del suelo, tocando ligeramente la cabeza del clavo. El propósito de la rondana es marcar cortes en el terreno ocasionados por erosión y de esta forma medir el espesor de la capa de suelo perdido (Fig. 2).



### 8.2.2. Materiales y equipo utilizado en el muestreo

Para poder "leer" los cambios en el nivel de la superficie del suelo con mayor precisión, se utilizaron clavos estándar de 5 pulgadas, y rondanas planas de acero inoxidable de 2 pulgadas (figuras 1 y 2).



Fig. 1.- Clavos



Fig. 2.- Rondanas

Para ubicar los puntos de muestreo se utilizó un GPS de la marca Garmin calibrado en coordenadas UTM, referidas al Datum WGS84 y a la Zona 16Q Norte. Por otro lado, se utilizó cinta métrica graduada en milímetros para medir los cortes en el terreno.

Así mismo, se utilizó un tubo de PVC de 4 cm de altura y 5.08 cm o 2 pulgadas de diámetro, que permitió recolectar un volumen de  $81 \text{ cm}^3$  ( $V=\pi*r^2*h$ ), por cada muestra tomada del suelo utilizada para el cálculo de la densidad aparente (figuras 3).

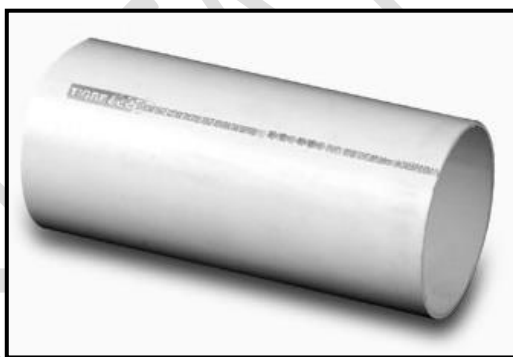


Fig. 3.- Tubo de PVC

### 8.2.3. Diseño del muestreo

Para la aplicación del método propuesto se llevó a cabo un muestreo por parcelas, utilizando los sitios de muestreo del inventario forestal, muestreando una parcela por sitio del inventario, lo que nos dio un total de 21 parcelas de muestreo para el suelo en estudio.

Es importante mencionar que en cada punto de muestreo se llevó a cabo una limpieza a matarrasa, en un radio de 1 metro alrededor del clavo, dejando expuesto el suelo a las condiciones climáticas, con el fin de que la materia orgánica en descomposición no afecte o altere las mediciones en campo. Los sitios permanecieron expuestos a las condiciones

del medio, en un período de 30 días y al día 31, se llevó a cabo la toma de datos en campo.

#### 8.2.4. Registro de datos en campo

Para la toma de datos se utilizó una cinta métrica extensible o flexómetro, graduado en centímetros y milímetros, por medio de la cual se midió el corte del terreno por la pérdida del suelo.

Con la ayuda del tubo de PVC se recogieron muestras del suelo (81 cm<sup>3</sup> por cada muestra), el cual se enterró en la capa superficial del suelo con la ayuda de un mazo pequeño, eliminando únicamente la hojarasca que había en el sitio de la muestra. Posteriormente con ayuda de una pala se sacó el cilindro enterrado y con la ayuda de una navaja se enrasó el suelo sobresaliente del cilindro para garantizar un volumen definido de suelo en cada muestra. Las muestras obtenidas del suelo fueron secadas en una estufa con horno a 105 °C hasta obtener un peso constante. Para cada sitio o punto de muestreo, se tomaron cinco repeticiones; una en el centro de cada sitio (cerca del clavo) y cuatro muestras a 1 metros del centro, en cada uno de los puntos cardinales, para finalmente obtener un promedio de densidad aparente por sitio de muestreo.

#### 8.2.5. Pérdida y deposición de suelo

En la siguiente tabla se presentan los datos obtenidos para la pérdida y deposición de suelo en cada sitio de muestreo, considerando el período de 30 días en el que permanecieron “in situ”.

REGISTRO DE PÉRDIDA Y DEPOSICIÓN DE SUELO													
PARÁMETRO	SITIOS O PUNTOS DE MUESTREO											Σ	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		12
Pérdida (mm)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0
Deposición (mm)	0	0	+2	0	0	0	+1	0	0	0	0	0	+3

REGISTRO DE PÉRDIDA Y DEPOSICIÓN DE SUELO										
PARÁMETRO	SITIOS O PUNTOS DE MUESTREO									Σ Promedio
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
Pérdida (mm)	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	-1
Deposición (mm)	0	0	0	0	0	0	+1	0	0	+1

REGISTRO DE PÉRDIDA Y DEPOSICIÓN DE SUELO	
PARÁMETRO	$\Sigma$ Promedio Total
Pérdida (mm)	-1 / 21 = -0.048
Deposición (mm)	+4 / 21 = +0.19

### 8.2.6. Densidad aparente

Para la estimación de la densidad aparente del suelo, se utilizó el método denominado “determinación gravimétrica de la densidad aparente en muestra no alterada”, para lo cual fueron útiles los cilindros o tubos de PVC.

Extraída la muestra de suelo con los cilindros extractores y cubiertos con las tapas para evitar pérdidas de material, se colocó en una estufa con horno a 105-110 °C hasta peso constante (aproximadamente 12 hs). La densidad aparente ( $\text{kg/m}^3$ ) se determinó con base en la siguiente fórmula:

$$DA (\text{kg/m}^3) = (A-B) / V$$

Donde:

**A**= peso seco del suelo

**B**= tara del cilindro (10 gr)

**V**= volumen de la muestra

En la siguiente tabla se presentan los resultados obtenidos de la densidad aparente, para cada muestra obtenida en los sitios de muestreo.

REGISTRO DE DENSIDAD APARENTE			
SITIO/MUESTRA	PESO SECO (gr)	TARA DEL CILINDRO (gr)	VOL. DE SUELO ( $\text{cm}^3$ )
1	450	10	405
2	603	10	405
3	421	10	405
4	500	10	405
5	701	10	405
6	471	10	405
7	486	10	405
8	486	10	405
9	424	10	405
10	498	10	405
11	405	10	405



REGISTRO DE DENSIDAD APARENTE			
SITIO/MUESTRA	PESO SECO (gr)	TARA DEL CILINDRO (gr)	VOL. DE SUELO (cm <sup>3</sup> )
12	426	10	405
13	452	10	405
14	514	10	405
15	474	10	405
16	563	10	405
17	495	10	405
18	478	10	405
19	362	10	405
20	418	10	405
21	428	10	405
<b>Acumulación (Σ)</b>	<b>10,055 gr</b>	<b>210 gr</b>	<b>8,505 cm<sup>3</sup></b>
<b>Acumulación (Σ)</b>	<b>10.06 kg</b>	<b>0.21 kg</b>	<b>0.0085 m<sup>3</sup></b>
<b>DENSIDAD APARENTE = (10.06 kg - 0.21 kg) / 0.0085 m<sup>3</sup></b> <b>DENSIDAD APARENTE = 1,158.82 kg/m<sup>3</sup></b>			

Los resultados obtenidos expresados en kilogramos por metro cúbico, fueron transformados a toneladas por metro cúbico (Ton/m<sup>3</sup>), lo que nos arroja un resultado de 1.16 Ton/m<sup>3</sup> para la unidad edáfica.

### 8.2.7. Cuantificación de pérdidas

#### a) Tasa media de erosión

Para la cuantificación de la tasa de erosión a nivel del predio, aplicando el método de clavos y rondanas, se utilizó la siguiente fórmula (Pizarro y Cuitiño, 2002):

$$X = Y * Da * 10$$

Donde:

**X**= pérdida de suelo o suelo erosionado

**Y**= altura media de suelo erosionado (mm)

**Da**= densidad aparente (Ton/m<sup>3</sup>)

Sustituyendo los valores de la fórmula se obtuvieron los siguientes resultados:

$$X = Y * Da * 10$$

$$P = 0.048 * 1.16 * 10$$

$$P = 0.56 \text{ Ton/ha/año}$$

### 8.2.8. Tasa media de deposición

Para la cuantificación de la tasa de erosión a nivel del predio, aplicando el método de clavos y rondanas, se utilizó la misma fórmula citada anteriormente (Pizarro y Cuitiño, 2002), pero considerando los valores de deposición obtenidos en campo, de tal manera que la variable “Y” ahora corresponde al valor de deposición promedio del suelo, quedando de la siguiente manera:

$$\begin{aligned}X &= Y * Da * 10 \\P &= 0.19 * 1.16 * 10 \\P &= 2.2 \text{ Ton/ha/año}\end{aligned}$$

### 8.2.9. Erosión neta

Se denomina como erosión neta (En) a la diferencia entre la erosión y la sedimentación ocurrida, expresada en metros cúbicos por hectárea o toneladas por hectárea (Cuitiño, 1999). Se expresa como:

$$En = E - S$$

Donde:

**E** = Erosión media del estrato (ton/ha).

**S** = Sedimentación media del estrato (ton/ha).

Sustituyendo los valores de la fórmula se obtuvieron los siguientes resultados:

$$\begin{aligned}En &= 0.56 \text{ Ton/ha/año} - 2.2 \text{ Ton/ha/año} \\En &= -1.64 \text{ Ton/ha/año}\end{aligned}$$

Un resultado negativo en la aplicación de la fórmula, indica que no existe erosión, ya que el valor de deposición es mayor; entonces, de acuerdo con el resultado anterior, tenemos el predio del proyecto presenta una erosión neta de **-1.64 Ton/ha/año**; lo que significa que anualmente se repone (el resultado fue negativo) una lámina de suelo de 0.164 mm, si consideramos que 1 mm de suelo es igual a 10 ton/ha de suelo (Martínez, M., 2005); y en ese sentido podemos concluir que en la superficie de CUSTF no existe erosión, pues la tasa media de deposición del suelo es superior a la tasa media de erosión.

Considerando lo señalado en el párrafo que antecede, podemos concluir categóricamente que dadas las condiciones en las que se encuentra actualmente el

predio del proyecto, no existen tierras frágiles, pues el suelo existente no presenta evidencias de degradación o pérdida de su capacidad productiva natural, al contrario, existe una deposición anual de 0.164 mm de suelo.

### 8.3. ESTIMACIÓN DE LA PÉRDIDA DEL SUELO CON EL CUSTF

Para la estimación de la pérdida de suelo que ocurriría en la superficie de cambio de uso de suelo propuesta con el desarrollo del proyecto, y considerando que se trata de un caso hipotético con fines de predicción (erosión potencial), se optó por utilizar la siguiente ecuación (Martínez, M., 2005):

$$E_p = R * K * LS$$

Donde:

**Ep** = Erosión potencial del suelo (t/ha/año).

**R** = Erosividad de la lluvia (Mj/ha mm/hr).

**K** = Erosionabilidad del suelo.

**LS** = Longitud y Grado de pendiente.

La metodología simplificada y adecuada para utilizar dicha ecuación en nuestro país, también se puede encontrar en Martínez, M. (2005), como se describe a continuación:

#### 8.3.1. Erosividad de la lluvia (R)

Se puede estimar utilizando la precipitación media anual de la región bajo estudio, seleccionándola en el mapa de la República donde existen 14 regiones (Figura 1). La región bajo estudio se asocia a un número de la región y se consulta una ecuación cuadrática donde a partir de datos de precipitación anual (P) se puede estimar el **valor de R** (Cuadro 1).

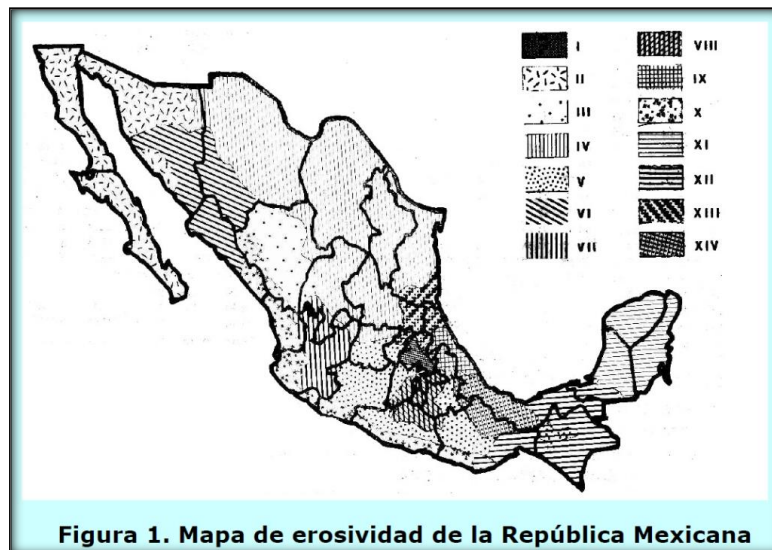


Figura 1. Mapa de erosividad de la República Mexicana

**Cuadro 1. Ecuaciones para estimar la Erosividad de la lluvia (R) en las diferentes regiones del país .**

Región	Ecuación	R <sup>2</sup>
I	$R = 1.2078P + 0.002276P^2$	0.92
II	$R = 3.4555P + 0.006470P^2$	0.93
III	$R = 3.6752P - 0.001720P^2$	0.94
IV	$R = 2.8559P + 0.002983P^2$	0.92
V	$R = 3.4880P - 0.00088P^2$	0.94
VI	$R = 6.6847P + 0.001680P^2$	0.90
VII	$R = -0.0334P + 0.006661P^2$	0.98
VIII	$R = 1.9967P + 0.003270P^2$	0.98
IX	$R = 7.0458P - 0.002096P^2$	0.97
X	$R = 6.8938P + 0.000442P^2$	0.95
XI	$R = 3.7745P + 0.004540P^2$	0.98
XII	$R = 2.4619P + 0.006067P^2$	0.96
XIII	$R = 10.7427P - 0.00108P^2$	0.97
XIV	$R = 1.5005P + 0.002640P^2$	0.95

De acuerdo con los datos de la figura 1 y el cuadro 1, se tiene que el predio del proyecto se ubica dentro de la Región XI y por lo tanto, le aplica la ecuación:  $R = 3.7745P + 0.004540P^2$ . Así mismo, considerando que la precipitación media anual de la zona en la que se ubica el predio, y por ende la superficie de cambio de uso de suelo es de 1,000 mm, sustituyendo estos valores en la ecuación obtenemos los siguientes resultados:

$$R = 3.7745P + 0.004540P^2$$

$$R = (3.7745) (1,000) + (0.004540) (1,000)^2$$

$$R = 3,774.50 + (0.004540) (1'000,000)$$

$$R = 3,774.50 + 4,540$$

$$R = 8,314.50 \text{ Mj/ha mm/hr}$$

### 8.3.2. Erosionabilidad del suelo (K)

La susceptibilidad de los suelos a erosionarse depende de:

- ▶ Tamaño de las partículas del suelo
- ▶ Contenido de materia orgánica.
- ▶ Estructura del suelo.
- ▶ Permeabilidad.

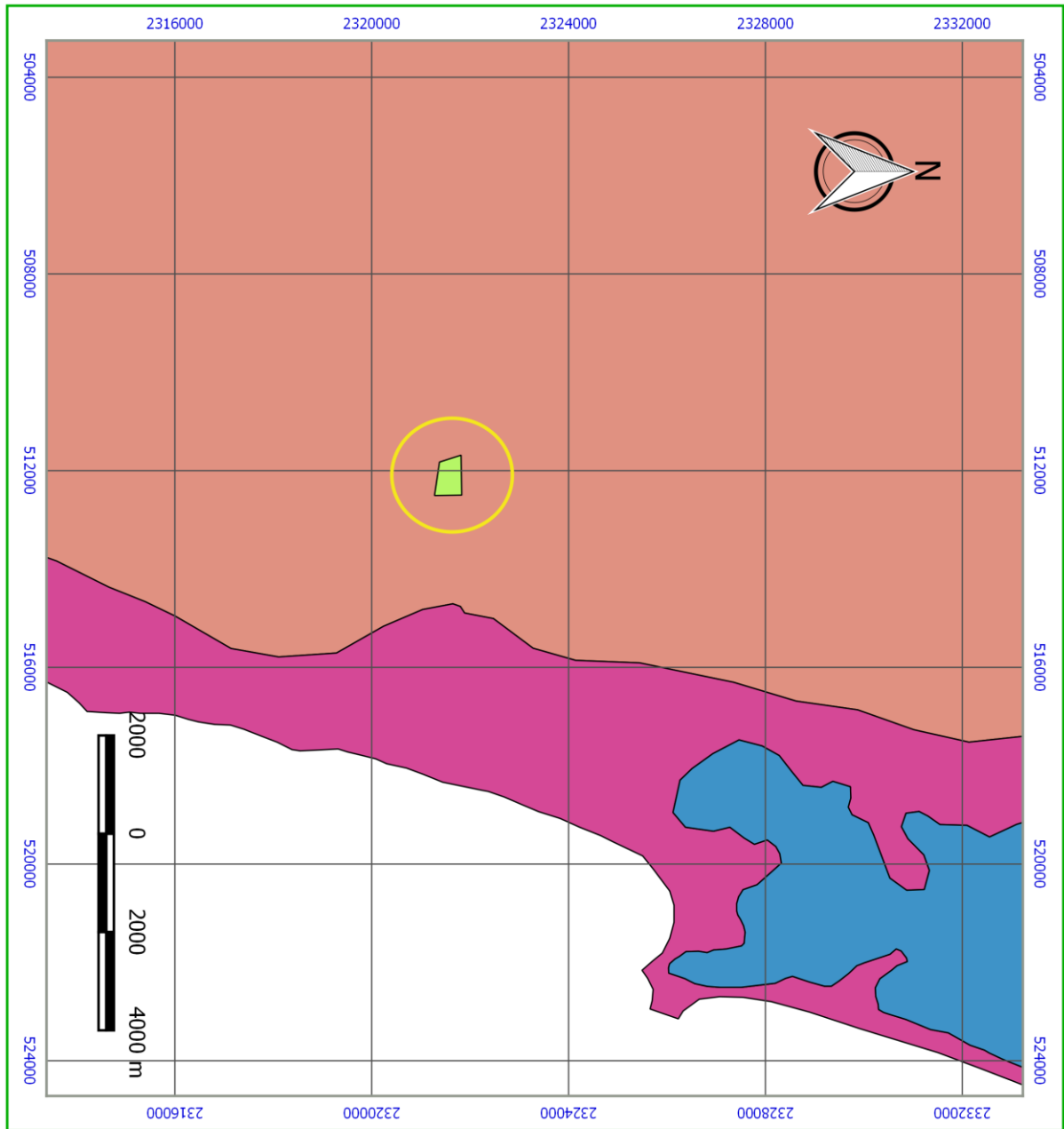
Con datos de la textura de los suelos y contenido de materia orgánica, se estima el valor de erosionabilidad (K) (Cuadro 2).

**Cuadro 2. Erosionabilidad de los suelos (K) en función de la textura y el contenido de materia orgánica**

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	0.016	0.014	0.010
Arena muy fina	0.042	0.036	0.028
Arena migajosa	0.012	0.010	0.008
Arena fina migajosa	0.024	0.020	0.016
Arena muy fina migajosa	0.044	0.038	0.030
Migajón arenosa	0.027	0.024	0.019
Migajón arenosa fina	0.035	0.030	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	0.060	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 - .029		

De acuerdo con el Instituto Nacional de investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP) y la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)<sup>10</sup>, se advierte que en el predio del proyecto el suelo es del tipo Rendzina como suelo primario, mas litosol como suelo secundario, con clase textural media y fase física lítica (ver plano de la página siguiente):

<sup>10</sup> Conjunto de datos vectoriales de Edafología (2001), escala 1:1000000. Instituto Nacional de investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP) - Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).



**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO  
EN TERRENOS FORESTALES**

**"CAMBIO DE USO DE SUELO DEL  
LOTE 1-13"**

**NOMBRE DEL PLANO:  
EDAFOLOGÍA**

**LEYENDA:**

- PREDIO DEL PROYECTO
- SUELOS**
- E+1/2/L
- I+Rc+E/2

**FUENTE:** CARTA DE EDAFOLÓGICA.  
INIFAP-CONABIO  
ESCALA 1:10000000

**METADATOS:**

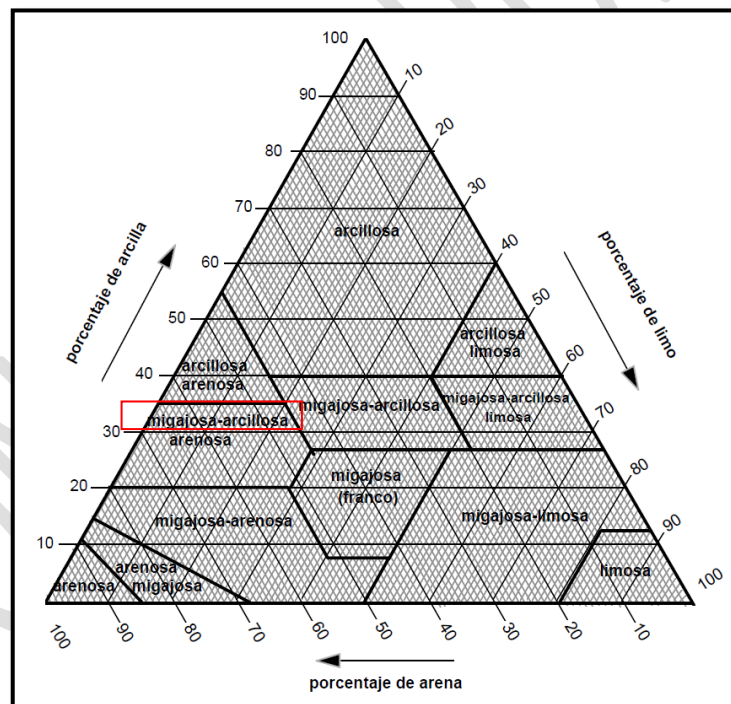
PROYECCIÓN UTM  
DATUM WGS84  
ZONA 16Q N

**ESCALA:**  
1:104,196

De acuerdo con el INEGI (Diccionario de datos edafológicos alfanumérico, 2001), las clases texturales del suelo indican cuál de las partículas de suelo (arena, limo o arcilla) domina en los 30 cm superficiales del suelo, a saber:

- Textura gruesa. Menos del 18% de arcilla y más del 65% de arena.
- Textura media. Menos del 35% de arcilla y menos del 65% de arena.
- Textura fina. Más del 35% de arcilla.

Tomando en cuenta que el tipo de suelo presente en la superficie de cambio de uso de suelo presenta una clase textural media, es decir, menos del 35% de arcilla y menos del 65% de arena, entonces tenemos que se trata de suelo con textura migajosa arcillosa, de acuerdo con el “Diagrama de texturas según el Departamento de Agricultura de los EUA”, utilizado en el Laboratorio de Análisis de Materiales del INEGI con adecuación de términos (Diccionario de datos edafológicos alfanumérico, 2001), el cual se muestra en la siguiente imagen.



En cuanto a la materia orgánica en los suelos predominantes, tenemos que la **Rendzina** es predominante por ser la unidad edáfica primaria, y son ricos en materia orgánica (de 2.0 a 4.0%); mientras que el **Litosol** se presenta como suelo secundario, pero también es rico en materia orgánica (de 2.0 a 4.0%).

Entonces tenemos que el suelo presente en la superficie de cambio de uso de suelo es de textura migajón arcilloso y el contenido de materia orgánica de más del 2.0%, por lo tanto el valor de K sería 0.021 de acuerdo con los datos del cuadro 2 presentado anteriormente.

### 8.3.3. Longitud y Grado de pendiente (LS)

De acuerdo con los resultados presentados en los apartado 5.4 del capítulo 5 del presente estudio, tenemos que la pendiente media de la superficie de CUSTF (promedio), es de 0.13%, con una longitud analizada de 740 m, lo que permite asumir que se trata de una superficie con relieve plano; condición que se justifica plenamente considerando que de acuerdo con la Carta de Hidrología superficial (escala 1:250,000) del INEGI, el predio del proyecto se ubica en una zona que presenta un coeficiente de escurrimiento de 0 a 5% que indica un relieve plano.

Al conocer la pendiente y la longitud de la pendiente, entonces el factor **LS** se calcula como:

$$LS = (\lambda)^m (0.0138 + 0.00965 S + 0.00138 S^2)$$

Donde:

**LS** = Factor de grado y longitud de la pendiente.

$\lambda$  = Longitud de la pendiente

**S** = Pendiente media del terreno.

**m** = Parámetro cuyo valor es 0.5.

De acuerdo con los resultados obtenidos, y sustituyendo los valores en la fórmula tenemos:

- ▶ Longitud de la pendiente de 740 m
- ▶ Pendiente media del terreno 0.13%
- ▶ Valor constante de "m" = 0.5

LS se calcula como:

$$LS = (740)^{0.5} [0.0138 + (0.00965) (0.13) + (0.00138) (0.13)^2]$$

$$LS = (27.20) [0.0138 + 0.00125 + (0.00138) (0.0169)]$$

$$LS = (27.20) (0.0138 + 0.00125 + 0.0000233)$$

$$LS = (27.20) (0.015)$$

$$LS = 0.41$$



### 8.3.4. Erosión potencial

Finalmente calculamos la **erosión potencial** como:

$$\begin{aligned} \mathbf{E_p} &= \mathbf{R * K * LS} \\ \mathbf{E_p} &= (8,314.50) (0.021) (0.41) \\ \mathbf{E_p} &= 71.59 \text{ ton/ha/año} \end{aligned}$$

La erosión potencial calculada nos indica que se perderían 71.59 ton/ha/año en la superficie de cambio de uso de suelo con la eliminación de la vegetación, pero sin medidas preventivas, de mitigación o de conservación de suelos; lo que significa que anualmente se perdería una lámina de suelo de 7.16 mm (0.71 cm), si consideramos que 1 mm de suelo es igual a 10 ton/ha de suelo (Martínez, M., 2005).

Entonces tenemos que si la capa de suelo que se estima existe en la superficie de CUSTF, es de 17.5 cm (175 mm) en promedio<sup>(11)</sup>, podemos afirmar que el suelo se perdería por procesos erosivos en su totalidad, en un plazo de 24 años (17.5 / 0.71), si consideramos que se estima una pérdida de 0.71 cm anuales (según los resultados obtenidos del cálculo de erosión potencial), lo cual se considera un plazo bastante extenso y que nos indica que la superficie de CUSTF no posee tierras frágiles.

Aunado a lo anterior, es importante considerar que la regeneración natural de un ecosistema de Selva a nivel del sotobosque, generalmente ocurre en un plazo estimado de 1 a 2 años, según experiencias previas en campo; lo cual resulta relevante toda vez que se trata de la primera capa cobradora a favor de la protección de los suelos; entonces se considera corto el tiempo que transcurriría para que se restablezca nuevamente el factor de protección del suelo que ha sido eliminado hipotéticamente, es decir, la cobertura vegetal; y en consecuencia, en esos dos años se perderían 1.42 cm de tierra de acuerdo con los cálculos realizados, por lo que no se alcanzaría el plazo de los 24 años que se requieren para que se erosione por completo el suelo existente en la superficie de CUSTF.

<sup>11</sup> Rendzinas (suelo predominante en el predio) con espesor por debajo de los 25 cm; litosoles (suelo secundario en el predio) con espesor menor a 10 cm. INEGI, capítulo 5 del presente estudio.

## 9. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

El impacto ambiental se define como la modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza (Artículo 3o, Fracción XIX, de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente); en este sentido, cualquier cambio que el proyecto ocasione sobre el ambiente, será considerado como un impacto ambiental.

Por otro lado, la evaluación del impacto ambiental es un proceso de análisis que sirve para prever los futuros cambios en el ambiente, sean de tipo antropogénico o generados por el mismo ambiente; asimismo, permite elegir aquella alternativa de proyecto cuyo desarrollo maximice los beneficios hacia el ambiente y disminuya los impactos no deseados; por lo tanto, el término impacto no implica en sí mismo negatividad, ya que estos también pueden ser positivos.

### 9.1. METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Para la evaluación del impacto ambiental se ha seleccionado el método de Matriz de Cribado o Matriz de Causa-Efecto. Se trata de una metodología que permite identificar los impactos ambientales a través de la interacción de cada una de las actividades del proyecto con los distintos factores del medio ambiente. Consiste en una matriz de doble entrada, en cuyas filas se desglosan los elementos del medio que pudieran ser afectados (físico abiótico, físico biótico y socioeconómico), y estos a su vez se dividen por factores ambientales (aire, agua, suelo, geomorfología, paisaje, flora, fauna, demografía, sector primario y sector secundario); en tanto que las columnas contienen las actividades del proyecto causales del impacto, agrupadas por etapa de desarrollo (preparación del sitio).

#### 9.1.1. Justificación de la metodología seleccionada

Este método fue seleccionado debido a que está confeccionado con el fin de poder adaptarse a todo tipo de proyectos por su carácter generalista y dado que permite la integración de conocimientos sectoriales, pudiendo actuar como hilo conductor para el trabajo de un equipo interdisciplinario; esto lo hace especialmente útil y práctico como herramienta para estudios de impacto ambiental; aunado a que el modelo es bastante completo y permite, partiendo de un diagrama arborescente del sistema ambiental, hacer una evaluación tanto cualitativa como cuantitativa del impacto ambiental, logrando esto último mediante el empleo de funciones de transformación. Además, posibilita comparar

los impactos del proyecto en los escenarios del medio, sin implementar medidas protectoras y con la aplicación de ellas.

Entre las ventajas del método seleccionado se pueden citar las siguientes: 1) permite la obtención de un índice global de impactos; 2) se adapta a diferentes tipos de proyectos; 3) pondera los efectos mediante la asignación de pesos; y 4) realiza una evaluación cualitativa y cuantitativa del impacto.

### 9.1.2. Indicadores de impacto

De manera previa a la construcción de la Matriz de Causa-Efecto, se realizó una selección de indicadores de impacto, los cuales servirán para obtener una aproximación cercana a la realidad respecto de las interacciones que se establecerán en la matriz.

Una definición genéricamente utilizada del concepto indicador, establece que éste es “un elemento del medio ambiente afectado, o potencialmente afectado por un agente de cambio” (Ramos, 1987); es por ello que se considera a los indicadores como índices cuantitativos o cualitativos que permiten evaluar la dimensión de las alteraciones que podrán producirse como consecuencia del desarrollo del proyecto.

Para fines prácticos y metodológicos, los indicadores de impacto fueron seleccionados con base en las siguientes características:

- Representatividad: se refiere al grado de información que posee un indicador respecto del impacto global de la obra.
- Relevancia: la información que aporta es significativa sobre la magnitud e importancia del impacto.
- Excluyente: no existe una superposición entre los distintos indicadores.
- Cuantificable: medible siempre que sea posible en términos cuantitativos.
- Fácil identificación: definidos conceptualmente de modo claro y conciso.

### 9.1.3. Lista de indicadores de impacto

En las siguiente tablas se presenta la lista de los indicadores de impacto seleccionados para el proyecto de acuerdo con sus características de representatividad, relevancia y por ser excluyentes, cuantificables y de fácil identificación.

ELEMENTO DEL AMBIENTE QUE SERÁ IMPACTADO	INDICADORES DE IMPACTO
<b>Aire</b>	Número de fuentes móviles Tiempo de operación de las fuentes móviles Cantidad de partículas suspendidas
<b>Suelo</b>	Volumen del recurso removido Superficie de aprovechamiento Superficie de despalme Volumen de residuos sólidos y líquidos generados
<b>Hidrología</b>	Volumen de aguas residuales generadas
<b>Paisaje</b>	Superficie modificada
<b>Flora</b>	Superficie de desmonte Superficie de conservación
<b>Fauna</b>	Superficie de aprovechamiento Superficie de conservación Tiempo de vida útil del proyecto
<b>Medio socioeconómico</b>	Número de empleos generados Maquinaria y equipo requeridos Tiempo de duración del proyecto

## 9.2. VALORACIÓN CUALITATIVA DEL IMPACTO AMBIENTAL

Una vez definidos los indicadores de impacto, a continuación se presenta la Matriz de Cribado o Matriz de Causa-Efecto propuesta para la evaluación de los impactos ambientales. En dicha matriz se establecerán las interacciones acción-factor ambiental, en donde las acciones se incluirán en las columnas, en tanto que los factores ambientales se desglosarán por filas; en este sentido, cuando una acción afecte uno o varios factores ambientales, se marcará la celda común a ambas. Cabe mencionar que en esta etapa de la evaluación de los impactos, la valoración de los mismos es de tipo cualitativa, y servirá de base para establecer la valoración a nivel cuantitativo. La matriz se presenta únicamente para la etapa de preparación del sitio ya que es la correspondiente a las actividades referentes al cambio de uso de suelo.

ETAPA DE CAMBIO DE USO DE SUELO		ACTIVIDADES								
<b>MATRIZ DE CRIBADO</b> <b>MATRIZ DE CAUSA-EFECTO</b>  En las columnas se colocaron todas aquellas actividades involucradas con la etapa de preparación del sitio del proyecto y en las filas se incluyeron todos y cada uno de los componentes del ambiente que se verán afectados por dichas actividades. La celda que indicaba una posible interacción entre ambos componentes de la matriz, fue marcada con un color específico.		CONTRATACIÓN DE PERSONAL	GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS	GENERACIÓN DE AGUAS RESIDUALES	ACTIVIDAD HUMANA	DE LA ZONA DE APROVECHAMIENTO	COMPRA O RENTA DE MAQUINARIA Y EQUIPO	RESCATE DE VEGETACIÓN Y/O FAUNA	DESMONTE	DESPALME
ELEMENTO DEL MEDIO	FACTOR DEL MEDIO									
Abiótico	Aire									
	Suelo									
	Hidrología									
Biótico	Flora									
	Fauna									
Perceptual	Paisaje									
Socioeconómico	Sector laboral									
	Sector económico									
	Sector comercio									

De acuerdo con la matriz que antecede, se identificaron 18 posibles interacciones entre las actividades implicadas en el cambio de uso de suelo propuesto, y los elementos que integran el medio físico y biótico; siendo la flora, la fauna y el suelo, los elementos que recibirán el mayor número de impactos de acuerdo con dichas interacciones.

### 9.3. VALORACIÓN CUANTITATIVA DEL IMPACTO AMBIENTAL

Una vez definidas las interacciones entre los componentes del medio y las actividades del proyecto, se procede a valorarlos cuantitativamente a través de criterios de valoración (descritos más adelante). A cada criterio se le asignará un valor numérico y consecuentemente se realizará la sumatoria de los valores asignados aplicando el algoritmo propuesto por Domingo Gómez Orea (1988), modificado, el cual se indica como sigue: **Valor de importancia (VIM) = +/- (3In + 2Ex + Ce + Mo + Pe + Pr + Rv + Rc)**. El resultado obtenido en la aplicación del algoritmo, permitirá determinar más adelante el

valor de importancia de cada impacto identificado. Como paso final, el resultado será ponderado con una escala de referencia (definida más adelante), a fin de establecer aquellos impactos relevantes o significativos que generará el proyecto.

### 9.3.1. Criterios seleccionados para la valoración de los impactos

En el siguiente cuadro se presentan los criterios de valoración con sus correspondientes atributos, que permitirán valorar cuantitativamente cada impacto ambiental identificado.

CRITERIOS DE VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS		
NO.	CRITERIO	ATRIBUTOS
1	Carácter	Positivo/Negativo
2	Intensidad	Alta/Media/Baja
3	Causa-efecto	Directo/Indirecto
4	Extensión	Puntual/Extenso/ Parcial
5	Momento	Corto plazo/ Mediano plazo/Largo plazo
6	Persistencia	Fugaz/Temporal/Permanente
7	Periodicidad	Irregular/Periódico/Continuo
8	Reversibilidad	Reversible/Irreversible
9	Recuperabilidad	Preventivo/Mitigable/Recuperable/Irrecuperable

Como puede verse en el cuadro anterior, para la evaluación cuantitativa del impacto, se utilizarán 9 criterios y 25 atributos, los cuales se describen como sigue:

*Carácter (+ ó -).*

Cuando hablamos del carácter del impacto, simplemente aludimos a si es beneficioso o dañino, lo cual suele indicarse con un signo positivo (+) o negativo (-), respectivamente. Con el impacto positivo las condiciones del medio (abiótico, biótico, perceptual y socioeconómico) se benefician y mejoran, mientras que con el negativo se dañan o deterioran.

*Intensidad (In).*

Si por definición la intensidad es el grado de fuerza, cuando hablamos de la intensidad del impacto nos referimos a su nivel de destrucción si se trata de un impacto negativo, o de beneficio, si es positivo. Con un propósito práctico el grado de destrucción o beneficio se define como alto, medio o bajo, para identificar diferentes niveles de daño o mejora en las condiciones del medio (abiótico, biótico, perceptual y socioeconómico).

En un sentido negativo, cuando la intensidad es alta se produce una destrucción casi total del factor ambiental afectado, y si es baja hay una modificación mínima del factor afectado. En un sentido positivo, la intensidad alta refleja un beneficio máximo, mientras que si es baja solo indicaría una cierta mejora. En ambos casos, la intensidad media representa una situación intermedia al ser comparada con los dos niveles anteriores.

En relación a éste criterio, para el presente estudio se considerará lo siguiente:

- ▶ Intensidad alta: cuando el impacto ocasione una destrucción total o produzca un beneficio máximo sobre el recurso, con respecto al estado cero que presente antes de la Puesta en marcha del proyecto.
- ▶ Intensidad media: cuando el impacto ocasione sobre el recurso una destrucción o un beneficio mayor al 50 % con respecto al estado cero que presente antes de la puesta en marcha del proyecto, pero no su destrucción total o un beneficio máximo.
- ▶ Intensidad baja: cuando el impacto ocasiona una destrucción o produzca un beneficio menor al 50 % sobre el recurso, con respecto al estado cero que presente antes de la puesta en marcha del proyecto.

#### *Relación-causa efecto (Ce).*

Hace alusión a la inmediatez del impacto y su posición en la cadena de efectos. Si el impacto tiene un efecto inmediato sobre algún factor del medio se habla de impacto directo. Si el efecto tiene lugar a través de un sistema de relaciones más complejas y no por la relación directa acción-factor entonces se dice que es indirecto. Los impactos directos son también llamados primarios, son los más obvios pues ocurren casi al mismo tiempo que la acción que los causa, mientras que los indirectos son llamados secundarios, terciarios, etc.

#### *Extensión (Ex).*

La extensión permite considerar algo tan importante como las características espaciales del impacto, es decir, hasta dónde llega su efecto. Bajo este criterio los impactos se dividen en puntual, cuando afecta un espacio muy localizado; extenso si afecta un espacio muy amplio, o parcial si afecta un espacio intermedio, al ser comparado de manera relativa con los dos niveles anteriores. Para este criterio es necesario establecer una escala espacial relativa referida al factor que se analiza, que a su vez ayudará a precisar las áreas de influencia directa e indirecta del proyecto.

Para fines del presente estudio, la escala espacial en la aplicación de éste criterio, se considerará como se indica a continuación:

- ▶ Puntual: cuando el impacto sólo afecte la superficie donde se esté realizando la obra o actividad de que se trate.
- ▶ Parcial: cuando el impacto afecte una superficie mayor al sitio donde se esté realizando la obra o actividad de que se trate, pero dentro de los límites de la microcuenca.
- ▶ Extenso: cuando el efecto del impacto se produzca más allá de los límites de la microcuenca.

#### *Momento (Mo).*

Alude al momento en que ocurre el impacto, es decir, el tiempo transcurrido desde que la acción se ejecuta y el impacto se manifiesta. Este tipo de impacto puede ocurrir a corto plazo, si se manifiesta inmediatamente o al poco tiempo de ocurrida la acción, a largo plazo si se expresa mucho tiempo después de ocurrida la acción o a mediano plazo si se manifiesta en un momento después de ocurrida la acción que resulta intermedio al ser comparado de manera relativa con los dos niveles anteriores.

Para fines prácticos y metodológicos del presente estudio, en la aplicación de éste criterio se considerará lo siguiente:

- ▶ Corto plazo: si el impacto ocurre después de un mes de que se produzca el factor que lo genera.
- ▶ Mediano plazo: cuando el efecto del impacto se manifieste en un período aproximado mayor a un mes, pero menor a tres meses de haberse producido el factor que lo genera.
- ▶ Largo plazo: cuando el efecto del impacto se manifieste en un período mayor a tres meses de haberse producido el factor que lo genera.

#### *Persistencia (Pe).*

Se refiere al tiempo que permanece actuando el impacto, es decir, la duración que teóricamente tendrá la alteración del factor que se está valorando. Así, se considera permanente aquel impacto que provoca una alteración indefinida en el tiempo; temporal aquel que causa una alteración transitoria y fugaz aquel que causa una alteración breve. Para este tipo de criterio es necesario establecer una escala temporal relativa referida al



factor que se analiza y para ello se tomará como base el cronograma del proyecto, el cual permitirá establecer un tiempo concreto de duración ajustado a la realidad del proyecto.

Para fines del presente estudio, la escala espacial en la aplicación de éste criterio, se considerará como se indica a continuación:

- Fugaz: si el impacto deja de manifestarse cuando desaparece el factor que lo genera.
- Temporal: si el impacto se manifiesta en un período de tiempo determinado pero sólo durante el cambio de uso del suelo.
- Permanente: si el impacto se manifiesta durante toda la vida útil del proyecto.

#### *Periodicidad (Pr).*

Alude a la regularidad o grado de permanencia del impacto en un período de tiempo. Se define como irregular al que se manifiesta de forma discontinua e impredecible en el tiempo, periódico si se expresa de forma regular pero intermitente en el tiempo y continuo si el cambio se manifiesta constante o permanentemente en el tiempo. Este último, en su aplicación tiende a confundirse con el impacto permanente, sin embargo, el impacto permanente concierne a su comportamiento en el tiempo y el continuo al tiempo de actuación.

#### *Reversibilidad (Rv).*

En ocasiones, el medio alterado por alguna acción puede retornar de forma natural a su situación inicial cuando la acción cesa; hablamos entonces de impacto reversible. Cuando al desaparecer dicha acción, no es posible el retorno al estado original de manera natural, decimos entonces que el impacto es irreversible. Este criterio no se considera para evaluar los impactos al medio socioeconómico, puesto que los elementos que lo integran no son de tipo natural.

#### *Recuperabilidad (Rc).*

No siempre es posible que el medio alterado por alguna acción pueda regresar de forma natural a su situación inicial cuando la acción cesa. En tales casos debemos tomar medidas para que esto ocurra. Definimos entonces el impacto recuperable cuando éste desaparece al cesar la acción que lo causa; preventivo cuando se aplican medidas que impiden la manifestación del impacto; mitigable como aquel donde la aplicación de medidas correctoras sólo reducen el efecto de la acción impactante, sin llegar a la

situación inicial; e irrecuperable cuando al desaparecer la acción que lo causa no es posible el retorno a la situación inicial, ni siquiera a través de medidas de protección ambiental, por lo que además de medidas mitigadoras para reducirlo, debemos aplicar las llamadas medidas compensatorias para remediarlo. En los casos, preventivo y mitigable, aplican las llamadas medidas preventivas o de mitigación, a las cuales nos referiremos en otro capítulo del presente estudio.

La categoría de recuperabilidad no aplica a los impactos positivos, pues su definición abarca el concepto de medidas mitigadoras o compensatorias que solo se aplican a los impactos negativos. Para los impactos positivos se manejan las llamadas medidas optimizadoras encaminadas a perfeccionar, ampliar y expandir el beneficio del impacto positivo.

### 9.3.2. Asignación de rangos para los criterios de evaluación

De manera previa a la valoración cuantitativa de los impactos ambientales a través del algoritmo propuesto por Domingo Gómez Orea (1988), a continuación se procede a la asignación de rangos para los criterios de valoración por cada uno de sus atributos, según corresponda, a fin de poder obtener un valor de ponderación para los impactos asociados a la etapa de preparación del sitio (ver tabla siguiente).

CRITERIOS DE VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS		
CRITERIO	RANGO	VALOR
Carácter	Positivo	+
	Negativo	-
Intensidad (In)	Baja	1
	Media	2
	Alta	3
Causa-efecto (Ce)	Indirecto	1
	Directo	2
Extensión (Ex)	Puntual	1
	Parcial	2
	Extenso	3
Momento (Mo)	Corto plazo	1
	Mediano plazo	2
	Largo plazo	3
Persistencia (Pe)	Fugaz	1
	Temporal	2
	Permanente	3
Periodicidad (Pr)	Irregular	1
	Periódico	2
	Continuo	3

CRITERIOS DE VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS		
CRITERIO	RANGO	VALOR
Reversibilidad (Rv)	Reversible	1
	Irreversible	2
Recuperabilidad (Rc)	Preventivo	0
	Recuperable	1
	Mitigable	2
	Irrecuperable	3

### 9.3.3. Cálculo del valor de importancia de los impactos ambientales

A continuación se presentan los cálculos realizados para la valoración de los impactos ambientales identificados por cada etapa del proyecto, utilizando el algoritmo seleccionado (modificado de Gómez Orea, 1988), el cual se describe como sigue:

$$\text{VIM} = +/- (3\text{In} + 2\text{Ex} + \text{Ce} + \text{Mo} + \text{Pe} + \text{Pr} + \text{Rv} + \text{Rc})$$

Donde:

**VIM** = Valor de importancia del impacto

**(+/-)** = positivo o negativo

**In** =Intensidad

**Ex** =Extensión

**Ce** =Causa-efecto

**Mo** =Momento

**Pe** =Persistencia

**Pr** =Periodicidad

**Rv** =Reversibilidad

**Rc**=Recuperabilidad

A continuación se presenta la valoración cuantitativa de los impactos ambientales identificados, tomando como base las interacciones establecidas en la matriz de causa-efecto, presentada anteriormente.

#### 1) Impacto ambiental identificado (1): Reducción de la cobertura vegetal

- **Recursos forestales impactados:** Flora, fauna, paisaje
- **Descripción del impacto:** El origen de éste impacto, de acuerdo con la matriz de causa-efecto, será el desmonte, ya que dicha actividad implica la remoción de vegetación natural dentro en las zonas de aprovechamiento propuestas para el proyecto, lo que también trae como consecuencia el desplazamiento de la fauna y la modificación del entorno natural, alterando el medio perceptual.

► **Evaluación del impacto:**

CRITERIO	RANGO	OBSERVACIONES	VALOR
Carácter	Negativo	Ocasiona la pérdida del recurso.	-
Intensidad	Alta	Se aprovechará el 100% del predio	3
Extensión	Puntual	Se limita sólo a la superficie propuesta para el desarrollo del proyecto.	1
Causa-efecto	Directo	El proyecto implica el cambio de uso de suelo a través de la remoción de la vegetación.	2
Momento	Largo plazo	El desmonte se llevará a cabo en un plazo de 4 años con calendarización señalada en el presente estudio, es decir, la magnitud total del impacto se alcanzará hasta los 4 años de iniciado el proyecto.	3
Persistencia	Permanente	La pérdida de la vegetación será permanente durante toda la vida útil del proyecto.	3
Periodicidad	Periódico	Se considera irregular, ya que el desmonte se realizará de manera paulatina y por etapas durante el plazo establecido en el calendario de actividades, es decir, la magnitud total del impacto se alcanzará hasta los 4 años de iniciado el proyecto.	2
Reversibilidad	Irreversible	La vegetación removida no puede recuperar su estado original por medios propios en caso de cesar la actividad, ya que para ello se requiere aplicar medidas de restauración.	2
Recuperabilidad	Mitigable	Se llevará a cabo un rescate de vegetación dirigido para recuperar un porcentaje significativo de las especies que serán afectadas; contribuyendo con ello a salvaguardar el germoplasma de las especies seleccionadas. En especial aquellas listada en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.	2
<b>VALOR DE IMPORTANCIA</b>		<b>VIM = +/- (3(3) + 2(1) + 2 + 3 + 3 + 2 + 2 + 2)</b>	<b>VIM = -25</b>

2) **Impacto ambiental identificado (2): Pérdida del hábitat**

- **Elementos del medio impactados:** Flora y fauna
- **Descripción del impacto:** El origen de éste impacto, de acuerdo con la matriz de causa-efecto, será el desmonte durante los trabajos de preparación del sitio, ya que dicha actividad implica remover la vegetación natural dentro de las zonas propuestas para el aprovechamiento y desarrollo del proyecto; superficies que actualmente funcionan como hábitat para la flora y la fauna asociada.

► **Evaluación del impacto:**

CRITERIO	RANGO	OBSERVACIONES	VALOR
Carácter	Negativo	Ocasiona la pérdida del recurso.	-
Intensidad	Alta	Se perderá el hábitat en el 100% del predio.	3
Extensión	Puntual	Se limita sólo a la superficie de aprovechamiento.	1
Causa-efecto	Directo	El cambio de uso de suelo que implica el proyecto, a través de la remoción de la vegetación, se relaciona en forma directa con la pérdida del hábitat.	2
Momento	Largo plazo	El desmonte corresponde a la etapa del proyecto donde se perderá el hábitat. No obstante, éste se llevará a cabo de acuerdo con la calendarización indicada en el presente estudio; por lo tanto, la magnitud del impacto se presentará hasta alcanzado los 4 años.	3
Persistencia	Permanente	La pérdida del hábitat será permanente durante toda la vida útil del proyecto.	3
Periodicidad	Periódico	Se considera periódico, ya que el desmonte y por ende la pérdida del hábitat, se realizará por etapas de acuerdo a la calendarización indicada en el capítulo dos del presente.	2
Reversibilidad	Irreversible	El hábitat para la flora y la fauna no podrá recuperarse por medios naturales en caso de cesar la actividad, ya que para ello se requiere aplicar medidas de restauración.	2
Recuperabilidad	Mitigable	Se prevé la implementación de actividades de ahuyentamiento de fauna, así como la puesta en marcha de programas que incluyen actividades rescate y reubicación de especies florísticas y faunísticas. Con lo anterior, la fauna se restablecerá en hábitats adecuados los cuales darán cabida a las especies rescatadas.	2
<b>Valor de importancia</b>		<b>VIM = +/- (3(3) + 2(1) + 2 + 3 + 3 + 2 + 2 + 2)</b>	<b>VIM = -24</b>

3) **Impacto ambiental identificado (3): Remoción del suelo**

► **Elemento del medio impactado:** Suelo

- **Descripción del impacto:** Éste impacto será producido durante las actividades de despalme, ya que ello implica la remoción del suelo dentro de la zona de aprovechamiento.

► **Evaluación del impacto:**

CRITERIO	RANGO	OBSERVACIONES	VALOR
Carácter	Negativo	Ocasiona la pérdida del recurso.	-
Intensidad	Alta	Se pretende aprovechar el 100% del predio.	3
Extensión	Puntual	Se limita sólo a la superficie sujeta a su aprovechamiento	1
Causa-efecto	Directo	El proyecto implica el despalme, y por lo tanto se relaciona en forma directa con la pérdida del suelo.	2
Momento	Largo plazo	El despalme se llevará a cabo de acuerdo al cronograma de trabajo y será en ese período cuando el suelo se pierda en su totalidad (4 años).	3
Persistencia	Permanente	La pérdida del suelo será permanente durante toda la vida útil del proyecto.	3
Periodicidad	Periódico	Se considera periódico, ya que el despalme y por ende la pérdida del suelo, se realizará por etapas de acuerdo a lo indicado en el cronograma de trabajo (4 años).	2
Reversibilidad	Irreversible	El suelo no podrá recuperarse por medios naturales en caso de cesar la actividad, ya que para ello se requiere aplicar medidas de restauración.	2
Recuperabilidad	Mitigable	El suelo removido será resguardado al interior del predio y utilizado para las labores de rescate y reubicación de la flora; y en su caso, para las labores de ajardinado del proyecto futuro.	2
<b>Valor de importancia</b>		<b>VIM = +/- (3(3) + 2(1) + 2 + 3 + 3 + 2 + 2 + 2)</b>	<b>VIM = -24</b>

#### 4) **Impacto ambiental identificado (4): Suspensión de partículas**

- **Elemento del medio impactado:** Aire
- **Descripción del impacto:** Éste impacto será producido con los trabajos de desmonte y despalme, debido a que la acción del viento pueden llegar a provocar la suspensión de partículas en el aire.
- **Evaluación del impacto:**

CRITERIO	RANGO	OBSERVACIONES	VALOR
Carácter	Negativo	Altera la calidad del componente ambiental (aire).	-
Intensidad	Baja	Los sedimentos suspendidos afectarán la calidad del recurso de manera temporal pero no ocasionaran su destrucción en ningún sentido.	1

CRITERIO	RANGO	OBSERVACIONES	VALOR
Extensión	Parcial	La dispersión de partículas por acción eólica podrá ocurrir más allá del sitio donde se realiza la actividad o factor que lo genera.	2
Causa-efecto	Directo	El desmonte y despalme, son las actividades responsables de la suspensión de sedimentos.	2
Momento	Corto plazo	El impacto puede manifestarse desde el inicio del desmonte y despalme, por lo que se considera que su impacto será inmediato.	1
Persistencia	Fugaz	Las partículas que podrían llegar a ser suspendidas por el viento, permanecerán en el aire por períodos cortos de tiempo, dado que su peso producirá que éstos se precipiten y se reincorporen nuevamente al suelo.	1
Periodicidad	Irregular	Se considera irregular, ya que la suspensión de las partículas ocurrirá en forma impredecible pero no continua.	1
Reversibilidad	Reversible	Las partículas se podrán precipitar debido a su peso, o por algún factor externo como el agua.	1
Recuperabilidad	Mitigable	Se aplicarán medidas preventivas para evitar la dispersión de partículas durante los trabajos de preparación del sitio del proyecto.	0
<b>Valor de importancia</b>		<b>VIM = +/- (3(1) + 2(2) + 2 + 1 + 1 + 1 + 1 + 2)</b>	<b>VIM = -15</b>

##### 5) Impacto ambiental identificado (5): Reducción de la calidad visual del paisaje

- ▶ **Elemento del medio impactado:** Paisaje
- ▶ **Descripción del impacto:** El impacto será producido con la remoción de la vegetación y la presencia de elementos o acciones antrópicas; lo que implica la pérdida de los elementos naturales que predominan en el entorno, reduciendo con ello la calidad visual del paisaje.
- ▶ **Evaluación del impacto:**

CRITERIO	RANGO	OBSERVACIONES	VALOR
Carácter	Negativo	Provoca una alteración en la calidad del recurso.	-
Intensidad	Media	Se estima que la reducción de la calidad visual del paisaje será media en virtud de que el aprovechamiento se limita sólo a la superficie del predio, del cual se ocupará el 100%.	2
Extensión	Puntual	La reducción de la calidad visual del paisaje no va más allá de la zona de	1

CRITERIO	RANGO	OBSERVACIONES	VALOR
		aprovechamiento en virtud de que el predio se encuentra inmerso dentro de una zona en donde existen otros desarrollos que han alterado el paisaje de manera significativa.	
Causa-efecto	Directo	La intervención del predio para su aprovechamiento, se relaciona en forma directa con la reducción de la calidad visual del paisaje <i>in situ</i> .	2
Momento	Largo plazo	Con los trabajos de desmote y despalme serán eliminados los elementos naturales del predio y por ende, se reduce la calidad visual del paisaje; sin embargo, el desmote concluirá hasta los 4 años de iniciado el proyecto, por lo que el impacto alcanzará toda su magnitud hasta que se concluya ese plazo.	3
Persistencia	Permanente	La reducción de la calidad visual será permanente durante toda la vida útil del proyecto, ya que éste introduce elementos de alteración en el paisaje.	3
Periodicidad	Continuo	La alteración de la calidad visual del paisaje será constante a lo largo del tiempo, durante toda la vida útil del proyecto.	3
Reversibilidad	Irreversible	Para recuperar la calidad visual del paisaje, necesariamente se requiere de la intervención del hombre para la restauración de los elementos naturales que fueron eliminados.	2
Recuperabilidad	Irrecuperable	No es posible mitigar el efecto del impacto, ya que el predio será destinado a actividades no forestales que harán permanente la alteración de la calidad visual del paisaje.	3
<b>Valor de importancia</b>		<b>VIM = +/- (3(2) + 2(1) + 2 + 3 + 3 + 3 + 2 + 3)</b>	<b>VIM = -24</b>

## 6) Impacto ambiental identificado (6): Perturbación del hábitat

- ▶ **Elementos del medio impactados:** Fauna
- ▶ **Descripción del impacto:** Durante los trabajos implicados en el cambio de uso del suelo, la actividad humana y todos los elementos que se vinculan, ocasionarán la perturbación del hábitat de la fauna, lo que dará origen a su desplazamiento fuera de las áreas de aprovechamiento.
- ▶ **Evaluación del impacto:**



CRITERIO	RANGO	OBSERVACIONES	VALOR
Carácter	Negativo	Ocasiona la alteración de la calidad del hábitat.	-
Intensidad	Alta	Se perderá la vegetación dentro del predio y con ella los hábitats de la fauna en el 100% del predio.	3
Extensión	Parcial	La perturbación del hábitat puede extenderse más allá de las zonas que serán intervenidas, debido al ruido y a la presencia misma de los trabajadores en la obra.	2
Causa-efecto	Directo	Los trabajos de desmonte y despalme serán los factores causantes de la perturbación del hábitat.	2
Momento	Corto plazo	El desmonte se llevará a cabo de acuerdo con la calendarización citada en el presente estudio, y será en ese período cuando se produzca la mayor perturbación del hábitat.	1
Persistencia	Temporal	La perturbación ocurrirá sólo durante la jornada diaria del cambio de uso del suelo, pero cesarán al término de la misma, cada día.	2
Periodicidad	Periódico	Se considera periódico ya que los trabajos de preparación el sitio están definidos en tiempo y por ende el impacto cesará al término de éstos.	2
Reversibilidad	Irreversible	Debido a que el predio estará destinado a actividades no forestales, entonces las condiciones del hábitat dentro de la zona de aprovechamiento, no podrán restablecerse por medios naturales.	2
Recuperabilidad	Mitigable	Se prevé la implementación de actividades de ahuyentamiento de fauna, así como la puesta en marcha de programas que incluyen actividades rescate y reubicación de especies florísticas y faunísticas dentro de zonas naturales o de conservación. Con lo anterior, la fauna se restablecerá en hábitats adecuados y similares a los afectados.	2
<b>Valor de importancia</b>		<b>VIM = +/- (3(3) + 2(2) + 2 + 1 + 2 + 2 + 2 + 2)</b>	<b>VIM = -24</b>

## 7) Impacto ambiental identificado (7): Contaminación ambiental por residuos

- **Elementos del medio impactados:** Agua del subsuelo, suelo y flora.
- **Descripción del impacto:** Un manejo inadecuado de los residuos sólidos urbanos (orgánicos e inorgánicos), de manejo especial, así como los peligrosos, sólidos y líquidos que se generarán durante el cambio de uso del suelo, podría traducirse en la contaminación del agua del subsuelo, el suelo y la flora.

► **Evaluación del impacto:**

CRITERIO	RANGO	OBSERVACIONES	VALOR
Carácter	Negativo	Ocasiona la contaminación de los recursos ya señalados.	-
Intensidad	Baja	En caso de no existir un adecuado manejo integral de los residuos, la contaminación no ocasionará la destrucción total de los recursos impactados, ni mucho menos rebasará el 50 % de los mismos.	1
Extensión	Parcial	La contaminación de los recursos puede alcanzar una superficie mayor a la que será intervenida durante la etapa de preparación del proyecto, pero siempre dentro de los límites de la microcuenca.	2
Causa-efecto	Indirecto	Los trabajos relacionados con la preparación del sitio del proyecto no serán los factores causantes de la contaminación de los recursos, más bien se relaciona con un manejo inadecuado de los mismos.	1
Momento	Mediano plazo	Una posible contaminación de los recursos naturales, ocurrirá en un tiempo mayor a un mes, por lo que se considera un impacto que ocurrirá a mediano plazo.	2
Persistencia	Temporal	Los elementos potencialmente contaminantes ocurrirán sólo en el plazo de tiempo señalado en el calendario citado en el presente estudio, dando inicio desde los trabajos de preparación del sitio hasta el final de este proceso.	2
Periodicidad	Periódico	Los factores contaminantes se producirán en forma continua e intermitente en el tiempo que dura la etapa de preparación del sitio del proyecto y cesarán al término de la misma.	2
Reversibilidad	Reversible	Los agentes contaminantes podrían llegar a ser recuperados o biodegradados con el paso del tiempo, y por lo tanto podrían ser suprimidos del medio.	1
Recuperabilidad	Preventivo	Se aplicarán medidas preventivas específicas para evitar que el impacto se manifieste.	0
<b>Valor de importancia</b>		<b>VIM = +/- (3(1) + 2(2) + 1 + 2 + 2 + 2 + 1 + 0)</b>	<b>VIM = -15</b>

**8) Impacto ambiental identificado (8): Contaminación por ruido**

► **Elementos del medio impactados:** Sector socioeconómico, fauna

- **Descripción del impacto:** La ejecución del cambio de uso del suelo, requiere de la contratación de personal para que se realicen los trabajos implicados.
- **Evaluación del impacto:**

CRITERIO	RANGO	OBSERVACIONES	VALOR
Carácter	Negativo	El ruido se considera un factor que ocasiona alteraciones importantes en el medio, debido a su efecto estresante, lo que puede afectar negativamente a la fauna silvestre del sitio, e incluso a los propios trabajadores de la obra.	-
Intensidad	Baja	La jornada de trabajo del proyecto se estima en 8 horas en un día; en seis días a la semana, reflejando un período de 192 horas al mes en el que se producirá ruido, lo cual se considera de bajo impacto, pues esas 192 horas equivalen a 8 días al mes (192/24), además que se laborará en horario diurno.	1
Extensión	Parcial	La contaminación por ruido puede alcanzar una superficie mayor a la que será aprovechada, pero sin rebasar los límites de la microcuenca, debido a las barreras naturales que provee la cobertura vegetal circundante.	2
Causa-efecto	Directo	La operación de equipo y maquinaria durante el desmonte y movimiento de tierras se considera como los elementos causantes de la contaminación auditiva.	2
Momento	Corto plazo	Este tipo de contaminación ocurrirá en forma inmediata cuando den inicio los trabajos de preparación del sitio.	1
Persistencia	Fugaz	Como se mencionó anteriormente, la jornada de trabajo al día será de 8 horas, es decir, que el medio permanecerá sin los efectos del impacto durante 16 horas, por lo que se considera un impacto pasajero.	1
Periodicidad	Irregular	La generación de ruido será impredecible a lo largo del tiempo.	1
Reversibilidad	Reversible	Al cese de la jornada, el impacto dejará de manifestarse.	1
Recuperabilidad	Mitigable	Se aplicarán medidas de mitigación específicas para reducir el efecto del impacto.	2
<b>Valor de importancia</b>		<b>VIM = +/- (3(1) + 2(2) + 2 + 1 + 1 + 1 + 1 + 2)</b>	<b>VIM = -15</b>

### 9) Impacto ambiental identificado (9): Reducción de los servicios ambientales

- **Elementos del medio impactados:** Flora y fauna
- **Descripción del impacto:** La ejecución del cambio de uso del suelo implica la eliminación de la cobertura vegetal del predio, así como la remoción del suelo, durante las actividades de desmonte y despalme, lo que tiene como consecuencia la pérdida de los servicios ambientales que provee el ecosistema, dentro de la superficie de aprovechamiento.
- **Evaluación del impacto:**

CRITERIO	RANGO	OBSERVACIONES	VALOR
Carácter	Negativo	Reduce de manera significativa los servicios ambientales que provee el ecosistema dentro del predio.	-
Intensidad	Alta	La reducción de los servicios ambientales ocurrirá en el 100% de la superficie del predio.	3
Extensión	Parcial	Los servicios ambientales son elementos del medio intangibles, cuyos efectos no se limitan sólo al sitio de donde emanan, pues tienen una fuerte interacción con el medio, sin embargo, dado que no se pretende afectar toda la microcuenca, se entiende que el efecto del impacto es parcial.	2
Causa-efecto	Directo	El desmonte y despalme se relacionan en forma directa con la reducción de los servicios ambientales.	2
Momento	Largo plazo	El impacto se manifestará en toda su magnitud, cuando se hayan concluido los trabajos de desmonte, lo cual ocurrirá después de 4 años de iniciado el proyecto.	3
Persistencia	Permanente	La reducción de los servicios ambientales, ocurrirá durante toda la vida útil del proyecto, que se estima en 30 años.	3
Periodicidad	Continuo	La reducción de los servicios ambientales, ocurrirá durante toda la vida útil del proyecto, que se estima en 30 años.	3
Reversibilidad	Irreversible	Para restablecer los servicios ambientales del ecosistema que será afectado, se requiere aplicar medidas de restauración con intervención humana.	2
Recuperabilidad	Mitigable	Se conservará más del 40% del predio como área permeables; se realizará el rescate y reubicación de flora y fauna; se conservará el 24.87% del predio como área de	2

CRITERIO	RANGO	OBSERVACIONES	VALOR
		conservación; se llevará a cabo el rescate y reubicación del suelo, etc.	
<b>Valor de importancia</b>		<b>VIM = +/- (3(3) + 2(2) + 2 + 3 + 3 + 3 + 2 + 2)</b>	<b>VIM = -28</b>

### 10) Impacto ambiental identificado (10): Derrama económica

- **Elementos del medio impactados:** Sector socioeconómico
- **Descripción del impacto:** El cambio de uso del suelo requiere de la compra y/o renta de equipo mecánico y el pago de permisos diversos, entre otros factores que propiciarán una activación en la economía local y la actividad comercial en la zona.
- **Evaluación del impacto:**

CRITERIO	RANGO	OBSERVACIONES	VALOR
Carácter	Positivo	Produce un beneficio para la sociedad.	+
Intensidad	Media	La maquinaria y mano de obra que se requiere así como el monto económico de los permisos que tendrán que pagarse para llevarse a cabo los trabajos de cambio de uso del suelo, son significativos, por lo que la intensidad el impacto se considera media, dada la superficie que será intervenida (36.657 hectáreas).	2
Extensión	Extenso	La renta y adquisición de maquinaria y equipo se hará en la ciudad de Cancún. En tanto al pago de permisos, se beneficiará al Municipio de Benito Juárez, por lo que el efecto del impacto irá más allá de los límites del predio y de la microcuenca.	3
Causa-efecto	Directo	La compra y/o renta de maquinaria y equipo, así como el pago de permisos diversos, es indispensable para la ejecución del proyecto en sus etapas iniciales.	2
Momento	Corto plazo	Las compras, rentas y pagos de permisos, serán de las primeras actividades que se realicen, incluso antes de que den inicio los trabajos de preparación del sitio.	1
Persistencia	Temporal	La derrama económica ocurrirá durante los 4 años planteados para llevar a cabo la ejecución del cambio de uso del suelo, de acuerdo a la calendarización del programa de trabajo y cesará al término del proyecto. Pero al término de esta etapa, también cesará el impacto.	2

CRITERIO	RANGO	OBSERVACIONES	VALOR
Periodicidad	Periódico	La derrama económica ocurrirá en forma impredecible pero no será continua, ya que cesará al término del cambio de uso del suelo.	2
Reversibilidad	Reversible	No aplica (ver apartado 1.5.1.8 del presente capítulo)	0
Recuperabilidad	Mitigable	No aplica (ver apartado 1.5.1.9 del presente capítulo)	0
<b>Valor de importancia</b>		<b>VIM = +/- (3(2) + 2(3) + 2 + 1 + 2 + 2 + 0 + 0)</b>	<b>VIM = +19</b>

### 11) Impacto ambiental identificado (11): Generación de empleos

- **Elementos del medio impactados:** Sector socioeconómico
- **Descripción del impacto:** La ejecución del cambio de uso del suelo, requiere de la contratación de personal para que se realicen los trabajos implicados.
- **Evaluación del impacto:**

CRITERIO	RANGO	OBSERVACIONES	VALOR
Carácter	Positivo	Produce un beneficio para la sociedad.	+
Intensidad	Baja	La cantidad de personal que se requiere para la etapa de preparación del sitio es relativamente baja, pues se pretenden contratar un total de 50 personas, que sin embargo, no intervendrán de manera simultánea a lo largo del proceso.	1
Extensión	Extenso	El personal que será contratado deberá cumplir como requisito el pertenecer a la Localidad y/o a la ciudad de Cancún, por lo que el efecto del impacto se manifestará más allá de los límites del predio y de la microcuenca.	3
Causa-efecto	Directo	Sin la contratación del personal no es imposible la ejecución del cambio de uso de suelo.	2
Momento	Corto plazo	La contratación del personal será una de las primeras actividades que se realizarán, incluso antes de que den inicio los trabajos programados.	1
Persistencia	Temporal	El personal capacitado para ejecutar los trabajos, sólo será contratado por el periodo que duren las actividades (4 años).	2

CRITERIO	RANGO	OBSERVACIONES	VALOR
Periodicidad	Irregular	El personal será contratado por única ocasión, de tal manera que la oferta de trabajo cesará cuando la plantilla se encuentre cubierta en su totalidad.	1
Reversibilidad	Reversible	No aplica (ver apartado 1.5.1.8 del presente capítulo)	0
Recuperabilidad	Mitigable	No aplica (ver apartado 1.5.1.9 del presente capítulo)	0
<b>Valor de importancia</b>		<b>VIM = +/- (3(1) + 2(3) + 2 + 1 + 2 + 1 + 0 + 0)</b>	<b>VIM = +15</b>

#### 9.4. JERARQUIZACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Una vez hecha la identificación y descripción de los impactos ambientales para la etapa de preparación del sitio, así como la valoración tanto cualitativa como cuantitativa de los mismos, como paso final en la evaluación de los impactos ambientales, se procede a realizar la jerarquización de todos y cada uno de ellos.

La jerarquización se realizará en base en los resultados obtenidos de la aplicación del algoritmo propuesto por Gómez Orea durante la valoración cuantitativa de cada impacto ambiental identificado. Con base en dichos resultados, cada impacto ambiental será jerarquizado o ponderado con base en tres categorías: 1) significativo o relevante, 2) moderado y 3) bajo o nulo.

Es importante precisar que el rango más alto en la jerarquización de los impactos, correspondiente a la categoría de impacto significativo o relevante, será para los impactos ambientales cuya intensidad se traduzca en una destrucción casi total del factor ambiental (intensidad alta) en el caso de aquellos negativos, o en un beneficio máximo cuando sean de carácter positivo; y que además tengan un efecto inmediato sobre el medio ambiente (directo); afectando un espacio muy amplio (extenso), mucho tiempo después de ocurrida la acción (largo plazo); provocando una alteración indefinida (permanente) y continua en el tiempo. Asimismo, al desaparecer la acción que provoca dicho impacto, no será posible el retorno del componente ambiental a su estado original de manera natural, ni por medios o acciones correctoras por parte del ser humano (irreversible e irrecuperable). De acuerdo con esta descripción y aplicando el algoritmo de Gómez Orea se obtiene lo siguiente:

### Valor de importancia del **impacto significativo o relevante**

$$VIM = +/- (3I + 2E + C + M + P + Pr + R + Rc)$$

$$VIM = +/- (3 (3) + 2 (3) + 2 + 3 + 3 + 3 + 2 + 3)$$

$$VIM = +/- 31$$

Con base en lo anterior, se tiene que un impacto significativo o relevante será aquel que obtenga un valor de importancia igual a **+/-31**.

Como un rango intermedio entre el impacto significativo o relevante y el impacto bajo o nulo, se ubica la categoría de impacto moderado, es decir, aquellos impactos ambientales, cuya intensidad se traduce en una modificación media (intensidad media) del factor afectado, o en una cierta mejora cuando son de carácter positivo; con un efecto que tiene lugar a través de un sistema de relaciones más complejas y no por la relación directa acción-factor (indirecto), afectando un espacio intermedio (parcial), al ser comparado de manera relativa con los dos niveles anteriores (puntual y extenso); su efecto ocurrirá después de sucedida la acción en un nivel intermedio (mediano plazo) al ser comparado de manera relativa con los dos niveles anteriores (corto y largo plazo), con una duración transitoria (temporal) y en forma regular pero intermitente en el tiempo (periódico). Asimismo, cuando al desaparecer la acción que provoca el impacto, es posible el retorno del componente ambiental a su estado original, ya sea de manera natural o por medios o acciones ejecutadas por el ser humano (reversible y recuperable o mitigable). De acuerdo con esta descripción y aplicando el algoritmo de Gómez Orea se obtiene lo siguiente:

### Valor de importancia del **impacto moderado**

$$VIM = +/- (3I + 2E + C + M + P + Pr + R + Rc)$$

$$VIM = +/- (3 (2) + 2 (2) + 1 + 2 + 2 + 2 + 1 + 2)$$

$$VIM = +/- 20$$

Con base en lo anterior, un impacto moderado será aquel que obtenga un valor de importancia igual o mayor a +/- 20, pero menor que +/- 31.

Por otra parte, el rango mínimo considerado en la jerarquización de los impactos, correspondiente a la categoría de impacto bajo o nulo, será para los impactos ambientales, cuya intensidad se traduce en una modificación mínima (intensidad baja) del factor afectado, o en una cierta mejora cuando son de carácter positivo; con un efecto que tiene lugar a través de un sistema de relaciones más complejas y no por la relación directa acción-factor (indirecto); afectando un espacio muy localizado (puntual),



inmediatamente o al poco tiempo de ocurrida la acción (corto plazo), cuya duración es muy breve (fugaz) y en forma discontinua e impredecible en el tiempo (irregular). Asimismo, al desaparecer la acción que provoca el impacto, es posible el retorno del componente ambiental a su estado original, ya sea de manera natural o por medios o acciones ejecutadas por el ser humano, que en todo caso impiden la manifestación del impacto (reversible y preventivo). De acuerdo con esta descripción y aplicando el algoritmo de Gómez Orea se obtiene lo siguiente:

Valor de importancia del **impacto bajo o nulo**

$$VIM = +/- (3I + 2E + C + M + P + Pr + R + Rc)$$

$$VIM = +/- (3 (1) + 2 (1) + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 0)$$

$$VIM = +/- 10$$

Con base en lo anterior, un impacto bajo o nulo será aquel que obtenga un valor de importancia igual o mayor a +/- 10, pero menor que +/- 20.

Expuesto lo anterior y para fines del presente estudio, se consideró un valor de importancia igual a +/- 31 para los impactos significativos o relevantes; un valor de +/- 20 a +/- 30 para los impactos moderados; y un valor de +/- 10 a +/- 19 para los impactos bajos o nulos. En la siguiente tabla se presenta los valores asignados por cada categoría del impacto.

TABLA DE JERARQUIZACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	
CATEGORÍA	VALOR
Significativo o relevante	= ó > 31
Moderado	de 20 a 30
Bajo o nulo	de 10 a 19

Cada categoría utilizada en la jerarquización de los impactos ambientales, se describe como sigue:

*Significativo o relevante.*

Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.

*Moderado.*

Es aquel impacto negativo que ocasiona un daño sobre algún elemento del ambiente, pero sin producir un desequilibrio ecológico o un daño grave al ecosistema, o bien, aquel impacto de carácter positivo que tiende a mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas, propiciando la preservación del equilibrio ecológico, la protección del ambiente y el aprovechamiento de los recursos naturales, de manera que no se comprometa la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras. En ambos casos, los impactos modifican la condición original del componente ambiental de que se trate.

*Bajo o nulo.*

Es aquel impacto negativo que ocasiona una variación sobre algún elemento del ambiente; o bien, aquel impacto de carácter positivo apenas perceptible, que representa un beneficio para algún elemento del ambiente. En ambos casos, los impactos ocurren modificando la condición original del componente ambiental de que se trate en forma casi imperceptible.

Una vez definidas las categorías jerárquicas, en la siguiente tabla se presenta la clasificación de cada impacto ambiental identificado de acuerdo con dichas categorías, por componente ambiental.

<b>JERARQUIZACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES</b>				
<b>No.</b>	<b>IMPACTO AMBIENTAL</b>	<b>ELEMENTO DEL MEDIO</b>	<b>VALOR DE IMPORTANCIA</b>	<b>CATEGORÍA</b>
1	Reducción de la cobertura vegetal	Flora, fauna, paisaje	-25	Moderado
2	Pérdida del hábitat	Flora y fauna	-24	Moderado
3	Remoción del suelo	Suelo	-24	Moderado
4	Suspensión de partículas	Aire	-15	Bajo
5	Reducción de la calidad visual del paisaje	Paisaje	-24	Moderado
6	Perturbación del hábitat	Fauna	-24	Moderado
7	Contaminación del medio por residuos	Agua del subsuelo, Suelo, y flora	-15	Bajo
8	Contaminación por ruido	Socioeconómico	-15	Bajo
9	Reducción de los servicios ambientales	Flora y fauna	-28	Moderado
10	Derrama económica	Socioeconómico	+19	Bajo
11	Generación de empleos	Socioeconómico	+15	Bajo

## 9.5. CONCLUSIONES

A partir de la evaluación de los impactos ambientales que generará el proyecto sobre los componentes del medio que integran la microcuenca, se concluye que en total se generarán 11 impactos ambientales, de los cuales 9 son negativos (3 de categoría baja o nula y 6 moderados). Es de señalarse que de la evaluación realizada para la implementación del proyecto, no se anticipa la generación de ningún impacto considerado como significativo o relevante.

De este modo, y en términos ambientales, el proyecto se puede considerar como viable, ya que no representa riesgos a poblaciones de especies protegidas, no implica daños graves a los ecosistemas, y no conlleva riesgos a la salud humana o desequilibrios ecológicos.

Asimismo, se advierte que no se afectan ni se interfiere en procesos biológicos de especies de difícil regeneración, es decir aquellas que son vulnerables a la extinción biológica por la especificidad de sus requerimientos de hábitat y de las condiciones para su reproducción; no se determina la posibilidad de que ocurra inminente daño ambiental a consecuencia del presente proyecto; no se espera un daño grave al ecosistema, esto en virtud de que la zona ya se encuentra ocupada por vialidades y otros desarrollos turísticos en sus inmediaciones. El proyecto no se considera causal de desequilibrio ecológico grave en el sentido de que provoque alguna alteración significativa de las condiciones ambientales en las que se prevén impactos acumulativos, sinérgicos y residuales que ocasionarían la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas; no implica, por la dimensión que ocupa y por los alcances asociados, una pérdida de valor ambiental para la zona, pues está destinada al desarrollo urbano; y finalmente se puede citar que no obstaculizará la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, puesto que se realiza acorde a los usos de suelo permitidos en la zona.

En resumen, el Cambio de Uso de Suelo propuesto, se ha de desarrollar en un ambiente urbano por lo que sus efectos sobre los ecosistemas naturales, entendidos estos como un conjunto de elementos que interactúan y no únicamente sobre los recursos que son objeto de afectación; en su conjunto son mínimos y en su totalidad previsibles o mitigables.

## 10. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS SOBRE LOS RECURSOS FORESTALES, LA FLORA Y FAUNA SILVESTRES, APLICABLES DURANTE LAS DISTINTAS ETAPAS DE DESARROLLO DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO

### 10.1. MEDIDAS PARA LA PROTECCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

El proyecto propone las siguientes medidas preventivas para evitar la pérdida de la biodiversidad, y en su caso, medidas de mitigación para reducir el efecto de los impactos sobre dicho componente a fin de no ponerlo en riesgo.

#### 10.1.1. Rescate de fauna silvestre

**Tipo de medida:** Preventiva

**Objetivo de la medida:** Evitar la pérdida de las micropoblaciones de los diferentes grupos faunísticos asociados al ecosistema que subsiste en el la superficie de aprovechamiento. Con esta acción se suprime la pérdida del hábitat y la reducción de los servicios ambientales como la protección de la biodiversidad, pues lo ejemplares rescatados serán reubicados a un sitio que posee las mismas características que el ecosistema que será afectado con el CUSTF.

**Etapas de aplicación:** De manera previa al inicio de cualquier trabajo o actividad relacionada con el cambio de uso de suelo.

**Descripción de la medida:** Consiste en la ejecución de un programa de rescate enfocado a la protección de la fauna silvestre (se anexa a este capítulo), por lo tanto, en él se contemplarán acciones que favorezcan el libre desplazamiento de las especies encontradas en cada uno de los procesos que implica el cambio de uso de suelo; además, también contempla el uso de técnicas de ahuyentamiento, así como técnicas de captura y traslado de individuos que así lo requieran. Su ejecución consiste en la aplicación de diferentes técnicas y métodos de rescate, aplicados a un grupo faunístico en particular, para evitar que el cambio de uso de suelo afecte en forma directa a la fauna asociada al predio. En todas las etapas del proyecto se prohibirá cualquier tipo de aprovechamiento o afectación a la fauna silvestre y se evitará el sacrificio de la fauna que quede expuesta durante los trabajos involucrados en esta etapa del proyecto.

**Acción de la medida:** Se rescatarán todos y cada uno de los ejemplares de fauna silvestre que se ubiquen dentro de la zona de aprovechamiento y cuya integridad se encuentre en riesgo durante el cambio de uso de suelo, poniendo particular énfasis en las especies de lento desplazamiento. Posteriormente, las especies rescatadas serán reubicadas de acuerdo con lo propuesto en el programa anexo correspondiente.

**Eficacia de la medida:** El rescate de fauna es una práctica probada con gran eficacia para salvaguardar la integridad de la fauna durante el desarrollo de un proyecto, sin embargo depende de la capacidad del personal que se contrate para la ejecución de las técnicas y métodos que se proponen en el programa respectivo; por lo que en éste caso se contratará los servicios de un técnico especializado para llevar a cabo la ejecución de esta medida.

### 10.1.2. Rescate de flora silvestre

**Tipo de medida:** Mitigación

**Objetivo de la medida:** Reducir la pérdida de las micropoblaciones de flora silvestre nativa que subsiste en el predio del proyecto. Con esta acción se reduce el impacto por la reducción de la cobertura vegetal, así como la reducción de los servicios ambientales, específicamente la protección de la biodiversidad; pues los ejemplares rescatados serán reubicados a un sitio que posee las mismas características que el ecosistema que será afectado con el CUSTF.

**Etapas de aplicación:** De manera previa al inicio de cualquier trabajo o actividad relacionada con el cambio de uso de suelo.

**Descripción de la medida:** Consiste en la extracción, previo al inicio del desmonte, de especies vegetales susceptibles de ser rescatadas, seleccionadas por sus características y valores de importancia de acuerdo con distintos criterios como son: capacidad de ornato, alimento potencial para la fauna, talla y estado de madurez, etc.; aplicando diferentes técnicas y métodos de rescate, para evitar que el proceso de cambio de uso de suelo, afecte en forma directa a la flora asociada al predio. El programa se encuentra anexo al final del presente capítulo.

**Acción de la medida:** Se rescatarán los ejemplares de flora susceptibles de sobrevivir al trasplante y reubicación, y que se ubiquen dentro de la zona de aprovechamiento, poniendo particular énfasis en las especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

**Eficacia de la medida:** El rescate de flora en una práctica probada con gran eficacia para salvaguardar la integridad de la vegetación durante el desarrollo de un proyecto, sin embargo depende de la capacidad del personal que se contrate para la ejecución de las técnicas y métodos que se proponen en el programa respectivo; por lo que en éste caso se contratará los servicios de un técnico especializado para llevar a cabo la ejecución de esta medida.

### 10.1.3. Instalación de letreros

**Tipo de medida:** Preventiva

**Objetivo de la medida:** Evitar la afectación de la flora y la fauna que se encuentre dentro de las áreas no sujetas a CUSTF; así como la contaminación del medio por manejo inadecuado de residuos.

**Etapas de aplicación:** De manera previa al inicio de cualquier trabajo o actividad relacionada con el cambio de uso de suelo.

**Descripción de la medida:** Esta medida de carácter preventivo, consiste en la instalación de letreros alusivos a la protección de la flora y la fauna silvestre, así como al manejo adecuado de residuos, dirigidos al personal involucrado en el desarrollo del cambio de uso de suelo, a fin de evitar que sean un factor de perturbación o afectación a dichos recursos.

**Acción de la medida:** Se instalarán letreros alusivos a la protección de la flora y fauna; así como al manejo adecuado de residuos. Los letreros se colocarán estratégicamente para que puedan ser visualizados por cualquier persona y estarán dirigidos al personal responsable de llevar a cabo los trabajos implicados en el cambio de uso de suelo. Entre las leyendas principales que serán rotuladas en los letreros se citan las siguientes:

- Prohibido el paso.
- No alimentar, cazar o capturar fauna silvestre.
- No extraer flora silvestre.
- Respetar las áreas con vegetación que no están siendo intervenidas.
- Respetar la flora y la fauna.
- Depositar la basura en los contenedores.
- Prohibido tirar basura.
- Separa la basura usando los contenedores.

**Eficacia de la medida:** Constituyéndose como un medio de difusión de las acciones de conservación de la flora y la fauna que propone el proyecto; así como de las acciones para el manejo adecuado de los residuos; su sola instalación no resulta eficaz al 100%, ya que sólo implica la difusión de algún tipo de información, dirigida a un sector o público en específico, por lo que requiere ser reforzada con las pláticas ambientales para advertir su cumplimiento; y con los trabajos de supervisión por parte del responsable de dirigir la ejecución del cambio de uso del suelo.

#### 10.1.4. Colocación de cinta precautoria o malla delimitadora

**Tipo de medida:** Preventiva

**Objetivo de la medida:** Delimitar las áreas que no serán aprovechadas con el cambio de uso de suelo (áreas de conservación), a fin de evitar la afectación de la flora y la fauna que se encuentre dentro de las mismas. Con esta medida se suprime el impacto por la perturbación del hábitat.

**Etapas de aplicación:** De manera previa al inicio de cualquier trabajo o actividad relacionada con el cambio de uso de suelo, constituyéndose como un medio para reducir el efecto del impacto por la perturbación del hábitat.

**Descripción de la medida:** Considerando que el cambio de uso de suelo, se realizará en forma gradual y por etapas, se procederá a la colocación de cinta precautoria con la leyenda “Prohibido el paso”, o en su caso, malla delimitadora en el perímetro de las zonas que no estén siendo intervenidas durante el desmonte y despalme, con la finalidad de que sean respetadas.

**Acción de la medida:** Promover y hacer obligatorio el respeto, protección y conservación de la flora y la fauna dentro de las áreas que no estén siendo aprovechadas; y establecer los límites de las áreas de aprovechamiento para que el desmonte no afecte superficies adicionales a las que en su momento autorice la SEMARNAT.

**Eficacia de la medida:** La eficacia de la medida depende del grado de disciplina y conciencia ambiental que tenga el personal al momento de llevar a cabo sus actividades; por lo que esta medida será reforzada con pláticas ambientales dirigidos al todo el personal que labore dentro del proyecto y con la permanencia de la cinta o malla hasta finalizar el cambio de uso de suelo.

### 10.1.5. Áreas verdes ajardinadas

**Tipo de medida:** Mitigación

**Objetivo de la medida:** Se propone una superficie de 78,651.12 m<sup>2</sup> (7.87 hectáreas) como áreas verdes, de las cuales, el 50% permanecerá en estado natural y se conservarán los ejemplares arbóreos con DAP mayor a 15 cm. Esta medida mitiga el efecto de la reducción de la cobertura vegetal, la perturbación del hábitat, la pérdida del hábitat, la remoción del suelo y la reducción de los servicios ambientales del ecosistema.

**Etapas de aplicación:** Durante toda la vida útil del proyecto.

**Descripción de la medida:** Consiste en destinar una superficie de 78,651.12 m<sup>2</sup> (7.87 hectáreas) del predio, como áreas verdes ajardinadas, de los cuales 39,325.56 m<sup>2</sup> mantendrán su cobertura original, tal como lo marca el programa de ordenamiento ecológico local.

**Acción de la medida:** Las áreas verdes ajardinadas actuarán como zonas de refugio, alimentación, resguardo y hábitat para la flora y la fauna presente dentro del predio del proyecto al momento de ejecutarse el cambio de uso del suelo. Así mismo, conservará el germoplasma de las especies presentes, y servirá como zona de reubicación para la flora y la fauna que será rescatada, así como del suelo removido.

**Eficacia de la medida:** Las áreas verdes son importantes como parte integral de cualquier proyecto, pues además de realzar el paisaje, proveen de espacios adecuados para el refugio de la fauna silvestre, además que permiten albergar especies de flora nativa, por lo que se espera alcanzar el 100% de efectividad en la medida propuesta.

## 10.2. MEDIDAS PARA LA PROTECCIÓN DE LOS SUELOS

El proyecto propone las siguientes medidas preventivas para evitar la pérdida del recurso, y en su caso, medidas de mitigación para reducir el efecto de los impactos ambientales sobre dicho componente a fin de no ponerlo en riesgo.

### 10.2.1. Humedecimiento de las áreas de aprovechamiento

**Tipo de medida:** Preventiva



**Objetivo de la medida:** Evitar que las partículas de polvo o aquellas que resulten del desmonte, sean dispersadas por el viento y afecten al suelo por erosión eólica. Con esta medida se suprime la erosión del suelo.

**Etapas de aplicación:** Durante el desmonte y despalme.

**Descripción de la medida:** Consiste en el humedecimiento de las zonas que serán desmontadas y despalmadas, con la finalidad de evitar la suspensión de sedimentos o partículas, y en su caso, la erosión del suelo por acción eólica.

**Acción de la medida:** Evitará que la acción del viento suspenda sedimentos y partículas del suelo durante las distintas actividades involucradas en el cambio de uso del suelo.

**Eficacia de la medida:** El humedecimiento de las zonas de trabajo, son prácticas comunes dentro de la industria de la construcción, ya que se ha probado su máxima efectividad para evitar la suspensión de sedimentos, por lo que se espera alcanzar el 100% de efectividad en la medida propuesta.

#### 10.2.2. Rescate de la capa fértil del suelo

**Tipo de medida:** Mitigación

**Objetivo de la medida:** Evitar que el proyecto ocasione la pérdida de la capa fértil del suelo (sustrato con materia orgánica). Con esta medida se reduce el efecto del impacto por la pérdida del suelo.

**Etapas de aplicación:** Durante el despalme.

**Descripción de la medida:** Esta medida consiste en el retiro de la capa de suelo fértil (sustrato con materia orgánica) durante el despalme; y su posterior resguardo dentro del vivero provisional.

**Acción de la medida:** La capa de suelo fértil (tierra vegetal), proporcionará un sustrato rico en nutrientes que beneficiará a la vegetación que aún se conserve en estado natural dentro del predio y de aquella que será rescatada, favoreciendo también el proceso de regeneración natural del ecosistema.

**Eficacia de la medida:** La cantidad de materia orgánica en una comunidad vegetal, determina la calidad del suelo y de los nutrientes que éste contiene; lo cual actúa en

beneficio de la flora y la fauna que alberga; por lo tanto, al reincorporar dicho material dentro del mismo sitio, se estará promoviendo su conservación en beneficio del medio ambiente, al enriquecer las áreas que se mantendrán con vegetación nativa, por lo que se prevé alcanzar el 100% de efectividad de la medida.

### 10.2.3. Mantenimiento y uso adecuado de la maquinaria

**Tipo de medida:** Preventiva

**Objetivo de la medida:** Esta medida preventiva está enfocada a prevenir derrames de hidrocarburos provenientes de la maquinaria que será utilizada en las zonas donde se realizará la remoción total de vegetación forestal, el impacto al suelo por contaminación del medio.

**Etapas de aplicación:** Durante el desmonte y despalde.

**Descripción de la medida:** Consiste en utilizar maquinaria que cuente con los mantenimientos preventivos adecuados para su óptimo funcionamiento, llevado a cabo en talleres especializados para tales fines. Se hará obligatorio que cada maquinaria que opere durante el cambio de uso de suelo, cuente con recipientes y un equipo preventivo, que permita coleccionar los hidrocarburos o lubricantes vertidos al suelo por fugas accidentales.

**Acción de la medida:** Se verificará que la maquinaria que entre en funcionamiento durante el cambio de uso de suelo, cuente con los mantenimientos preventivos adecuados, lo cual se registrará en bitácora; así mismo, se revisará que cada operador de maquinaria, cuente con el equipo preventivo para la contención de derrames accidentales.

**Eficacia de la medida:** Esta medida es una práctica probada con gran eficacia durante el desarrollo de un proyecto, de tal manera que si se cuenta con la correcta aplicación de la misma, se puede alcanzar el 100% de efectividad.

### 10.2.4. Plan de manejo de residuos

**Tipo de medida:** Preventiva

**Objetivo de la medida:** Evitar la contaminación del suelo durante la ejecución del CUSTF, suprimiendo de esta manera el impacto a dicho recurso por contaminación.

**Etapas de aplicación:** Durante todas las etapas que implica el cambio de uso de suelo.

**Descripción de la medida:** Esta medida consiste en la aplicación de un Plan de manejo de residuos, el cual se anexa al final del presente capítulo.

**Acción de la medida:** Consistirá en ejecutar cada una de las medidas propuestas en el programa para realizar una recolección, manejo, separación, reciclado y minimización adecuada de los residuos sólidos y líquidos (incluyendo posibles derrames de hidrocarburos) que se generen durante el cambio de uso del suelo.

**Eficacia de la medida:** El cumplimiento de la medida será verificado por el responsable de supervisar el cambio de uso del suelo, quien determinará el grado de eficacia de las técnicas de recolección, manejo, separación, reciclado y minimización de los residuos que se generen, acorde al Plan de manejo propuesto. Cabe mencionar que el grado de eficacia de la medida depende del grado de participación e iniciativa de los trabajadores para su aplicación; así como el nivel de supervisión que se pretenda aplicar para verificar su cumplimiento; por lo que requiere de medidas adicionales como la capacitación continua en materia de separación de residuos para alcanzar el 100% del éxito esperado.

#### 10.2.5. Aprovechamiento del material triturado

**Tipo de medida:** Mitigación

**Objetivo de la medida:** Aprovechar el material vegetal producto del desmonte, para la elaboración de composta que reducirá el efecto de los impactos relacionados con la pérdida del suelo.

**Etapas de aplicación:** Durante la operación del proyecto.

**Descripción de la medida:** Esta medida consiste en el uso del material vegetal triturado producto del desmonte, para ser utilizado en la elaboración de composta, obteniendo un sustrato rico en nutrientes que será utilizado para el enriquecimiento de las áreas verdes y de conservación del proyecto.

**Acción de la medida:** La composta que se formará con el material vegetal triturado, será suficiente para proveer de un sustrato orgánico rico en nutrientes para el mantenimiento de las áreas verdes y de conservación del proyecto.

**Eficacia de la medida:** La cantidad de materia orgánica en una selva, determina la calidad del suelo y de los nutrientes que éste contiene; lo cual actúa en beneficio de la flora y la fauna que alberga; por lo tanto, al reincorporar dicho material en forma de composta, se estará promoviendo su conservación en beneficio del medio ambiente, por lo que se prevé alcanzar el 100% de efectividad de la medida.

#### 10.2.6. Equipo de atención a derrames

**Tipo de medida:** Preventiva

**Objetivo de la medida:** Estará enfocada a la remediación por derrames accidentales de sustancias potencialmente contaminantes al medio, que pudieran ocurrir durante el desarrollo de las distintas etapas del proyecto. Está enfocada a evitar que el impacto ambiental identificado como contaminación del medio se manifieste.

**Etapas de aplicación:** Durante todas las etapas del proyecto.

**Descripción de la medida:** Para atender la necesidad de controlar algún derrame accidental que pudiera ocasionar la contaminación del medio, se contará con material y equipo especializado tipo barrera absorbente, para retirar las sustancias vertidas. Dada la particular característica de estos productos, que absorben líquidos no polares, están especialmente diseñados para el control de derrames. El equipo estará disponible durante todas las etapas del proyecto.

**Acción de la medida:** En caso de que ocurra algún derrame accidental durante la construcción de la obra, se seguirá un plan de acción (descrito en el plan de manejo de residuos) utilizando productos de la marca Crunch Oil® o similar, específicamente el Loose Fiber® o similar, o en su caso polvo de piedra.

El Loose Fiber está confeccionado con fibras orgánicas naturales Biodegradables que actúan sobre cualquier tipo de Hidrocarburo o aceite vegetal. Es una nueva forma de contener los hidrocarburos, 100% natural y orgánico. Producto biodegradable no tóxico e inerte que tiene la capacidad de absorber y encapsular todo tipo de hidrocarburos y aceites derramados (cualquiera sea su volumen) mucho más rápido que la mayoría de

los productos que existen hoy en el mercado, tanto sea sobre superficies de tierra o agua. Después de absorber y de encapsular, tiene la capacidad de biodegradar los hidrocarburos mediante un proceso con bacterias, luego de un período de tiempo que dependerá del hidrocarburo absorbido.

**Eficacia de la medida:** Siguiendo el plan de acción ante la ocurrencia de un derrame de sustancias líquidas, descrito en el plan de manejo de residuos, se espera alcanzar el 100% de éxito en la aplicación de esta medida.

### 10.3. MEDIDAS EN BENEFICIO DE LA CAPTACIÓN DE AGUA EN CANTIDAD Y CALIDAD

El proyecto propone las siguientes medidas preventivas para evitar la afectación a la captación de agua en calidad, y en su caso, medidas de mitigación para minimizar la reducción en la captación del agua en cantidad.

#### 10.3.1. Áreas permeables

**Tipo de medida:** Mitigación

**Objetivo de la medida:** De acuerdo con los lineamientos del POEL de Benito Juárez, el predio debe mantener una superficie de 154,618.44 m<sup>2</sup> como área permeable, a fin de favorecer la captación de agua al subsuelo; por lo tanto el proyecto propone el 42.18% del predio como área permeable. Con esta medida se reduce la afectación a la captación de agua en cantidad derivado de la reducción de la cobertura vegetal del predio.

**Etapas de aplicación:** Durante todas las etapas del cambio de uso de suelo.

**Descripción de la medida:** Esta medida consiste mantener el 42.18% del predio como área permeable, de acuerdo con los instrumentos de planeación vigentes.

**Acción de la medida:** La superficie destinada como área permeable (42.18%), permitirá la captación de agua hacia el subsuelo alimentando los mantos acuíferos, lo que beneficia la captación de agua en calidad, máxime si consideramos que la zona en la que se ubica el predio se clasifica como material consolidado con posibilidades altas de funcionar como acuífero.

**Eficacia de la medida:** Las áreas permeables que propone el proyecto, serán respetadas como tales, incluso durante la operación del proyecto, por lo que se garantiza que el 42.18% del predio será permeable.

### 10.3.2. Instalación de sanitarios móviles

**Tipo de medida:** Preventiva

**Objetivo de la medida:** Evitar el impacto originado por la contaminación del medio, para no comprometer la calidad del agua captada en el sistema.

**Etapas de aplicación:** Durante la ejecución del cambio de uso del suelo.

**Descripción de la medida:** Previo a cualquier actividad implicada en el cambio de uso de suelo, se instalarán sanitarios portátiles (tipo Sanirent) a razón de 1 por cada 25 trabajadores.

**Acción de la medida:** Evitará la micción y defecación al aire libre, así como la descarga directa de aguas residuales al medio. Con la medida se evitará que dichos residuos penetren al subsuelo y alcancen el acuífero; por lo que se evitará el deterioro de la calidad del agua pluvial que será captada.

**Eficacia de la medida:** El uso de sanitarios móviles dentro de las obras, es una práctica común en el desarrollo de cualquier proyecto, y el uso adecuado de los mismos permite alcanzar el 100% de efectividad de la medida; sin embargo, ello depende del grado de disciplina y conciencia ambiental del personal de la obra, por lo que será reforzada con capacitación a través de pláticas ambientales y reglamentos que indiquen la restricción y sanciones de quienes incumplan con la medida aquí citada.

### 10.3.3. Instalación de contenedores para residuos

**Tipo de medida:** Preventiva

**Objetivo de la medida:** Evitar el impacto originado por la contaminación del medio, para no comprometer la calidad del agua captada en el sistema.

**Etapas de aplicación:** Durante todas las etapas del cambio de uso de suelo.

**Descripción de la medida:** Se instalarán contenedores debidamente rotulados para el acopio de basura para cada tipo de residuo que se genere (residuos orgánicos,

inorgánicos, etc.), los cuales estarán ubicados estratégicamente con la finalidad de que los trabajadores puedan usar dichos contenedores, promoviendo así la separación de la basura de acuerdo con su naturaleza, con la posibilidad de recuperar subproductos reciclables.

**Acción de la medida:** Los contenedores servirán de reservorios temporales para la basura (residuos sólidos) que se genere durante las distintas etapas del proyecto, y dado el grado de hermeticidad que tendrán, impedirán que dichos residuos sean dispersados por el viento y otros factores, evitando también que sean arrojados directamente al medio, impidiendo que se conviertan en residuos potencialmente contaminantes para el acuífero subterráneo.

**Eficacia de la medida:** El grado de eficacia de la medida depende de la cultura ambiental que tengan los trabajadores que serán contratados; ya que será necesario que los obreros hagan un uso adecuado de los contenedores, para que estos puedan cumplir su función como reservorios temporales de residuos; por lo que esta medida requiere de otras adicionales como la capacitación constante en materia de manejo de residuos, así como el establecimiento de un reglamento de obra que incluya puntos específicos sobre el manejo de residuos generados, sin dejar de fuera las sanciones a que se harán acreedores los que lo incumplan; lo anterior a efecto de poder alcanzar el 100% de éxito en su aplicación.

#### 10.3.4. Plan de manejo de residuos

**Tipo de medida:** Preventiva

**Objetivo de la medida:** Evitar la contaminación del suelo durante la ejecución del CUSTF, suprimiendo de esta manera el impacto a dicho recurso por contaminación.

**Etapas de aplicación:** Durante todas las etapas que implica el cambio de uso de suelo.

**Descripción de la medida:** Esta medida consiste en la aplicación de un Plan de manejo de residuos, el cual se anexa al final del presente capítulo.

**Acción de la medida:** Consistirá en ejecutar cada una de las medidas propuestas en el programa para alcanzar una recolección, manejo, separación, reciclado y minimización adecuada de los residuos sólidos y líquidos (incluyendo posibles derrames de hidrocarburos) que se generen durante el cambio de uso del suelo.

**Eficacia de la medida:** El cumplimiento de la medida será verificado por el responsable de supervisar el cambio de uso del suelo, quien determinará el grado de eficacia de las técnicas de recolección, manejo, separación, reciclado y minimización de los residuos que se generen, acorde al Plan de manejo propuesto. Cabe mencionar que el grado de eficacia de la medida depende del grado de participación e iniciativa de los trabajadores para su aplicación; así como el nivel de supervisión que se pretenda aplicar para verificar su cumplimiento; por lo que requiere de medidas adicionales como la capacitación continua en materia de separación de residuos para alcanzar el 100% del éxito esperado.

### 10.3.5. Mantenimiento y uso adecuado de la maquinaria

**Tipo de medida:** Preventiva

**Objetivo de la medida:** Esta medida preventiva está enfocada a prevenir derrames de hidrocarburos provenientes de la maquinaria que será utilizada durante la ejecución del cambio de uso de suelo, suprimiendo de esta manera, el impacto por contaminación del medio para no comprometer la calidad del agua que es captada en el sistema.

**Etapas de aplicación:** Durante el desmonte y despalle.

**Descripción de la medida:** Consiste en utilizar maquinaria que cuente con los mantenimientos preventivos adecuados para su óptimo funcionamiento, llevado a cabo en talleres especializados para tales fines. Se hará obligatorio que cada maquinaria que opere durante el cambio de uso de suelo, cuente con recipientes y un equipo preventivo, que permita coleccionar los hidrocarburos o lubricantes vertidos al suelo por fugas accidentales.

**Acción de la medida:** Se verificará que la maquinaria que entre en funcionamiento durante el cambio de uso de suelo, cuente con los mantenimientos preventivos adecuados, lo cual se registrará en bitácora; así mismo, se revisará que cada operador de maquinaria, cuente con el equipo preventivo para la contención de derrames accidentales.

**Eficacia de la medida:** Esta medida es una práctica probada con gran eficacia durante el desarrollo de un proyecto, de tal manera que si se cuenta con la correcta aplicación de la misma, se puede alcanzar el 100% de efectividad.

### 10.3.6. Equipo de atención a derrames



**Tipo de medida:** Preventiva

**Objetivo de la medida:** Estará enfocada a la remediación por derrames accidentales de sustancias potencialmente contaminantes al medio, que pudieran ocurrir durante el desarrollo de las distintas etapas del proyecto. Está enfocada a evitar que el impacto ambiental identificado como contaminación del medio se manifieste.

**Etapas de aplicación:** Durante todas las etapas del proyecto.

**Descripción de la medida:** Para atender la necesidad de controlar algún derrame accidental que pudiera ocasionar la contaminación del suelo que pueda filtrarse al subsuelo y contaminar el acuífero, se contará con material y equipo especializado tipo barrera absorbente, para retirar las sustancias vertidas. Dada la particular característica de estos productos, que absorben líquidos no polares, están especialmente diseñados para el control de derrames. El equipo estará disponible durante todas etapas del proyecto.

**Acción de la medida:** En caso de que ocurra algún derrame accidental durante la construcción de la obra, se seguirá un plan de acción (descrito en el plan de manejo de residuos) utilizando productos de la marca Crunch Oil® o similar, específicamente el Loose Fiber® o similar, o en su caso polvo de piedra.

El Loose Fiber está confeccionado con fibras orgánicas naturales Biodegradables que actúan sobre cualquier tipo de Hidrocarburo o aceite vegetal. Es una nueva forma de contener los hidrocarburos, 100% natural y orgánico. Producto biodegradable no tóxico e inerte que tiene la capacidad de absorber y encapsular todo tipo de hidrocarburos y aceites derramados (cualquiera sea su volumen) mucho más rápido que la mayoría de los productos que existen hoy en el mercado, tanto sea sobre superficies de tierra o agua. Después de absorber y de encapsular, tiene la capacidad de biodegradar los hidrocarburos mediante un proceso con bacterias, luego de un período de tiempo que dependerá del hidrocarburo absorbido.

**Eficacia de la medida:** Siguiendo el plan de acción ante la ocurrencia de un derrame de sustancias líquidas, descrito en el plan de manejo de residuos, se espera alcanzar el 100% de éxito en la aplicación de esta medida.

#### 10.4. MEDIDAS ADICIONALES

El proyecto propone las siguientes medidas preventivas y de mitigación adicionales a las ya descritas.

#### 10.4.1. Desmante gradual

**Tipo de medida:** Mitigación

**Objetivo de la medida:** Reducir la magnitud de los impactos sobre la protección de los suelos y la protección de la biodiversidad.

**Etapas de aplicación:** Durante el desmante.

**Descripción de la medida:** Esta medida es de carácter mitigante, y consiste en realizar el desmante de manera paulatina para evitar que la acción del viento o de la lluvia afecte las zonas de aprovechamiento y en su caso, origine la erosión del suelo; así como evitar la pérdida de especies de flora y fauna debido a un avance descontrolado del desmante.

**Acción de la medida:** Consiste en la remoción de la vegetación de tal manera que se brinde el tiempo necesario para que la acción del viento y de la lluvia no afecte las zonas de aprovechamiento, mientras se aplican las medidas de conservación de suelos; así como el tiempo necesario para llevar a cabo las acciones de recate de flora y fauna que se proponen en el presente estudio.

**Eficacia de la medida:** El desmante gradual de la vegetación permite que no queden expuestas a las condiciones del medio (viento o lluvia), grandes extensiones de terreno, lo que en su caso podría ocasionar la erosión del suelo. Así mismo, permite llevar a cabo todas las acciones en los tiempos previstos, incluyendo el rescate de la flora y la fauna, por lo que se espera alcanzar el 100% de éxito en la aplicación de esta medida.

#### 10.4.2. Pláticas ambientales

**Tipo de medida:** Preventiva

**Objetivo de la medida:** Evitar que el desarrollo del proyecto ocasione impactos que pongan en riesgo la protección de los suelos y de la biodiversidad.

**Etapas de aplicación:** Previo al inicio de las actividades de cambio de uso de suelo.

**Descripción de la medida:** Esta medida consiste en la impartición de pláticas ambientales dirigidas a todas y cada una de las personas que estén directamente relacionadas con el proyecto en sus diferentes etapas. Serán impartidas por un especialista en la materia; y tendrán como objetivo principal, hacer del conocimiento al personal involucrado en el cambio de uso de suelo, los términos y condiciones bajo los cuales se autorice el proyecto, así como el grado de responsabilidad que compete a cada sector para su debido cumplimiento. De igual forma las pláticas ambientales serán indispensables en la aplicación del programa integral de manejo de residuos.

**Acción de la medida:** La ejecución de las pláticas ambientales se llevará a cabo en una sola fase que consistirá en una plática ambiental dirigida al personal involucrado en el cambio de uso de suelo; cuya finalidad será promover el desarrollo del proyecto en apego a las medidas preventivas y de mitigación que se proponen en el presente capítulo, así como en los diferentes programas que lo complementan.

**Eficacia de la medida:** El grado de eficacia de la medida depende de la calidad de las pláticas ambientales, el grado de participación e iniciativa de los trabajadores para su aplicación; así como el nivel de supervisión que se pretenda aplicar para verificar su cumplimiento; por lo que requiere de medidas adicionales para alcanzar el 100% del éxito esperado. Esta medida refuerza la colocación y uso de letreros, contenedores de residuos, sanitarios móviles y programas diversos.

#### 10.4.3. Supervisión del cambio de uso de suelo

**Tipo de medida:** Preventiva

**Objetivo de la medida:** Evitar que el desarrollo del proyecto ocasione impactos que pongan en riesgo la protección de los suelos y de la biodiversidad, así como aquellos que comprometan la captación de agua en calidad y cantidad.

**Etapas de aplicación:** Durante todas las etapas implicadas en el cambio de uso de suelo.

**Descripción de la medida:** Se contratarán los servicios de un Ingeniero Forestal que cuente con Registro Forestal Nacional, para que lleve a cabo labores de vigilancia y supervisión durante todas las etapas de desarrollo del cambio de uso de suelo, con la finalidad de prevenir o advertir sobre alguna eventualidad que ponga en riesgo los recursos forestales del sitio; y en su caso, proponer medidas adicionales a las ya descritas para subsanar las irregularidades que se presenten. Así mismo, tendrá la

función de supervisar el cumplimiento de cada una de las medidas propuestas en el presente capítulo, así como de aquellas que sean establecidas por esta H. Secretaría, en caso de considerar viable la realización del presente proyecto. Se anexa un programa de vigilancia y seguimiento ambiental.

**Acción de la medida:** El Ingeniero Forestal realizará recorridos en el sitio del proyecto y vigilará que el proceso de cambio de uso del suelo, se realice en apego al programa de vigilancia y seguimiento ambiental que se anexa al final del presente capítulo; y en su caso, indicará aquellas actividades que se encuentren fuera de la Norma para que sean subsanadas en forma inmediata. Así mismo, se encargará de elaborar informes sobre el cumplimiento de los términos y condicionantes bajo los cuales se haya autorizado el proyecto, de ser el caso. Estas acciones se fundamentan en un programa de vigilancia y seguimiento ambiental, el cual se anexa al final del presente capítulo.

**Eficacia de la medida:** La supervisión es una de las medidas más adoptadas en todo proyecto que implique el cambio de uso de suelo, ya que permite prever alguna eventualidad que ponga en riesgo su desarrollo y propone medidas adicionales para subsanar afectaciones no previstas. Así mismo, asegura la correcta aplicación de las medidas propuestas en éste capítulo, y que las mismas se lleven a cabo sin omisión alguna, por lo que se espera alcanzar el 100% de éxito en la aplicación de la medida.

## 10.5. PROGRAMAS ANEXOS

### 10.5.1. Programa de rescate de flora silvestre

### 10.5.2. Programa de rescate de fauna silvestre

### 10.5.3. Programa integral de manejo de residuos sólidos y líquidos

### 10.5.4. Programa de vigilancia y seguimiento ambiental

A continuación se presenta el contenido de los programas que se propusieron en este capítulo como medidas preventivas y de mitigación ante los impactos ambientales que ocasionará el proyecto.

.....

## **PROGRAMA DE VIGILANCIA Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL**

### **I. INTRODUCCIÓN**

El presente programa incluye información suficiente, así como la forma de obtenerla, interpretarla y almacenarla, para la realización del conjunto de análisis, toma de datos y comprobaciones, que permitan revisar la evolución de los valores que toman los parámetros ambientales y de los que se admitieron para la implementación del proyecto, durante la fase de cambio de uso de suelo.

Este programa va dirigido a todas las instancias que participen en las actividades de cambio de uso de suelo: contratista, director de obras, organismo medioambiental competente y otros organismos encargados de la gestión ambiental del proyecto.

La vigilancia ambiental tendrá dos ámbitos de aplicación:

- a) El control de la calidad de la obra, es decir, la supervisión de que se ejecute según lo proyectado en lo relativo a la superficie de cambio de uso del suelo o área de aprovechamiento programada; y
- b) El control de la calidad de los componentes del entorno, a través de la medición o del cálculo de sus parámetros partiendo del estado cero, para poder corroborar o predecir su evolución de acuerdo con lo previsto.

Durante el plazo de garantía de la obra, hasta su recepción definitiva, la redacción de los informes y el control de la calidad ambiental correrá a cargo del responsable de dirigir la ejecución del cambio de uso de suelo que será contratado, quien determinará el alcance y la metodología de los estudios y controles.

### **II. RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL PROGRAMA**

Ing. Reynaldo Martínez López

### **III. OBJETIVO**

El PVSA (Programa de Vigilancia y Seguimiento Ambiental) tiene como finalidad principal llevar a buen término las medidas preventivas y de mitigación propuestas, destinadas a la minimización o desaparición de las afecciones ambientales. Además que permitirá el seguimiento de la cuantía de ciertos impactos de difícil predicción, así como la posible

articulación de medidas correctoras *in situ*, en caso de que las planificadas se demuestren insuficientes; o en su caso, la detección de posibles impactos no previstos, y la estimación de la incidencia real de aquellas afecciones que se valoraron potencialmente en su momento.

Para la obtención de los objetivos antes señalados la empresa promovente del proyecto, contratará para la obra los servicios de una Asistencia Técnica Medioambiental (ATM) que posea los conocimientos adecuados para llevar a buen término presente programa.

Las tareas fundamentales de dicha ATM consistirán en:

- Conocer el Documento Técnico Unificado y el resto de las condiciones ambientales señaladas en la autorización.
- Asistencia a la reunión de replanteo y realización de una visita semanal a las obras.
- Identificar e informar sobre las posibles variaciones ambientales relacionadas con el proyecto, por impactos no contemplados o que no hayan sido lo suficientemente estudiados.
- Supervisar, controlar los materiales, condiciones de ejecución, almacenamiento y unidades de obra relacionadas con el acabado formal de las superficies de aprovechamiento.
- Coordinar la aplicación de medidas correctoras.
- Vigilar que el proyecto se acote correctamente al desplante propuesto, fuera del cual no deberán ejecutarse actuaciones de ningún tipo.
- Evaluar y aprobar la referida acotación, así como la sistemática y el plan de obra adoptados por la Dirección de Obra.
- Al final de la vigilancia se realizará un Informe Técnico que recoja los sucesos acaecidos durante el desarrollo de las obras, los problemas planteados y las correspondientes soluciones aplicadas, así como el control de la aplicación de las medidas correctoras.

#### IV. COMPONENTE: VIGILANCIA AMBIENTAL

Este componente del PVSA resulta ser el más importante, ya que en él se establecen los procedimientos que se seguirán para garantizar el cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas, señalando de forma clara y precisa los procedimientos de supervisión para verificar el cumplimiento de cada una de ellas; además que se establecen los procedimientos para hacer las correcciones y ajustes necesarios.

##### IV.1. Subcomponente: protección de los elementos bióticos y abióticos

Tras la reunión de replanteo, y en un plazo de un mes, se emitirá un informe sobre las condiciones generales de la obra, dirigido a la Dirección de Obra. Este informe incluirá un Manual de Buenas Prácticas Ambientales en obra definido por el supervisor ambiental, así como el plan de rutas y accesos sobre los cuales se verificará el cumplimiento del criterio de “afectar el área más reducida posible”.

El Manual de Buenas Prácticas Ambientales será aprobado por el Director de Obra y puesto en conocimiento de todo el personal, e incluirá:

- Desmote y movimientos de tierras.
- Control de residuos y basura: aceites usados, envases, envoltura de materiales, plásticos, cartón, madera, metales, etc.
- Actuaciones prohibidas: vertidos de aceites usados, micción y defecación al aire libre, escombros, basuras, etc.
- Prácticas de conducción incluyendo velocidades máximas, maquinaria de bajo consumo, y obligatoriedad de circulación por los caminos estipulados en el plan de obras y replanteos.
- Prácticas para reducir impactos a la vegetación y fauna no sujeta a su aprovechamiento.
- Establecimiento de un régimen sancionador.
- Otros diversos.

Por otra parte, tomando como principio la prevención de la contaminación, la actividad se desarrollará, en la medida de lo posible, mediante el empleo de las mejores técnicas disponibles, como las que se describen a continuación.

#### *IV.1.1. Delimitación de la zona de actuación*

Como primera actividad a realizar para garantizar que no se afecten superficies adicionales a las que en su momento sean autorizadas por la SEMARNAT, se llevará a cabo la delimitación de la zona de actuación, acatando las siguientes medidas de control.

Las actuaciones relacionadas con la superficie de cambio de uso de suelo, así como las zonas destinadas al acopio de materiales, almacenamiento temporal de residuos procedentes de la obra y movimiento de tierras, así como el material vegetal resultante del desmonte, se ubicarán en el interior de la superficie de aprovechamiento, sin afectar otras áreas ajenas a los usos previstos, para lo cual se colocarán elementos indicativos como letreros y cinta precautoria para establecer mayor precisión en la ubicación de dichas zonas.

En caso de generarse alguna afección medioambiental de carácter accidental fuera del ámbito señalado, se aplicará medidas correctoras y de restitución adecuadas. Se redactará un informe por parte de la Asistencia Técnica Medioambiental contratada por la Dirección de Obra, en el cual se reflejarán dichas actuaciones.

#### *IV.1.2. Protección de la calidad atmosférica*

Durante el tiempo que dure la obra se llevará a cabo un control estricto de las labores de limpieza en las zonas de paso de vehículos, tanto en el entorno afectado por las obras, como en las áreas de acceso a éstas.

A la salida de las zonas de obra se dispondrá de dispositivos de limpieza de vehículos para evitar el arrastre de tierra a la vía pública.

El aumento de los sonidos puede crear malestar e incluso alterar el bienestar fisiológico o psicológico de los seres vivos. Es necesario eliminar o mitigar las fuentes de ruido siempre que sea posible y medir el ruido global de la obra a través de sonómetros para establecer acciones correctoras cuando se sobrepasen los valores admisibles; es por ello que durante la fase de ejecución del cambio de uso de suelo, se aplicarán las medidas descritas en el Documento Técnico Unificado, en cuanto a las condiciones que debe cumplir la maquinaria, horarios de trabajo y reducción en origen del ruido. Así



mismo, se contemplarán una serie de pautas de obligado cumplimiento para mitigar y/o reducir el nivel de ruido, tales como:

- Mantener la maquinaria en perfecto estado.
- Utilizar la maquinaria en horario diurno.
- No acelerar la maquinaria injustificadamente.
- Realizar las descargas especialmente ruidosas en horario diurno.

#### *IV.1.3. Protección y conservación de los suelos y generación de residuos*

Se prohibirán las labores de mantenimiento y reparación de la maquinaria en el entorno de la obra. Las reparaciones deberán hacerse preferentemente en talleres o lugares acondicionados al efecto, incluyendo aquellas habituales e imprescindibles para el buen funcionamiento de la maquinaria.

Se tendrá especial atención en evitar verter aceites y otros contaminantes en los sistemas de alcantarillado o evacuación de las aguas residuales y/o pluviales.

Los diferentes residuos generados durante el cambio de uso del suelo, incluidos los procedentes del desmonte y despalme, los resultantes de las operaciones de preparación de los diferentes tajos, embalajes, materias primas de rechazo y de la campaña de limpieza, se gestionarán de acuerdo con lo previsto por la Autoridad Municipal competente.

Todos los residuos generados cuya valorización resulte técnica y económicamente viable serán remitidos a un valorizador de residuos debidamente autorizado. Los residuos únicamente se destinarán a eliminación si previamente queda justificado que su valorización no resulta técnica, económica o ambientalmente viable.

Los materiales no reutilizados o valorizados con destino a vertedero, serán gestionados ante la autoridad Municipal competente.

La gestión de los aceites usados u otras sustancias potencialmente contaminantes, se realizará de acuerdo con los instrumentos normativos aplicables, y en su caso, se contratará a una empresa privada para su manejo, retiro y disposición final. El almacenamiento temporal de los aceites usados y resto de residuos peligrosos hasta el momento de su recogida por el gestor autorizado, se realizará en depósitos contenidos en cubeta o sistema de seguridad, con objeto de evitar la posible dispersión de aceites por rotura o pérdida de estanqueidad del depósito principal.

#### *IV.1.4. Protección del Medio Biótico*

Se reflejará cualquier incidencia relacionada con la flora y la fauna, y si se han adoptado las medidas preventivas o correctoras propuestas en el DTU, principalmente los programas de rescate correspondientes.

### **IV.2. Subcomponente: control ambiental en fase de ejecución del proyecto**

Una vez que al proyecto se le haya otorgado la autorización por parte de la autoridad competente, en este caso la SEMARNAT, el promovente estará obligado a realizar la vigilancia ambiental del proyecto, para lo cual se realizarán las siguientes acciones preliminares:

#### *IV.2.1. Coordinación del control*

Verificación del inicio del proyecto, obra o actividad. Se puede llevar un control del inicio del proyecto o actividad de que se trate, de dos maneras:

- Mediante oficio en donde el promovente del proyecto informa a la autoridad ambiental competente sobre el inicio del proyecto o actividad que se haya autorizado; y
- Existencia de informes de cumplimiento y/o actos administrativos referentes al seguimiento ambiental del proyecto.

#### *IV.2.2. Revisión de antecedentes técnicos y jurídicos del proyecto*

La intención de éste paso es considerar y estudiar todas las referencias técnicas y jurídicas del proyecto, obra o actividad de que se trate, y de su área de influencia.

Algunos antecedentes como el estudio ambiental y los Informes de Cumplimiento Ambiental, herramientas esenciales para realizar el proceso de seguimiento, a menudo suministran y utilizan enormes cantidades de información que a veces divergen y pueden desviar los resultados del seguimiento.

### **IV.3. Subcomponente: vigilancia ambiental en fase de ejecución del proyecto**

La vigilancia ambiental proporciona elementos de juicio que permiten verificar el cumplimiento de las tareas ambientales y la veracidad de la información consignada en los Informes de Cumplimiento Ambiental; por lo que éste subcomponente consta de visitas rutinarias que se llevarán a cabo para vigilar el cumplimiento de todas las medidas

propuestas, así como de aquellas que se dicten en la autorización en materia forestal; las cuales se describen a continuación:

#### *IV.3.1. Visita ordinaria total*

El objetivo de esta visita es que el supervisor ambiental o asesor técnico ambiental, verifique en el sitio el cumplimiento de todas las tareas ambientales que debe ejecutar el promovente, en todos los componentes y actividades que forman parte del proyecto, y corroborar la información reportada en los Informes de Cumplimiento Ambiental. Las tareas que verificará el supervisor son las que se muestran a continuación:

- Ejecución de los programas propuestos en el DTU (rescate de flora y fauna, y manejo de residuos).
- Cumplimiento de los permisos, concesiones o autorizaciones ambientales para el uso y/o aprovechamiento de los recursos naturales.
- Cumplimiento de los requerimientos establecidos en los actos administrativos.
- Análisis de las tendencias de calidad del medio en que se desarrolla el proyecto.
- Análisis de la efectividad de los programas que conforman el Plan de Manejo Ambiental, de los requeridos en los actos administrativos, y de las propuestas de actualización.

#### *IV.3.2. Visita ordinaria parcial*

La visita ordinaria parcial se efectuará cuando el área de supervisión ambiental tenga un interés especial en alguna de las actividades del proyecto y/o en alguna área geográfica que se encuentran en la zona de influencia. Este interés está dado por la importancia de los impactos de ciertas actividades y/o por el grado de sensibilidad ambiental de una o varias áreas o ecosistemas que puedan ser afectados por la ejecución del proyecto.

En una visita ordinaria parcial, el supervisor ambiental verificará el cumplimiento de las mismas tareas ambientales de una visita ordinaria total, pero sólo de aquellas relacionadas con las actividades del proyecto o con las áreas en las que se tenga interés. Por ejemplo, verificar que se haya realizado el desmonte en la superficie de aprovechamiento solicitada, en donde el supervisor puede decidir si realiza una visita ordinaria parcial cada cierto tiempo para inspeccionar la calidad del medio ambiente en cuanto al recurso flora solamente, sin tener en cuenta agua, suelos, fauna y demás, ya que conoce que la afectación a estos otros recursos no es significativa. Es por ello que

una visita parcial sólo se puede llevar a cabo cuando el supervisor ambiental tiene plena certeza de un buen manejo ambiental en el resto de las actividades del proyecto, o que los impactos al medio ambiente o a los recursos naturales asociados a éstos son bajos.

#### IV.3.3. *Visitas extraordinarias*

Se realizarán cuando ocurra o puedan ocurrir eventos que generen impactos ambientales relevantes. Esta visita es definida por el área de gestión ambiental, en caso de existir quejas de la comunidad o de entidades públicas o privadas, o cuando han ocurrido o pueden presentarse impactos ambientales significativos por el incumplimiento de las actividades que estén a cargo del promovente, o cuando se presenten impactos no previstos en el estudio ambiental (esto último se determina a través de los informes periódicos de cumplimiento ambiental). Si las condiciones están dadas, se puede extender esta visita extraordinaria hasta lograr una ordinaria.

Mediante la visita extraordinaria, el supervisor ambiental verificará el cumplimiento de las tareas ambientales relacionadas con los impactos ambientales que ocurrieron o que van a ocurrir; verificará también la veracidad de la información incluida en el Informe de Cumplimiento Ambiental, y evaluará el impacto ambiental. Lo anterior, mediante la ejecución de las mismas actividades generales explicadas para las visitas ordinarias (revisión de documentos, inspección visual, entrevistas y mediciones, entre otras).

Todos los resultados obtenidos de las distintas visitas realizadas, quedarán debidamente asentadas en la bitácora ambiental del proyecto, la cual se describe en el siguiente apartado.

### V. COMPONENTE: SEGUIMIENTO AMBIENTAL

Para llevar a cabo el seguimiento ambiental del proyecto, será necesaria la implementación de una **bitácora ambiental** o libro de registro de eventualidades de la obra. En este documento se describirá el procedimiento a seguir para registrar todas aquellas eventualidades que se produzcan durante el cambio de uso del suelo dentro de la superficie de aprovechamiento proyectada.

El citado documento es de aplicación para todas las eventualidades con afección medioambiental que se produzcan con el desarrollo del proyecto. En el documento se recogerán todos aquellos eventos no previstos en el desarrollo normal de las obras y que puedan tener de una forma directa o indirecta, inmediata o futura, reversible o irreversible, permanente o temporal, una afección en el entorno.

El formato del citado libro de registro o bitácora ambiental será el siguiente:

- **Objeto:** Describir el procedimiento a seguir para registrar todas aquellas eventualidades que se produzcan durante las actividades implicadas en el cambio de uso del suelo, que puedan tener una afección directa o indirecta sobre la calidad ambiental.
- **Alcance:** Este procedimiento será de aplicación para todas las eventualidades con afección medioambiental que se produzcan en el desarrollo del multicitado proyecto.
- **Ejecución:** Se recogerán todos aquellos eventos no previstos en el desarrollo normal del proyecto, que puedan tener lugar de una forma directa o indirecta, inmediata o futura, reversible o irreversible, permanente o temporal, originando una afección sobre el ambiente biótico, abiótico o perceptual.

Las personas responsables de llevar los registros en la bitácora ambiental, serán el jefe de obra y encargados diversos y el supervisor ambiental o Asistente Técnico Medioambiental. Estas personas deberán conocer el mecanismo para el llenado de este libro y serán las encargadas de notificar a los responsables de las empresas subcontratadas la existencia del mismo y de la necesidad de su colaboración, de cara a cumplir con los objetivos planteados en este PVSA.

Se deberá redactar un modelo circular, que se remitirá a cada subcontratado con carácter previo al comienzo de sus actividades en la obra, ya que es indispensable establecer un control de las empresas subcontratadas.

A continuación se describen algunos de los acontecimientos que, en principio, serán motivo de inscripción en la bitácora ambiental:

- **Vertidos o derrames:** Se hace referencia con esto a aquellos vertidos o derrames líquidos o sólidos, que se produzcan intencionada o accidentalmente en la obra y que no se encontraban planteados en un principio.
- **Funcionamiento defectuoso:** Se hace referencia con esto a funcionamientos defectuosos de maquinaria de obra que puedan originar una posible afección al medio.
- **Accidentes:** Se refiere a aquellos episodios que puedan motivar vertidos, derrames o funcionamientos defectuosos, ya sea de forma inmediata o futura.

- **Intrusión de maquinaria:** Se refiere con esto a episodios accidentales o no, en virtud de los cuales la maquinaria pesada invada o atraviese zonas que no se encontraban previstas inicialmente.
- **Externalidades a la obra:** Se hace referencia a episodios que no sean producidos por el desarrollo de la obra, sino que provengan de elementos externos, que entrando en el recinto de la obra, afecten algún elemento que pueda resultar perjudicial para el medio ambiente.
- **Otros:** En este apartado se incluirán cualesquiera otros aspectos que no se encuentren englobados en los apartados anteriores.

#### **V.1. Subcomponente: seguimiento de las emisiones de polvo**

Para el seguimiento de las emisiones de polvo, producidas en su mayor parte por la maquinaria que trabajará durante el desmonte y despalme, se realizarán visitas periódicas a todas las zonas donde se localicen las fuentes emisoras. En esas visitas se observará si se cumplen las medidas adoptadas como son:

- Regar las superficies donde potencialmente puede haber una cantidad superior de polvo.
- Velocidad reducida de los camiones sobre el acceso central.
- Vigilancia de las operaciones de carga y descarga y transporte de material vegetal.
- Instalación de pantallas protectoras contra el viento.

La toma de datos se realizará mediante inspecciones visuales periódicas en las que se estimará el nivel de polvo existente en la atmósfera y la dirección predominante del viento estableciendo los lugares afectados.

Las inspecciones se realizarán una vez por semana, en las horas del día donde las emisiones de polvo se consideran altas. Como norma general, la primera inspección se realizará antes del comienzo de las actividades para tener un conocimiento de la situación previa o estado cero y poder realizar comparaciones posteriores.

#### **V.2. Subcomponente: seguimiento de afecciones sobre los suelos**

Las tareas que pueden afectar los suelos son, sobre todo, el desmonte y despalme de la superficie sujeta al cambio de uso del suelo; por lo que se realizarán visitas periódicas para poder observar directamente el cumplimiento de las medidas establecidas para

minimizar el impacto sobre el recurso, evitando que las operaciones se realicen fuera de las zonas señaladas para ello.

Durante las visitas se observará lo siguiente:

- La vigilancia en el desbroce inicial, desmontes y cualquier otro movimiento de tierra, para minimizar el fenómeno de la erosión y evitar la posible inestabilidad de los terrenos.
- Acopio de la tierra vegetal de tal forma que posteriormente se pueda utilizar para el mantenimiento de las plantas en vivero. Se prestará especial atención a que el acopio se realice en el lugar indicado y que corresponda a una zona menos sensible dentro del sitio. Se supervisará que los montículos de tierra no superen en ningún caso el metro y medio de altura, para evitar la pérdida de las características edáficas del sustrato.
- Se realizarán observaciones en las zonas limítrofes, con el fin de detectar cambios o alteraciones no valoradas en el Estudio.

Los posibles cambios detectados en el entorno, se registrarán y analizarán para adoptar en cada caso las medidas correctoras necesarias. Se realizará un estudio detallado de las zonas afectadas, y en caso de detectar anomalías no previstas, se adoptarán nuevos diseños los cuales se ejecutarán en la mayor brevedad posible.

### **V.3. Subcomponente: seguimiento de las afecciones a la flora y la fauna**

Se seguirá el control de las medidas elegidas para la minimización de los impactos a la flora y la fauna del lugar que se pudiera ver afectada con el desarrollo del proyecto.

Se llevarán a cabo revisiones periódicas dos veces por semana, a fin de determinar el grado de cumplimiento de las distintas medidas enfocadas a la protección de la flora y la fauna del sitio; en particular se observará lo siguiente:

- Que se lleve a cabo el rescate de vegetación de acuerdo con el programa de rescate anexo, poniendo especial atención a que se logre rescatar el número de individuos propuestos por especie, según las técnicas de rescate planteadas.
- Que se lleve a cabo el rescate de fauna de acuerdo con el programa de rescate anexo, poniendo especial atención a que se logre rescatar aquellos individuos propuestos por especie, según las técnicas de rescate planteadas.

- Que se instalen los letreros alusivos a la protección y conservación de la flora y la fauna del sitio.
- Realizar recorridos periódicos dentro de las áreas de aprovechamiento y en las áreas de conservación, a fin de corroborar que no se esté realizando la captura, caza, extracción o comercialización de alguna especie de flora o fauna silvestre.

En caso de detectarse el incumplimiento de alguna de las medidas propuestas, se procederá a notificar dicha situación al Director de obra, quien en su caso, tendrá la obligación de subsanar las omisiones que le sean indicadas por el supervisor ambiental. En caso de reincidir en el incumplimiento de la aplicación de las medidas, se reportará dicha situación en la bitácora ambiental y en el reporte técnico correspondiente.

Para detectar posibles bajas de fauna derivadas del cambio de uso del suelo, se realizará un seguimiento periódico en busca de posibles elementos faunísticos afectados, anotando los siguientes datos:

- Especie.
- Lugar exacto de la localización del cuerpo.
- Posible fuente causante del accidente.
- Fecha y momento del día.
- Condiciones meteorológicas existentes.
- Si se encontrase algún individuo siniestrado con vida, será trasladado urgentemente a un centro especial para su recuperación.

#### **V.4. Subcomponente: seguimiento de manejo y disposición de residuos**

Este subcomponente resulta importante puesto que de él depende que no se contamine el medio por un manejo inadecuado de residuos sólidos o líquidos que se generen durante el cambio de uso del suelo; y se basa fundamentalmente en el programa integral de manejo de residuos sólidos y líquidos anexo. En forma general implica las siguientes actividades, mismas que serán ejecutadas por el supervisor ambiental:

- Verificar la instalación de los letreros y los contenedores temporales para residuos, así como su debida rotulación (orgánica, inorgánica, etc.).
- Realizar recorridos periódicos en las inmediaciones del sitio del proyecto con el fin de detectar un posible manejo o disposición inadecuada de residuos sólidos o líquidos.



- Informar al Director de obra cuando se detecte algún manejo o disposición inadecuada de residuos sólidos o líquidos; y en su caso, promover una campaña de limpieza y separación de residuos para su correcto almacenamiento o posible reciclaje.
- Realizar recorridos de vigilancia dentro de las áreas que no están siendo sujetas a su aprovechamiento, a fin de corroborar que no se esté realizando la micción o defecación al aire libre; y en caso contrario, reportárselo al Director de obra y promover una campaña de limpieza a fin de eliminar los elementos contaminantes del medio.
- Verificar la instalación de los sanitarios portátiles que estarán al servicio de los trabajadores, así como su correcto funcionamiento. También realizará un estudio acerca de la demanda del servicio en relación al número de trabajadores empleados en la obra, con la finalidad de determinar si el número de sanitarios instalados es suficiente, o en caso contrario, si se requiere instalar sanitarios adicionales.
- Verificar que la empresa arrendadora de los sanitarios móviles, realice la extracción y retiro de las aguas residuales generadas, de acuerdo con los plazos previstos en el contrato que se celebre con la misma.

## VI. COMPONENTE: INFORMES TÉCNICOS

Para cada tipo de informe, se realizará una ficha que identificará, para cada fase del proyecto o actividad, las obras o acciones que se contemplan ejecutar; la forma, lugar y oportunidad de su ejecución; y la referencia de la página del Estudio donde se describe detalladamente dicha obra o acción. También se elaborará otra ficha en la que se identificará, para cada fase del proyecto o actividad, la normativa de carácter ambiental aplicable, incluidos los permisos ambientales sectoriales; el componente ambiental involucrado; la forma en la que se dio cumplimiento a las obligaciones contenidas en dichas normas, y el organismo de la administración del gobierno competente en su verificación, si éste estuviere establecido.

Una ficha más identificará para cada fase del proyecto o actividad, las obras o acciones que se ejecutaron; el componente ambiental involucrado; el impacto ambiental asociado; la descripción de la medida correspondiente, ya sea de mitigación, reparación, compensación, o de prevención; la forma de implementación; el indicador que permitió cuantificar, si corresponde, el cumplimiento de la medida; la oportunidad y lugar de su implementación; y la referencia de la página del Estudio donde se describe detalladamente la medida.

### VI.1. Subcomponente: informe de cumplimiento de medidas

Tras la especificación de las medidas para todas las variables, se propone, en cuanto a la dimensión temporal durante la fase de cambio de uso del suelo, un seguimiento que deberá comprender una visita semanal de media jornada al proyecto, y la elaboración de un informe periódico mensual en el que se señalen todas las incidencias observadas, se recojan todos los controles periódicos enumerados anteriormente con la periodicidad señalada, se indique el grado de eficacia de las medidas correctoras planteadas, el grado de acierto del Estudio y los resultados obtenidos con este PVSA. Estos informes serán acompañados de un reportaje fotográfico y se enviarán al promovente a fin de que éste último realice las gestiones ambientales correspondientes.

### **VI.2. Subcomponente: informe de cumplimiento de términos y condicionantes**

Se dará un seguimiento a los términos y condicionantes que se establezcan en la Resolución del proyecto, que deberá comprender una visita semanal de media jornada al proyecto, y la elaboración de un informe periódico mensual en el que se señalen todas las incidencias observadas, se recojan todos los controles periódicos enumerados anteriormente con la periodicidad señalada, y se indique el grado de eficacia en el cumplimiento de los términos y condicionantes establecidos por la SEMARNAT en la autorización del proyecto. Estos informes serán acompañados de un reportaje fotográfico y se enviarán al promovente a fin de que éste último realice las gestiones ambientales correspondientes.

### **VI.3. Subcomponente: Informes especiales**

Se presentarán informes especiales ante cualquier situación especial que pueda suponer riesgo de deterioro de cualquier factor ambiental. En concreto, se prestará especial atención en las siguientes situaciones:

- Lluvias torrenciales que supongan riesgo de inundación o desprendimiento de materiales.
- Alerta por tormenta o huracán que ponga en riesgo el desarrollo de la obra.
- Accidentes producidos en fase de cambio de uso del suelo con consecuencias ambientales negativas.
- Accidentes de tráfico en cualquier punto de intersección.

Estos informes serán notificados al Director de obra, con la finalidad de que realice los trámites y gestiones correspondientes, y en su caso, tome las medidas necesarias para reducir o eliminar el riesgo originado por los factores citados en los puntos anteriores.

## VII. COMPONENTE: ANÁLISIS DE RESULTADOS

El análisis de los resultados del seguimiento ambiental permite establecer el avance, cumplimiento y efectividad de los programas que conforman el Plan de Manejo Ambiental, con base en los resultados de la revisión del Informe de Cumplimiento Ambiental y/o en las apreciaciones obtenidas durante la visita de seguimiento ambiental.

El análisis de resultados del seguimiento ambiental se realiza a partir de:

- El Informe de Cumplimiento Ambiental más la visita de seguimiento:
- Solamente el Informe de Cumplimiento Ambiental, o
- Solamente la visita de seguimiento ambiental.

El análisis se centrará en los siguientes puntos:

### VII.1. Cumplimiento de los objetivos del seguimiento ambiental

A cada una de las tareas ambientales a cargo del promovente, se le efectuará un análisis para establecer el cumplimiento específico de cada uno de los compromisos adquiridos en el otorgamiento de la autorización ambiental o en el establecimiento del plan de manejo ambiental.

Este análisis se realiza con la ayuda de la lista de chequeo y formatos específicos descritos en el Componente V. En esas herramientas, el supervisor ambiental encuentra todos los requerimientos normativos, los establecidos en actos administrativos y además indicadores que le proporcionan criterios y conducen su análisis.

Con respecto al cumplimiento de los objetivos del seguimiento, se establecerá:

- **Suficiencia de la información:** Establecer si la información suministrada está completa. Para esto, se cuenta con la ayuda de los formatos y de la bitácora ambiental, ya descritos anteriormente.
- **Cumplimiento de las tareas ambientales:** Se determina si el promovente ha cumplido total o parcialmente con sus obligaciones ambientales y si las razones indicadas en el informe de cumplimiento ambiental, para el caso de incumplimiento, son pertinentes.

## VII.2. Análisis de la efectividad de los programas que conforman el PSVA

La efectividad de los programas que conforman el PSVA se realiza con la ayuda de los reportes técnicos (ver apartado correspondiente en donde se explica la manera de utilizar estos formatos).

La bitácora integra el resultado del análisis de cumplimiento del promovente, y el análisis de las tendencias de la calidad del medio en el que se desarrolla el proyecto, con el fin de facilitar al supervisor ambiental su concepto sobre la efectividad de las medidas de manejo ambiental. Esto determina la necesidad o no de actualizar algunos programas calificados como “no efectivos”. En caso de que el informe de cumplimiento ambiental incluya ofertas de nuevas versiones de programas de manejo ambiental, éstas deben ser evaluadas por el área de gestión ambiental, apoyándose en la autorización ambiental del proyecto, con el fin de determinar si la nueva versión propuesta por el promovente solucionará los aspectos que permitieron calificar al programa vigente como “no efectivo”.

## VII.3. Necesidad de realizar una visita extraordinaria a la zona

Esta necesidad se puede identificar de acuerdo con los análisis realizados en los dos puntos anteriores. En caso de que se requiera una visita extraordinaria, esta debe ser ejecutada; de lo contrario, se da paso al informe técnico de los resultados.

## **PROGRAMA DE RESCATE DE FLORA SILVESTRE**

### **I. RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL PROGRAMA**

Ing. Reynaldo Martínez López

### **II. JUSTIFICACIÓN**

Éste programa tiene la finalidad de dar a conocer los métodos y técnicas que se aplicarán durante el rescate de la vegetación que se encuentra presente en la zona de aprovechamiento del proyecto; y se elabora en cumplimiento de lo señalado en el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez, el cual cita textualmente lo siguiente:

<b>CRITERIO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
CG-13	<i>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.</i>

### **III. OBJETIVO DEL PROGRAMA**

Llevar a cabo el rescate de la flora silvestre que se ubica dentro de las áreas de aprovechamiento del proyecto, a través de métodos estandarizados de colecta, con la finalidad de prevenir afectaciones directas a éste recurso con el desarrollo del proyecto.

### **IV. ALCANCE DEL PROGRAMA**

Rescatar el mayor porcentaje de ejemplares de flora silvestre que pudieran verse afectados con el desarrollo del proyecto, a fin de garantizar su permanencia en la microcuenca, con particular énfasis en las especies listadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

El programa de colecta de flora incluye la colecta de ejemplares cuyas especies están referidas por la normatividad ambiental en algún estatus de protección, así como los ejemplares de las especies de importancia ecológica, con base en la caracterización florística del predio.

### **V. TÉCNICAS DE RESCATE**

A continuación se describen las principales técnicas de rescate que se llevarán a cabo durante el cabo durante la ejecución del programa.

## V.1. Técnica de banqueo

Esta técnica se utilizará para la extracción de plantas enteras, es decir, desde la raíz hasta el ápice de la última rama con proyección vertical. Las actividades que se deben llevar a cabo en el desarrollo de esta técnica se describen en los siguientes apartados.

### V.1.1. Construcción de zanja

En la primera etapa del banqueo se hará una zanja alrededor de la planta con el fin de formar un cepellón donde quedarán confinadas las raíces que le servirán al árbol para afianzarse al nuevo sitio. Depende de la especie, su tamaño y el tipo de suelo. El diámetro del cepellón debe ser 9 veces el diámetro del tronco del árbol, medido 30 cm arriba del cuello de la raíz. La profundidad depende de la extensión de las raíces laterales; en general se recomienda de 0.75 a 1 metro.

Los lados deben ir en declive, de tal manera que la parte superior sea mayor que la base. Por ejemplo, si el cepellón tiene 3 metros en la parte superior, su base puede tener 2 metros. Los cortes deben hacerse con una pala recta y las raíces podadas con los mismos criterios que se emplean en la poda de la parte aérea.



### V.1.2. Arpillado

Consiste en envolver el cepellón primero que todo con un material que la proteja de roturas y de la desecación, como arpilla o tela de costal. Luego se hace un amarre en forma de tambor, con cuerdas laterales en la base y en la parte superior. Una vez envuelto y amarrado, el cepellón puede ser cortado por debajo con un cable de acero, sin necesidad de ladearla. El cable de 1/2 pulgada, es colocado por debajo del cepellón y tirado con una fuerza de tracción para que corte limpiamente la parte inferior.



### V.1.3. Remoción

Los árboles chicos pueden ser removidos manualmente con la ayuda de una carretilla o preferentemente con un “diablito”; los grandes son cargados al hombro por dos personas, o en casos extremos con la ayuda de un trascabo.

Los árboles no deben levantarse del tronco, ya que esto le causa daño a la corteza y al cepellón. Las cadenas, o preferentemente una eslinga, deben colocarse alrededor del cepellón y atarse al trascabo, cuando se decida utilizar éste equipo. Una vez fuera del hoyo, puede terminarse de amarrar la parte inferior del cepellón.



### V.1.4. Transporte

El método empleado en el acarreo de un lugar a otro de árboles pesados, dependerá de la distancia, de las facilidades que se disponga y de las dificultades de la ruta. Cargas hasta de 3 toneladas pueden manejarse con seguridad en los camiones de plataforma

ordinarios; pero para cargas mayores se necesita equipo especial. Deben amarrarse y envolverse las ramas para protegerlas del viento y el sol. En el caso particular del proyecto, considerando que las plantas removidas serán resguardadas temporalmente dentro del vivero, estima que las distancias a recorrer serán mínimas, por lo que dicho transporte se realizará en forma manual.

El proceso de banqueo que será utilizado para el rescate de la vegetación se puede observar en las siguientes imágenes.



## V.2. Técnica de recolección por material de propagación (estaqueo)

Esta técnica se utilizará para la recolección de material de propagación, y únicamente se aplicará para la obtención de estacas, ya que en la práctica los individuos que se han propagado con esta técnica, han demostrado un excelente crecimiento y sobrevivencia al proceso. Las actividades que involucra esta técnica se describen en los siguientes apartados.

### V.2.1. Corte de la estaca

Las estacas son partes vegetativas de las plantas tales como raíces, ramas, brotes u hojas, capaces de generar nuevas plantas. Se utilizarán segmentos de ramas que contengan yemas terminales o laterales que colocadas en condiciones apropiadas desarrollan raíces adventicias produciendo nuevas plantas, descartando las ramas internas pequeñas y débiles.

Se deben tomar en cuenta varios factores como estar bien seguros de la especie, que el individuo esté libre de plagas y enfermedades y finalmente que se encuentre en el estado



fisiológico adecuado, de manera que las estacas que se tomen de ellas tengan probabilidades de enraizar. El corte debe ser basal justo debajo de un nudo y el apical de 1,5 a 2 centímetros sobre el otro nudo, por lo que cada estaca debe contener por lo menos dos nudos. El diámetro de la estaca puede variar entre 0.5 y 5 centímetros.

Es importante que el material para estacas sea obtenido de las partes jóvenes con un período de crecimiento y que sea tomado durante las primeras horas de la mañana. Las estacas se deben hacer de unos 15 a 75 cm de largo, quitando las hojas de la mitad inferior.

Las hojas de las ramas de donde se obtendrán los cortes deben tener entre 8 y 10 cm de largo, de lo contrario hay que reducir el área foliar, debido a que hojas muy grandes favorecen la pérdida de agua y las muy pequeñas no producen suficientes carbohidratos u otras sustancias necesarias para que el corte sobreviva. Se puede reducir el área foliar cortando las hojas con unas tijeras y cuidando que el tejido no se dañe por machacamiento o estrujamiento.



#### *V.2.2. Manejo del material vegetativo*

Después de tomar el material de la planta madre se debe manejar con prontitud para evitar daños que puedan afectar su enraizamiento; deberá ser trasplantado en forma inmediata, para lo cual se deberá acondicionar el sitio de sembrado con suficiente drenaje para permitir el crecimiento de la nuevas raíces. La prontitud del trasplante permitirá también la pérdida de sabia que es de vital importancia para el crecimiento de la nueva planta.

#### *V.2.3. Transporte*

El material de propagación debe ser protegido del sol todo el tiempo, para lo que es necesario cubrir las bases con tela o algún material que guarde la humedad. Debido a las cortas distancias que se tendrán que recorrer desde el sitio de corte de la estaca al vivero, el transporte se realizará en forma manual.

#### *V.2.4. Aplicación de enraizador*

No todas las plantas tienen la capacidad de enraizar espontáneamente, por lo que a veces es necesario aplicar sustancias hormonales que provoquen la formación de raíces. Las auxinas son hormonas reguladoras del crecimiento vegetal y, en dosis muy

pequeñas, regulan los procesos fisiológicos de las plantas. Las hay de origen natural, como el ácido indolacético, el cual estimula la formación y el desarrollo de las raíces cuando se aplican en la base de las estacas.

La función de las auxinas en la promoción del enraizamiento tiene que ver con la división y crecimiento celular, la atracción de nutrientes y de otras sustancias al sitio de aplicación, además de las relaciones hídricas y fotosintéticas de las estacas, entre otros aspectos. La mayoría de las especies forestales enraizan adecuadamente con AIA.

Un método sencillo es la aplicación de la hormona por medio del remojo de la base de las estacas (de 2 a 3 cm) en soluciones acuosas y con bajas concentraciones de auxina (de 4 a 12 horas), según las instrucciones de los preparados comerciales. Sin embargo, este método es lento y poco exacto, difícil de realizar cuando los cortes son numerosos y algunas veces las hojas se marchitan durante el proceso; entonces se puede recurrir a las auxinas disponibles en aerosol.

Para las especies forestales tropicales se recomienda la inmersión de la base de las estacas en soluciones de AIB al 4% en alcohol etílico como solvente, por periodos muy cortos (5 segundos). Posteriormente se acomoda la base de la estaca en aire frío para evaporar el alcohol, antes de colocarlas en el propagador.

### V.3. Recolección de material de propagación (semillas)



La recolección de semillas se podrá realizar de diferentes formas. A continuación se describen las principales que implican menor esfuerzo y costo de recolecta.

#### V.3.1. *Caída natural*

En el caso de varios géneros que poseen frutos de gran tamaño es habitual recolectar del suelo del bosque los frutos una vez que éstos han caído de manera natural y se han abierto. Es un procedimiento barato y no exige una mano de obra tan calificada como por ejemplo cuando hay que trepar al árbol; en esta tarea puede utilizarse a escolares o mano de obra esporádica. El tamaño del fruto es muy importante, pues cuanto mayor sea tanto más fácil será verlo y recogerlo a mano.

Los principales inconvenientes que presenta la recolección del fruto después de su caída natural son los riesgos de recoger semillas inmaduras, vacías o inviables, de deterioro de la semilla o de germinación prematura cuando la recolección se retrasa, y de falta de certeza a la hora de identificar los árboles padres de los que se recoge la semilla. Los primeros frutos que caen de una manera natural en la estación suelen tener semillas de escasa calidad (Morandini 1962, Aldhous 1972).

Puede facilitarse considerablemente la eficiencia de la recolección limpiando el suelo de vegetación y residuos, incluidos los frutos antiguos o caídos prematuramente, y/o extendiendo grandes piezas de lona ligera, percal o plástico para que caigan en ellas las semillas (Turnbull 1975b). Si se programa cuidadosamente, mediante esta operación se eliminará también gran parte del riesgo de recolectar semillas vacías o inviables. Los frutos viables deben recogerse lo antes posible una vez caídos, para evitar los daños o pérdidas debido a insectos, roedores u hongos y la germinación prematura. Esto es especialmente importante en el bosque tropical húmedo. Por consiguiente, la recolección de las semillas que se encuentran en el suelo debe sincronizarse perfectamente con la caída de las mismas.

A los equipos de recolección se les indicará que recolecten únicamente los frutos frescos, de color verde o amarillo. En una jornada laboral de 8 horas pueden recolectarse 50 kg de frutos por persona, lo que da un rendimiento de unos 3 kg de hueso seco.

Cuando los frutos se recolectan del suelo es frecuente que surjan dudas sobre la identidad del árbol padre. Los árboles aislados no presentan problema alguno a este respecto (aunque es posible que sean padres no convenientes debido al riesgo de autofecundación), pero en los monocultivos densos, en los que las copas se entrelazan, los frutos pueden mezclarse mucho. Esto no tiene importancia cuando se recolectan cantidades comerciales de semilla, siempre que la calidad genética del rodal corresponda al promedio o más.

Una solución de transacción, adecuada para recolecciones que contienen una mezcla de árboles fenotípicos buenos y malos, consiste en recoger solamente los frutos que

están debajo de los mejores porta granos y dentro de un radio que equivale a la mitad del radio de proyección de sus copas.

### V.3.2. *Sacudimiento manual*

Cuando los frutos se separan con facilidad pero la caída natural de los frutos no está suficientemente concentrada en el tiempo, puede inducirse la caída de los frutos por medios artificiales. Una posibilidad consiste en sacudir directamente con la mano los troncos de árboles pequeños y las ramas bajas. Las ramas superiores pueden sacudirse con ayuda de una vara larga terminada en un gancho, o con una cuerda. Este método ha producido buenos resultados pues facilita la recolección rápida de las semillas, con un buen nivel de viabilidad, tan pronto como la inspección visual indica que los frutos están maduros (Stead 1979, Robbins y otros 1981).

### V.3.3. *Recolección en las copas de árboles cortados*

Un método para recolectar grandes cantidades de semilla es el que consiste en sincronizar la recolección con el desmonte de la vegetación. Cuando se van a recolectar los frutos de todos los árboles talados, la recogida de aquéllos debe posponerse, por razones de seguridad, hasta que han concluido las tareas de corta en la zona (Douglass 1969). Cuando la calidad fenotípica de los árboles padres es por el contrario más importante que la cantidad de semilla, es preferible seleccionar, marcar y, si es posible, cortar y cosechar los frutos de árboles padres superiores antes de que se efectúe la corta principal.

Debe evitarse recolectar los frutos en los aclareos tempranos, pues es difícil juzgar correctamente la calidad fenotípica a esa edad. Al cortar es aconsejable dirigir las copas hacia los claros existentes para facilitar la recuperación de conos (Dobbs y otros 1976). Es habitual recoger a mano los conos o frutos de las copas caídas, con ayuda de rastrillos, ganchos o machetes. Los conos pequeños del tipo arracimado, pueden cosecharse cortando los extremos de las ramas que portan conos y pasándolos por una desbrozadora (Douglass 1969). Esta máquina contiene una serie de dientes, parecidos a los de un rastrillo, que se colocan lo suficientemente juntos para que queden fuera los conos.

La maraña de troncos y copas caídos y la dispersión de algunos conos durante la corta reducen muy considerablemente la productividad. Cuando las operaciones son rápidas y están muy controladas, el método más eficaz consiste posiblemente en efectuar la recolección una vez que se han limpiado y llevado los fustes pero antes de que se haya amontonado triturado.

#### V.3.4. Recolección en árboles en pie con acceso desde el suelo

En el caso de los arbustos o árboles de ramas bajas, el recolector tiene acceso directo a los frutos de las ramas estando de pie en el suelo (Morandini 1962). Los frutos más pequeños suelen colocarse directamente en una cesta, bolsa, cubo u otro recipiente que el recolector lleva en la mano o colgado al hombro (Stein y otros 1974).

## VI. RESULTADOS ESPERADOS

Con la correcta aplicación del programa que se propone, aunado a que el desmonte será realizado por etapas, se podrá rescatar el 100 % de los individuos propuestos, con lo que se alcanzará el 100 % de éxito en el rescate de las especies propuestas en el supuesto de que pudieran verse afectadas con el desarrollo del proyecto; así mismo, con el cumplimiento de las reglas de operación planteadas se espera el 100 % de supervivencia de los ejemplares rescatados.

## VII. ESPECIES Y NÚMERO DE INDIVIDUOS POR ESPECIE A RESCATAR

### VII.1. Criterios de selección

Para llevar a cabo la **colecta selectiva** de la vegetación durante los trabajos de preparación del sitio, como primera etapa se realizó la selección de las especies susceptibles de rescate se acuerdo con los siguientes criterios:

- ▶ Tiene la capacidad de reproducirse a través de **material vegetativo** (hojas, ramas, raíces, etc.).
- ▶ No posee propiedades **tóxicas o urticantes** durante su manipulación.
- ▶ Se encuentra incluida dentro de la **NOM-059-SEMARNAT-2010**.
- ▶ Posee **alto valor ecológico** (fijación del suelo, alimento y refugio para la fauna, etc.).
- ▶ Presenta una **baja densidad** de individuos o es escasa a nivel del predio.
- ▶ Es una especie nativa propia del ecosistema.

### VII.2. Especies objetivo

En la siguiente tabla se presenta el listado de especies seleccionadas para el rescate, así como el número de individuos por especie y por talla.

ESPECIES	TALLA (mts)			# TOTAL DE INDIVIDUOS
	0.10 - 0.50	0.50 - 1	<1 - 2	
<i>Acacia cornigera</i>	0	50	50	100
<i>Acacia gaumeri</i>	100	100	0	200
<i>Acoelorrhaphe wrightii</i>	100	100	100	300
<i>Aechmea bracteata</i>	200	0	0	200
<i>Anthurium schlechtendalii</i>	200	0	0	200
<i>Beaucarnea pliabilis</i>	100	100	0	200
<i>Brassavola nodosa</i>	200	0	0	200
<i>Bursera simaruba</i>	100	100	100	300
<i>Byrsonima bucidifolia</i>	100	100	100	300
<i>Catasetum integerrimum</i>	200	0	0	200
<i>Cladium jamaicensis</i>	100	100	0	200
<i>Coccoloba barbadosensis</i>	100	100	0	200
<i>Coccoloba spicata</i>	100	0	0	100
<i>Croton reflexifolius</i>	100	0	0	100
<i>Dendropanax arboreus</i>	0	100	0	100
<i>Diphysa carthagenensis</i>	0	100	0	100
<i>Erythroxylum confusum</i>	300	300	300	900
<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	100	100	0	200
<i>Ficus cotinifolia</i>	100	100	0	200
<i>Ficus padifolia</i>	100	100	0	200
<i>Gliricidia sepium</i>	100	100	0	200
<i>Guazuma ulmifolia</i>	100	0	0	100
<i>Gymnanthes lucida</i>	0	100	0	100
<i>Gymnopodium floribundum</i>	100	100	100	300
<i>Haematoxylum campechianum</i>	300	300	300	900
<i>Jatropha gaumeri</i>	100	0	0	100
<i>Lantana involucrata</i>	100	100	0	200
<i>Lonchocarpus xuul</i>	100	0	0	100
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	100	100	0	200
<i>Malvaviscus arboreus</i>	200	200	200	600
<i>Manilkara zapota</i>	200	200	200	600
<i>Metopium brownei</i>	100	100	100	300
<i>Myrcianthes fragrans</i>	100	100	100	300
<i>Myrmecophila tibicinis</i>	200	0	0	200
<i>Nectandra coriacea</i>	100	100	0	200
<i>Ottoschulzia pallida</i>	50	0	0	50
<i>Piscidia piscipula</i>	100	100	0	200
<i>Plumeria rubra</i>	100	100	0	200
<i>Randia longiloba</i>	100	100	100	300
<i>Selenicereus donkelaarii</i>	200	0	0	200
<i>Selenicereus testudo</i>	200	0	0	200
<i>Swartzia cubensis</i>	100	0	0	100
<i>Thevetia gaumeri</i>	100	0	0	100
<i>Thouinia paucidentata</i>	100	0	0	100
<i>Tillandsia festucoides</i>	200	0	0	200
<i>Vitex gaumeri</i>	100	100	0	200
<b>TOTALES</b>	<b>5,550</b>	<b>3,450</b>	<b>1,750</b>	<b>10,750</b>

De acuerdo con los datos presentados en la tabla anterior, se pretende llevar a cabo el rescate de **10,750** plantas correspondientes a **46 especies** del total que compone la vegetación que se desarrolla en la superficie de CUSTF; lo cual indica una proporción de **293** plantas rescatadas por hectárea de aprovechamiento.

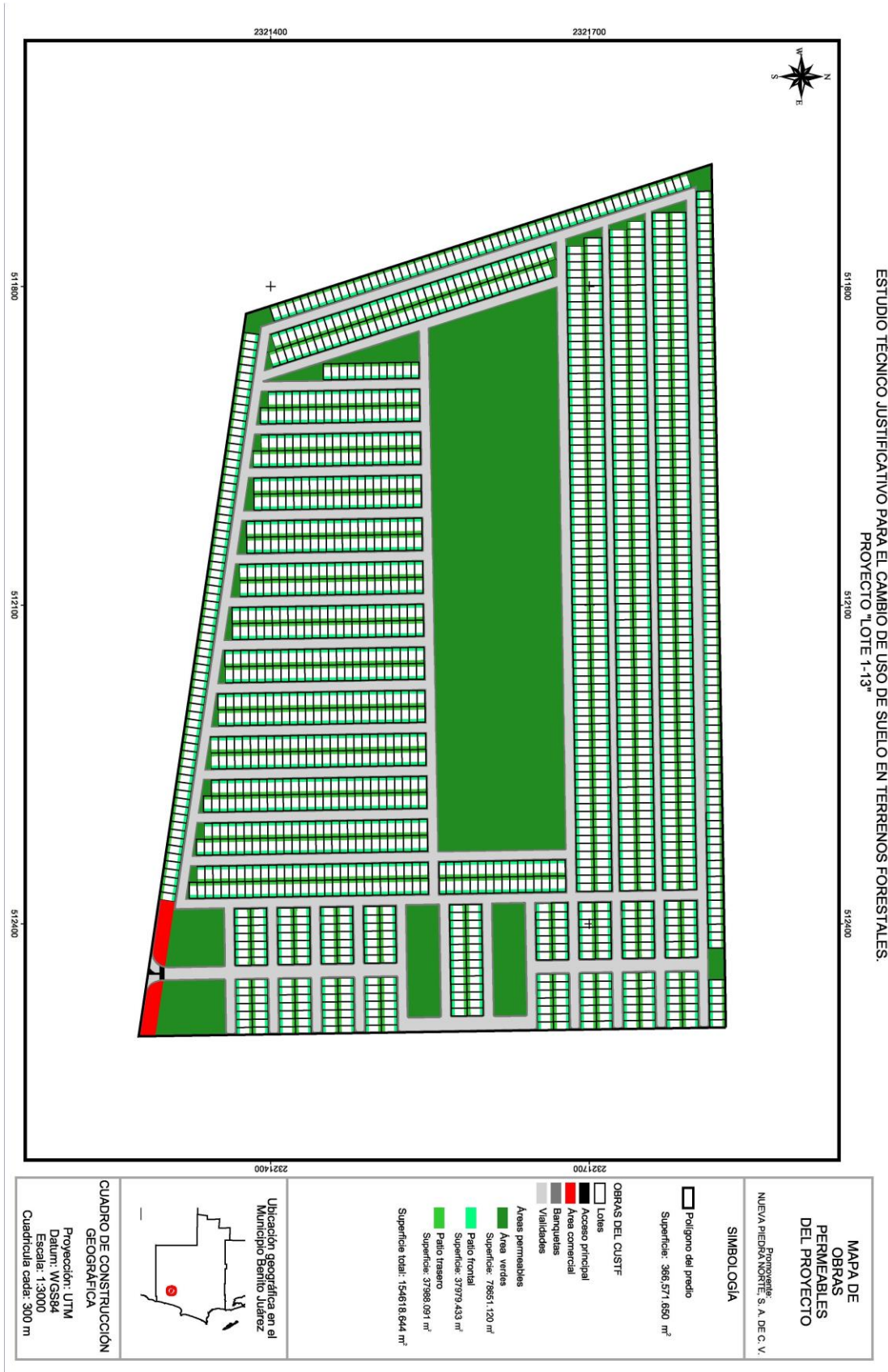
## VIII. SITIO DE REUBICACIÓN

Como sitio de reubicación de las plantas que serán rescatadas, se proponen una superficie de 7.87 hectáreas de áreas verdes propuestas para el proyecto (ver plano de la página siguiente).

## IX. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

El rescate y reubicación de la vegetación se pretende ejecutar en un lapso de 48 meses considerando que el desmonte será gradual. El rescate se realizará en forma previa a la realización de cualquier actividad proyectada, tal como se indica en la siguiente tabla:

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES												
ACTIVIDADES	CUATRIMESTRES											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Delimitación de la superficie de aprovechamiento												
Identificación de los ejemplares a ser rescatados												
Recolección de las plantas (método de banqueo)												
Recolección de material de propagación												
Traslado de los ejemplares rescatados al vivero												
Mantenimiento de las plantas en vivero												
Reubicación de las plantas rescatadas												





## **PROGRAMA DE RESCATE DE FAUNA SILVESTRE**

### **I. RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL PROGRAMA**

Ing. Reynaldo Martínez López

### **II. JUSTIFICACIÓN**

Este programa tiene la finalidad de dar a conocer los métodos y técnicas que se aplicarán durante el rescate de la fauna silvestre que incida en el área de aprovechamiento del proyecto; y se elabora como una medida preventiva para evitar que el desarrollo del proyecto afecte a la fauna asociada al sistema ambiental; en cumplimiento de lo señalado en el criterio CG-13, es cual se cita textualmente como sigue:

<b>CRITERIO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
CG-13	<i>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.</i>

### **III. OBJETIVO DEL PROGRAMA**

Llevar a cabo el rescate de la fauna silvestre que incida en las áreas de aprovechamiento del proyecto, a través de métodos estandarizados de manejo y contención de organismos vertebrados, con la finalidad de prevenir afectaciones directas a éste recurso por el cambio de uso del suelo.

### **IV. ALCANCE DEL PROGRAMA**

Rescatar el 100 % de los individuos de fauna silvestre que pudieran verse afectados con el cambio de uso del suelo, a fin de garantizar su permanencia en el sistema ambiental, con particular énfasis en las especies de lento desplazamiento.

### **V. PRINCIPIOS BÁSICOS SOBRE EL RESCATE DE FAUNA SILVESTRE**

La importancia de la fauna silvestre va ligada directamente con la conservación de la misma. Al mantener la diversidad de fauna silvestre, mantenemos la biodiversidad, la cual es de vital importancia para los ecosistemas que sostienen.

Para la conservación de la fauna silvestre, es necesario aplicar estrategias de manejo dirigidas a las áreas donde habitan. Cabe aclarar que el manejo es un concepto ligado a la gestión y tiene como objetivos aumentar poblaciones de fauna, mantener sus

poblaciones, disminuir esas poblaciones, o dejarlas únicamente para conservación; que para el caso particular del proyecto, el manejo sólo estará ligado a mantener sus poblaciones y conservarlas a nivel de especie.

Un aspecto importante a considerar durante el rescate, es el movimiento de la fauna desde una población local a otra determinada, lo que se llama dinámica de metapoblaciones. Una metapoblación es un conjunto de poblaciones locales que interactúan entre sí a través del movimiento de individuos. La ecología de metapoblaciones presume, de forma simplificada, que el hábitat adecuado para una especie de interés se manifiesta como una red de parches o hábitats separados entre sí, los cuales varían en tamaño, grado de aislación y calidad.

Otro aspecto considerable, es conocer el grado de movimiento de las especies entre parches, ya que estos pueden cubrir kilómetros en especies de gran capacidad de movimiento o bien unos pocos metros entre organismos con movilidad limitada. En algunos casos, los parches pueden estar conectados por corredores biológicos, los cuales pueden ser parches alargados, cursos de agua o incluso caminos y carreteras.

Una metapoblación incluye también parches parcialmente no ocupados por individuos de una especie focal, por lo que en un escenario ideal, el rescate y la relocalización de especies deberá ser realizado en aquellos parches no ocupados o parcialmente ocupados que presentan las condiciones de hábitat que requiere la especie de interés. Sin embargo, para que una recolocación sea exitosa, es necesario conocer la existencia de potenciales competidores y/o depredadores que podrían limitar su establecimiento.

Con base en las consideraciones expuestas anteriormente y dada la naturaleza del proceso de rescate y relocalización de especies, se ha propuesto entonces, un modelo conceptual que incorpora los aspectos ecológicos más relevantes derivado del marco de metapoblaciones. Este modelo implica el traslado de individuos desde un parche en donde su hábitat será destruido (Parche A), hacia un lugar que presenta un hábitat de condiciones similares y donde eventualmente puede existir otra población de la misma especie (Parche B).

Para efectos del rescate y relocalización de especies, es posible asumir que la afectación del hábitat por el desarrollo del proyecto, detonará la necesidad de movilizar individuos desde el parche degradado hacia uno con atributos ambientales mejor conservados; de tal manera que para cumplir con los objetivos planteados aplicando el modelo conceptual ya descrito, se aplicarán métodos y técnicas de rescate pasivas principalmente, y en algunos casos se aplicarán métodos activos; del mismo modo, se considerará la

ejecución de medidas de tipo ambiental dando un enfoque directo a la conservación de su hábitat.

## VI. METODOLOGÍA GENERAL

El plan de acción de éste programa, incluyó como primera actividad el reconocimiento del área en el que será aplicado el rescate, para lo cual se realizó un exhaustivo estudio con la finalidad de identificar los puntos específicos donde se concentrarán las acciones de rescate, y de aquellas áreas donde la fauna mostró mayor actividad. Esta actividad también tuvo la finalidad de maximizar la eficiencia del rescate, disminuyendo el tiempo de traslado entre parches y reduciendo el esfuerzo en zonas con baja densidad poblacional; de igual manera, se tuvo la oportunidad de identificar los parches donde serán reubicados los individuos (en caso de ser necesario) de acuerdo con el modelo propuesto.

La segunda actividad a realizar consistió en determinar los métodos específicos (activos y pasivos) que serán aplicados durante el rescate, por cada grupo faunístico; así como las medidas de protección *in situ* que se aplicarán sobre el hábitat de la fauna y que se describen a continuación.

## VII. MEDIDAS DE PROTECCIÓN PARA LA FAUNA SILVESTRE

**UNO.** Previo al inicio de cualquier actividad se realizará la búsqueda de nidos o madrigueras en la superficie de aprovechamiento, y en caso de un resultado positivo, el nido o la madriguera será marcado con estacas y cinta precautoria; y posteriormente será georreferenciado y registrado en bitácora.

**DOS.** Toda madriguera o nido registrado, permanecerá bajo observación durante un lapso de 48 horas, con la finalidad de determinar si se trata de un refugio activo o en estado de abandono.

**TRES.** Si la madriguera o el nido resulta estar activo, se procederá a la aplicación de las técnicas de rescate que se proponen en el VIII.2 del presente documento.

**CUATRO.** Se colocará cinta precautoria con la leyenda “PROHIBIDO EL PASO” en forma perimetral a las áreas que serán conservadas en estado natural y que servirán para el resguardo o reubicación de la fauna rescatada durante la realización de las obras.

**CINCO.** Se establecerá en el contrato de cualquier persona que labore en la ejecución del proyecto, las siguientes cláusulas:

- ❶ Queda estrictamente prohibida la extracción, captura, caza, comercialización, alimentación y en general cualquier actividad que ocasione un daño directo o indirecto sobre cualquier ejemplar de fauna silvestre, esté o no dentro del área de aprovechamiento.
- ❶ Cualquier persona que sea sorprendida causando daños a la fauna silvestre, ya sea al interior del predio o en sus inmediaciones, será amonestada verbalmente y por escrito; y en caso de reincidencia será suspendido del cargo que le fuera encomendado.

**SEIS.** Los residuos orgánicos que se generen, principalmente restos de comida, serán almacenados en los contenedores que se instalarán para tal fin, con la finalidad de evitar que dichos residuos resulten un atractivo para la fauna silvestre, reduciendo así, su probabilidad de incidencia dentro de la superficie de aprovechamiento.

**SIETE.** Se elaborará un tríptico informativo dirigido a todo el personal de la obra en donde se describirán todas y cada una de las medidas aquí propuestas. Así mismo, en dicho documento se informará de las especies con mayor probabilidad de incidencia en el predio y su zona de influencia, a través de fichas técnicas complementadas con imágenes fotográficas.

## VIII. MÉTODOS ESPECÍFICOS DE RESCATE

Las técnicas y métodos que se proponen a continuación, están basadas en estudios previos y en la experiencia que se tiene sobre el manejo de vida silvestre; y sólo serán ejecutadas en caso de que algún ejemplar se encuentre en riesgo de ser afectado por el desarrollo del proyecto.

### VIII.1. Métodos pasivos

Es importante mencionar que se dará prioridad a la aplicación de estos métodos durante el desarrollo del proyecto, considerando que los mismos tienen un objetivo en común: **evitar el contacto directo con el ejemplar reduciendo el riesgo de daño por estrés o contacto físico.**

#### VIII.1.1. Método de ahuyentamiento sonoro

**Descripción del método:** Consiste básicamente en la emisión de sonidos de frecuencia, ritmo, duración e intensidad variada, como silbidos, gritos y ruidos vocalizados, que

tienen por objeto provocar un estado de alerta en el animal, motivándolo a desplazarse fuera de su zona de confort.

**Ventajas:** Muy efectiva, no implica costos ni daño físico al ejemplar; y desde luego, es práctico y puede ser aplicado por cualquier persona con capacidad de habla.

**Desventajas:** Requiere del conocimiento y la experiencia previa para aplicar el sonido correcto según la especie; debe aplicarse a una distancia prudente de tal manera que el sonido emitido pueda llegar al campo auditivo del animal. Es ineficiente para especies que carecen del sentido auditivo o que perciben ondas sonoras de baja frecuencia.

**Aplicación por grupo faunístico:** Aves, reptiles y mamíferos.

#### *VIII.1.2. Método de acarreo en grupo*

**Descripción del método:** Se basa en sorprender al individuo y acorralarlo entre tres o más personas, obstaculizándole todas las rutas de escape y direccionándolo hacia la zona de reubicación.

**Ventajas:** Muy efectiva y no implica costo alguno; y desde luego, es práctico y puede ser aplicado por cualquier persona con capacidad motriz.

**Desventajas:** Requiere de coordinación en grupo y gran capacidad de movimiento. Provoca estrés temporal en el individuo; y no resulta efectiva sobre especies adaptadas a la presencia humana o a las condiciones urbanas del medio. Puede ocasionar daños al ejemplar por aplastamiento o lesión durante su escape.

**Aplicación por grupo faunístico:** Reptiles y mamíferos.

#### *VIII.1.3. Método de espera pasiva*

**Descripción del método:** Consiste en esperar y dejar que el animal abandone el sitio por sus propios medios.

**Ventajas:** No implica costo alguno; no requiere de personal calificado, ni esfuerzo físico; no provoca estrés ni daño físico al ejemplar.

**Desventajas:** Poco efectiva, ya que el animal puede reconocer el sitio como una zona segura y en consecuencia permanecerá al interior del área de aprovechamiento. No se tiene control sobre el individuo ni sobre sus rutas de desplazamiento.

**Aplicación por grupo faunístico:** Aves, reptiles y mamíferos.

## VIII.2. Métodos activos

Estos métodos sólo serán utilizados en casos extremos, cuando el ejemplar no pueda ser retirado del predio a través de los métodos pasivos descritos previamente, y sólo si representan un riesgo para el personal de la obra, o en su caso, cuando el desarrollo del proyecto ponga en riesgo la integridad física del animal. Es importante mencionar que para su aplicación se contratará el servicio de un profesional especializado.

### VIII.2.1. Método de trampeo

**Descripción del método:** Consiste en la colocación de trampas según el grupo faunístico; y tiene por objeto capturar al ejemplar para ser retirado del sitio.

**Ventajas:** Garantiza el retiro del ejemplar del área de aprovechamiento proyectada y puede ser aplicado por dos o menos personas.

**Desventajas:** Requiere de experiencia y conocimientos previos sobre el manejo y uso de las trampas según el grupo faunístico. Implica costos según la calidad de las trampas. Su aplicación deber ser realizada por un especialista en la materia. Ocasiona estrés prolongado en el animal y en casos extremos puede provocar su muerte. Demanda muchas horas hombre. El cebo utilizado en las trampas puede resultar un atrayente para fauna no deseada.

**Aplicación por grupo faunístico:** Aves, reptiles y mamíferos.

Algunas de las trampas que se utilizan comúnmente son las Sherman, Tomahawk y redes de niebla, como las que se muestran en las siguientes imágenes:





### VIII.2.2. Método de captura directa

**Descripción del método:** Consiste en el uso de instrumentos y equipo de contención, cuyo objetivo principal es inmovilizar al animal para evitar que éste se dañe o que pueda causar una lesión al momento de ser manipulado.

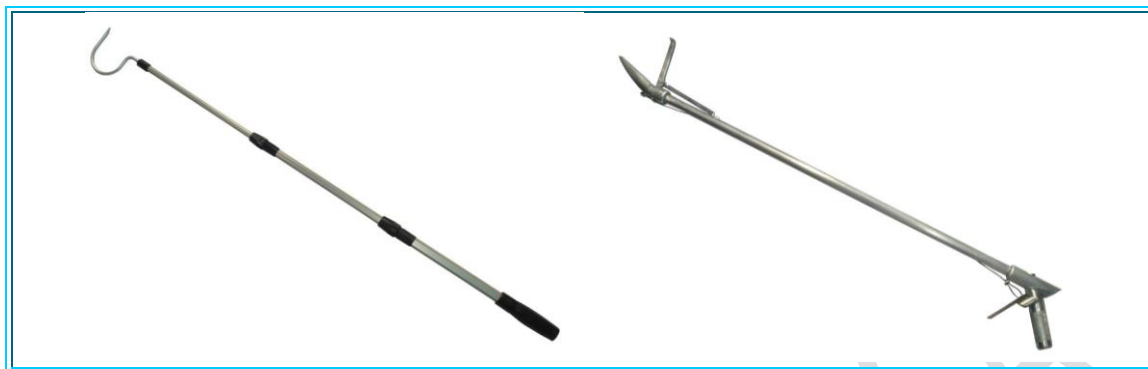
**Ventajas:** Garantiza el retiro del ejemplar del área de aprovechamiento proyectada y puede ser aplicado por una sólo persona.

**Desventajas:** Requiere de experiencia y conocimientos previos sobre el manejo y uso de los instrumentos. Implica un costo medio según la calidad del equipo utilizado. Su aplicación deber ser realizada por un especialista en la materia. Ocasiona estrés prolongado en el animal. Demanda gran esfuerzo físico y capacidad técnica para manipular al ejemplar.

**Aplicación por grupo faunístico:** Reptiles y mamíferos.

Algunos de los instrumentos que se utilizan comúnmente son las pinzas, ganchos herpetológicos, redes y lazos con tope, según el grupo faunístico que se maneje. Algunos ejemplos se muestran en las imágenes siguientes:





## IX. REQUERIMIENTO DE PERSONAL

Dada la superficie proyectada para el desplante del proyecto y considerando la baja diversidad de fauna en el predio, se requiere de 2 equipos de rescate conformados por un especialista y dos asistentes cada uno.

## X. REQUERIMIENTO DE MATERIAL Y EQUIPO

En la siguiente tabla se presenta el listado de materiales y equipo que serán utilizados únicamente durante la aplicación de los métodos activos descritos en el apartado VIII.2; ya que los métodos pasivos no implican el uso de instrumento alguno.

EQUIPO NECESARIO	CANTIDAD
Trampa Sherman	10
Trampa Tomahawk	10
Red de niebla	3
Pinza herpetológica	10
Gancho herpetológico	10
Lazo con tope	10
Red	6
Costales de yute	50

## XI. MANEJO DE LOS EJEMPLARES CAPTURADOS

Para evitar, o en su caso reducir el riesgo de daño para el ejemplar capturado con los métodos activos, se seguirán las siguientes reglas de operación:

**Regla 1.** La captura del animal deberá realizarse en las primeras horas de la mañana, a media tarde o en la noche, con la finalidad de evitar las altas temperaturas, ya que estas pueden ocasionar la deshidratación del ejemplar y en consecuencia su muerte.



**Regla 2.** Tras la aproximación al animal objeto de la captura, éste deberá ser inmovilizado con seguridad y rapidez.

**Regla 3.** Si durante las operaciones de aproximación hacia el animal se detecta que tiene alguna lesión de aparente gravedad, se procederá a retirarse a una distancia prudente y se descartará su captura

**Regla 4.** Si durante el manejo y contención del ejemplar se produce algún daño físico sobre el mismo, éste tendrá que ser trasladado a un hospital veterinario, desde donde, una vez recuperado de las heridas, se devolverá a su hábitat original.

**Regla 5.** Una vez capturado el ejemplar, éste deberá ser liberado de manera inmediata; sin embargo, en caso de que el ejemplar requiera estar bajo observación antes de ser liberado, éste no podrá permanecer en dicha condición por más de una hora.

**Regla 6.** El equipo utilizado en la captura deberá estar en óptimas condiciones de uso (libre de óxido, metales sueltos, enmendaduras y piezas dañadas, entre otros).

**Regla 7.** En ningún caso podrá utilizarse como mascota el ejemplar capturado.

**Regla 8.** Queda estrictamente prohibida la comercialización del ejemplar capturado.

## XII. MANEJO DE LOS EJEMPLARES HASTA EL SITIO DE LIBERACIÓN

Para asegurar el éxito en la liberación de los ejemplares capturados, se deberán acatar las siguientes reglas durante su traslado al sitio de liberación.

**Regla 1.** Deberá priorizarse la liberación del ejemplar en sitios sombreados, evitando en todo momento los espacios abiertos.

**Regla 2.** El sitio de liberación deberá presentar espacios que permitan al ejemplar refugiarse durante el proceso de liberación, con la finalidad de evitar posibles depredadores.

**Regla 3.** Durante el traslado al sitio de liberación, la jaula o bolsa de transporte, deberá estar cerrada con la finalidad de evitar el estrés del ejemplar por contacto físico o visual.

**Regla 4.** La jaula o bolsa de transporte deberá contar con entradas de aire suficientes para evitar la sofocación del ejemplar capturado.

**Regla 5.** No podrán trasladarse dos o más ejemplares al mismo tiempo, ya que esto podría ocasionar daños físicos a los ejemplares por hacinamiento.

**Regla 6.** No podrán liberarse dos o más ejemplares al mismo tiempo, ya que esto podría ocasionar competencia por el espacio, o en su caso, la depredación de algún individuo.

### XIII. ESPECIES OBJETIVO

La identificación de las especies que serán objeto del rescate, se llevó a cabo a través del estudio de sitio realizado en la superficie de aprovechamiento (ver capítulo 5 del DTU-A), de tal manera que en las tablas siguientes sólo se presenta el listado taxonómico de dichas especies, bajo el supuesto de que pudieran ser afectadas con el desplante del proyecto.

AVES				
REGISTRO	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
1	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo magnirostris</i>	Águila caminera
2	Columbiformes	Columbidae	<i>Columba flavirostris</i>	Paloma morada
3	Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina talpacoti</i>	Tortolita
4	Cuculiformes	Cuculidae	<i>Piaya cayana</i>	Cuculillo canela
5	Galliformes	Cracidae	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca
6	Passeriformes	Cardinalidae	<i>Saltator coerulescens</i>	Saltador ajicero
7	Passeriformes	Corvidae	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Chara yucateca
8	Passeriformes	Corvidae	<i>Cyanocorax inca</i>	Chara verde
9	Passeriformes	Fringillidae	<i>Euphonia affinis</i>	Fruterito garganta amarilla
10	Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus gularis</i>	Bolsero común
11	Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus auratus</i>	Bolsero yucateco
12	Passeriformes	Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate
13	Passeriformes	Mimidae	<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle
14	Passeriformes	Picidae	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero
15	Passeriformes	Troglodytidae	<i>Thryothorus ludovicianus</i>	Chivirín de carolina
16	Passeriformes	Troglodytidae	<i>Thryothorus maculipectus</i>	Chivirín moteado
17	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Camptostoma imberbe</i>	Mosquero lampiño
18	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	Luis gregario
19	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	X'takay
20	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano tropical
21	Passeriformes	Vireonidae	<i>Cyclarhis gujanensis</i>	Vireón cejirrufo
22	Passeriformes	Sylviidae	<i>Poliophtila caerulea</i>	Tacuarita azul
23	Psittaciformes	Psittacidae	<i>Aratinga nana</i>	Kili
24	Strigiformes	Strigidae	<i>Glaucidium brasilianum</i>	Tecolote bajoño
25	Trogoniformes	Trogonidae	<i>Trogon melanocephalus</i>	Trogón cabeza negra

REPTILES				
REGISTRO	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
1	Squamata	Corytophanidae	<i>Basiliscus vittatus</i>	Basilisco
2	Squamata	Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana rayada
3	Squamata	Polychridae	<i>Anolis tropidonotus</i>	Anolis pardo
4	Squamata	Teiidae	<i>Ameiva undulata</i>	Ameiva
5	Squamata	Colubridae	<i>Leptophis mexicanus</i>	Culebra perico mexicana
6	Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus chrysostictus</i>	Lagartija espinosa

MAMÍFEROS				
REGISTRO	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
1	Artiodactyla	Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca
2	Carnivora	Procyonidae	<i>Nasua narica</i>	Coatí
3	Carnivora	Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	Mapache
4	Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache
5	Rodentia	Agoutidae	<i>Agouti paca</i>	Paca común
6	Rodentia	Sciuridae	<i>Sciurus yucatanensis</i>	Ardilla gris

De acuerdo con los datos presentados en las tablas anteriores se contó con un registro de 37 especies de fauna silvestre pertenecientes a tres grupos taxonómicos dentro del predio del proyecto, de los cuales, el grupo faunístico mejor representado son las aves con un total de 25 especies; seguido en orden de importancia está el grupo de los reptiles y de los mamíferos representados por 6 especies cada uno. Se determinó la ausencia de anfibios.

A continuación se presentan las especies registradas dentro del predio, que se incluyen dentro de alguna categoría de riesgo de acuerdo con la norma en comento.

ESPECIES EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010				
REGISTRO	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ESTATUS
1	Colubridae	<i>Leptophis mexicanus</i>	Culebra perico mexicana	Amenazada
2	Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana rayada	Amenazada
3	Psittacidae	<i>Aratinga nana</i>	Kili	Protección especial

#### XIV. RESULTADOS ESPERADOS

Con la correcta aplicación del programa que se propone, aunado a que el desmonte será realizado por etapas, lo que permitirá anticipar la presencia de fauna en el sitio, se espera el 100 % de éxito en el rescate de las especies propuestas, en el supuesto de que pudieran verse afectadas con el desarrollo del proyecto; así mismo, con el cumplimiento de las reglas de operación planteadas se espera el 100 % de supervivencia de los ejemplares rescatados; sin embargo, dicho éxito sólo podrá ser alcanzado siempre y

cuando el programa sea aplicado por un especialista en la materia, de tal manera que se tiene contemplada la contratación de dicho personal durante la ejecución del proyecto.

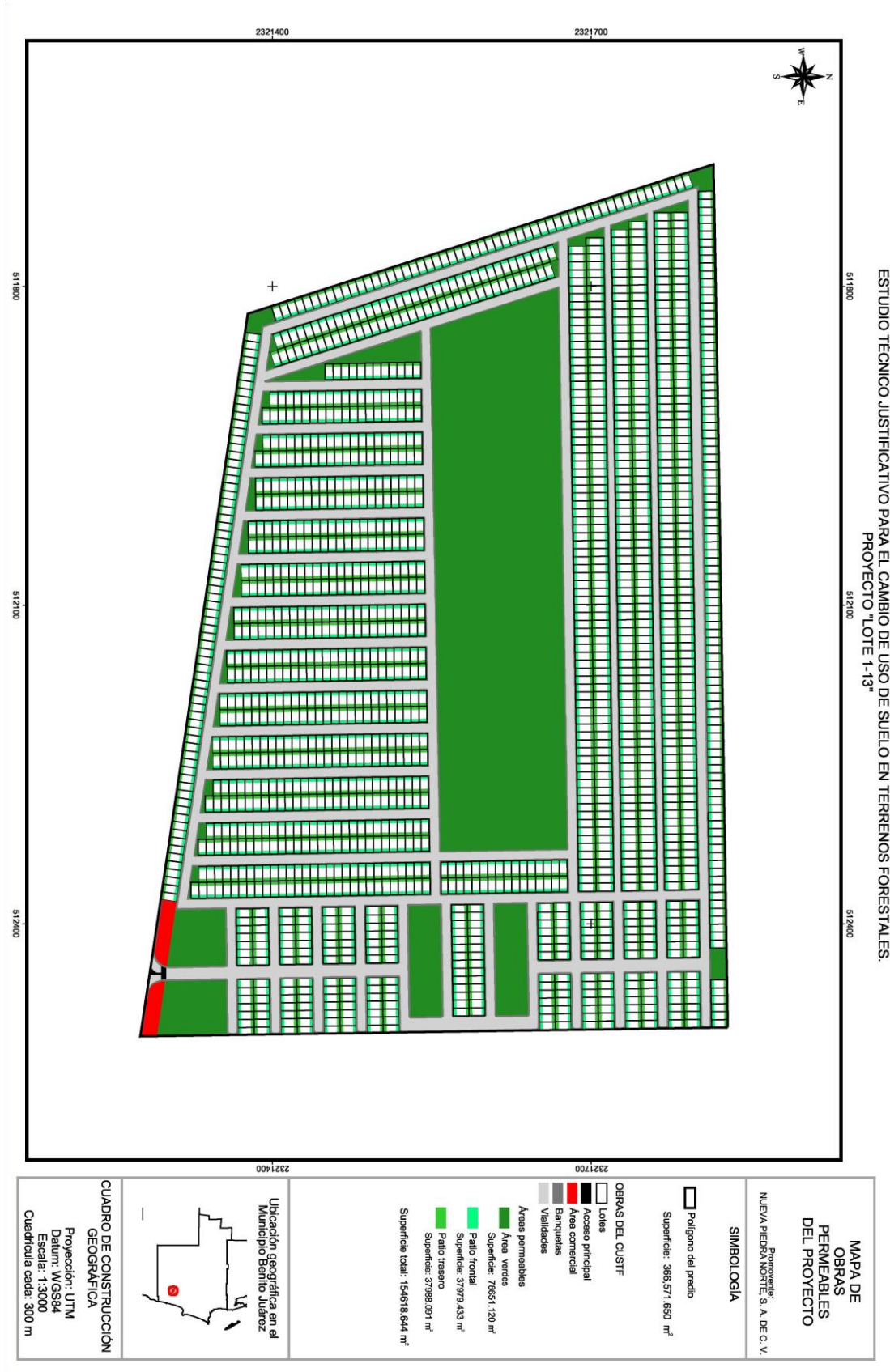
**XV. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES**

El presente programa se pretende ejecutar en un lapso de 4 años que es el lapso considerado para la ejecución del cambio de uso de suelo, iniciando de manera previa a la realización de cualquier obra o actividad proyectada, en apego a los tiempos establecidos para el desarrollo del presente proyecto.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES									
<b>ETAPA DEL RESCATE:</b>	Previo al inicio y durante la ejecución del CUSTF								
ACTIVIDADES	(*)	SEMESTRES							
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Monitoreo de la superficie de aprovechamiento									
Identificación de los ejemplares a rescatar									
Rescate									
Traslado al sitio de liberación									
Monitoreo de los ejemplares liberados									

**XVI. SITIO DE LIBERACIÓN**

Como sitio de reubicación de las plantas que serán rescatadas, se proponen una superficie de 7.87 hectáreas de áreas verdes propuestas para el proyecto (ver plano de la página siguiente).



## PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS

### I. RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL PROGRAMA

Ing. Reynaldo Martínez López

### II. OBJETIVOS DEL PROGRAMA

1. Cumplir con lo requerido por el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez, a través del establecimiento de metodologías y procesos específicos para un adecuado manejo de los residuos que se generen durante el desarrollo del proyecto.
2. Evitar la generación de impactos ambientales relacionados con la producción de residuos durante la ejecución del proyecto.
3. Prevenir y disminuir la generación de residuos, adoptando medidas de separación, reutilización, reciclaje y fomentando la recolección selectiva y otras formas de aprovechamiento.

### III. JUSTIFICACIÓN

El presente programa se constituye como una medida preventiva para los impactos ambientales que generará el proyecto, cuya fuente sean los residuos que se produzcan durante la ejecución del mismo; ya que establece métodos y procesos que permitirán prevenir que dichos impactos se manifiesten, reforzando la viabilidad ambiental del proyecto.

### IV. RESIDUOS Y SU CLASIFICACIÓN

Durante el desarrollo del proyecto, se espera generar diversos residuos principalmente de tipo sólido; sin embargo, también se espera generar cierto tipo de residuos líquidos, y residuos considerados de manejo especial.

De manera general y para fines del presente programa, los residuos que generará el proyecto, se clasificarán en las categorías que se describen a continuación:

**Residuos sólidos urbanos.**- Los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los

productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos, siempre que no sean considerados como residuos de otra índole.

Para fines del presente programa, estos residuos estarán clasificados en dos grupos, a saber:

- » **Residuos orgánicos:** Todo residuo sólido biodegradable, proveniente de la preparación y consumo de alimentos, así como otros residuos sólidos susceptibles de ser utilizados como insumo en la producción de composta.
- » **Residuos inorgánicos:** Todo residuo que no tenga características de ser orgánico y que pueda ser susceptible de reutilización y reciclaje, tales como vidrio, papel, cartón plástico, metales no peligrosos y demás, no considerados como de manejo especial, y que provengan de actividades de limpieza o domiciliarias.

**Residuos líquidos.**- En este rubro se incluyen las aguas residuales que se originarán por el uso de los sanitarios móviles durante la preparación del sitio y construcción del proyecto.

**Residuos de manejo especial.**- Son aquellos generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos, o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos.

Para el presente estudio, estos residuos se clasificaron en 4 grupos, a saber:

- » **Residuos sanitarios:** Son aquellos materiales que se desechan al ser utilizados en la higiene personal, que por sus características limiten su reutilización.
- » **Residuos vegetales.** Estos se producirán a causa del desmonte del terreno, en general estarán integrados por ramas, troncos, raíces, hojas, etc.
- » **Residuos de despalme.** Estarán integrados por la capa de piedras y troncos que serán removidos por el despalme del terreno.

» **Residuos de construcción.** Comúnmente denominados escombros, son cualquier sustancia u objeto que, cumpliendo la definición de “residuo”, se genera en una obra de construcción.

**Emisiones a la atmósfera.** Durante la etapa de preparación del sitio, se prevé la generación de polvo, cuyas partículas más diminutas podrían ser esparcidas por el viento. Así como gases durante el funcionamiento de la maquinaria que se utilizará durante el desmonte y despalme, y gases a la atmósfera durante el funcionamiento de vehículos particulares y públicos durante la operación de las obras.

## V. RESIDUOS QUE SE ESPERA GENERAR EN CADA ETAPA DEL PROYECTO

A continuación se presenta un listado de los posibles residuos que se generarán durante el cambio de uso de suelo:

**Residuos sólidos urbanos.** La permanencia de trabajadores en el área, favorecerá la generación de residuos orgánicos e inorgánicos, tales como residuos de comida y envases diversos, mismos que se enlistan a continuación:

- Restos de alimentos perecederos procesados (orgánicos).
- Restos de frutas, verduras y legumbres (orgánicos).
- Bolsas, vasos, envases y cubiertos desechables de plástico (inorgánicos).

**Residuos líquidos.** En este rubro sólo se incluyen las aguas residuales que se originarán por el uso de los sanitarios móviles.

**Residuos de manejo especial.** En esta etapa se producirán residuos de manejo especial, particularmente durante las actividades de desmonte y despalme, y cualquier otra actividad relacionada con la remoción de vegetación y el movimiento de tierras; los cuales se enlistan a continuación:

- Residuos sanitarios: papel sanitario usado.
- Residuos vegetales: ramas, troncos, raíces y hojas aéreas.
- Residuos de despalme: piedra suelta y restos vegetales en subsuelo.

**Emisiones a la atmósfera.-** Durante la etapa de preparación del sitio, se prevé la generación de polvo, cuyas partículas más diminutas podrían ser esparcidas por el viento. Así como gases durante el funcionamiento de la maquinaria que se utilizará durante el desmonte y despalme.



## VI. PROCESO DE RECOLECCIÓN Y TRASLADO DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

Todo aquel residuo de tipo sólido urbano que se genere durante el desarrollo del proyecto, independientemente de la etapa en la que se encuentre, será recolectado de acuerdo con las siguientes especificaciones técnicas:

1. Identificar y separar los residuos sólidos de acuerdo con su naturaleza, antes de ser retirados del sitio donde fueron originados, de acuerdo con las siguientes categorías:

- ❖ Residuos orgánicos.
- ❖ Residuos inorgánicos.

2. Retirar del sitio los residuos sólidos previamente clasificados, con el uso de recipientes con cierre hermético, para evitar que estos sean dispersados por el viento y otros factores durante su traslado.
3. El traslado de estos residuos deberá realizarse en forma manual o con el uso de herramientas manuales (carretillas). El tiempo de traslado deberá ser el mínimo requerido de acuerdo con las distancias que se tengan desde la fuente generadora hasta el sitio de disposición temporal.
4. Los recipientes que se utilicen para el traslado de los residuos, serán llenados hasta las 3/4 partes de su capacidad, con la finalidad de evitar derrames accidentales por rebosamiento.

## VII. PROCESO DE RECOLECCIÓN Y TRASLADO DE RESIDUOS LÍQUIDOS

Se prevé que los únicos residuos líquidos que generará el proyecto (no de manejo especial ni peligroso), son las aguas residuales en las distintas etapas de desarrollo. En el caso particular de la etapa de cambio de uso del suelo, las aguas residuales serán colectadas dentro de los sanitarios móviles, mediante su uso directo. En cuanto al traslado este correrá a cargo de la empresa arrendadora de los sanitarios móviles, lo cual quedará debidamente establecido en el contrato que celebren las partes interesadas.

## VIII. PROCESO DE RECOLECCIÓN Y TRASLADO DE RESIDUOS DE MANEJO ESPECIAL

En la etapa de preparación del sitio y construcción, los residuos de manejo especial que se generen, serán recolectados en forma manual, o con el uso de trascabos, retroexcavadoras o palas mecánicas, dependiendo de la cantidad y el volumen que se genere. Posteriormente, serán trasladados al sitio de almacenamiento temporal a través de camiones de volteo y camiones de carga de 3 toneladas, para lo cual se tomarán las siguientes precauciones:

1. Los residuos a recolectar deberán estar separados de acuerdo con su naturaleza (rocas, material de relleno sobrante, residuos vegetales, etc.), nunca deberán mezclarse.
2. La maquinaria que se utilice en esta fase del proyecto (vagonetas, retroexcavadoras, tractores, compresores) y todo vehículo que se utilice para transportar estos residuos, debe estar en buen estado de conservación, sin fugas de aceites ni de combustibles, con el sistema de evacuación de gases funcionando adecuadamente, de tal manera que el ruido sea el mínimo; además, deberá contar según corresponda, con los permisos de circulación y la revisión técnica vehicular, lo que deberá ser verificado y controlado por la supervisión del proyecto.
3. Los vehículos destinados para tal fin deberán tener involucrados a su carrocería los contenedores o platoes apropiados, a fin de que la carga depositada en ellos quede contenida en su totalidad, de manera que se evite el derrame, pérdida del material o el escurrimiento de material húmedo durante el transporte. Por lo tanto, el contenedor o platoon debe estar constituido por una estructura continua que en su contorno no contenga roturas, perforaciones, ranuras o espacios. Los contenedores o platoes empleados para este tipo de carga deben estar en perfecto estado de mantenimiento.
4. La carga debe ser acomodada de tal forma que su volumen esté a ras del platoon o contenedor, es decir, a ras de los bordes superiores más bajos del platoon o contenedor. Además, las puertas de descargue de los vehículos que cuenten con ellas, deben permanecer adecuadamente aseguradas y herméticamente cerradas durante el transporte.
5. No se debería modificar el diseño original de los contenedores o platoes de los vehículos para aumentar su capacidad de carga en volumen o en peso, en relación con la capacidad de carga del chasis. Se debe cubrir la carga transportada con el fin de evitar su dispersión o emisiones fugitivas. La cobertura debe ser de material resistente, para evitar que se rompa o se rasgue y debe estar sujeta firmemente a las paredes exteriores del contenedor o platoon de manera que caiga sobre este por lo menos 30 cm a partir del borde superior del contenedor o platoon. Los vehículos

mezcladores de concreto y otros elementos que tengan alto contenido de humedad deben tener los dispositivos de seguridad necesarios para evitar el derrame del material de mezcla durante el transporte.

6. Si, además de cumplir con todas las medidas a que se refieren los párrafos anteriores, hay escape, pérdida o derrame de algún material o elemento de los vehículos en áreas de espacio público, este debe ser recogido inmediatamente por el transportador, para lo cual es necesario que cuente con el equipo necesario.
7. El contenedor o platón debe estar en buen estado de mantenimiento, para que no haya lugar a derrames, pérdida o escurrimiento de material húmedo durante el transporte. Las compuertas de descargue tienen que estar herméticamente cerradas durante el transporte.
8. Las salidas de los vehículos de transporte del sitio de las obras y del sitio de disposición final, así como las calles aledañas, deben rotularse con “SALIDA DE EQUIPO PESADO”.
9. Es de gran importancia que se definan con anterioridad las rutas por utilizar para el desplazamiento del material en los camiones transportadores, así como las horas de menor tránsito, ya que normalmente, estos camiones, por ir cargados de escombros, deben desplazarse a velocidades mínimas, lo que puede causar impactos en el tránsito vehicular.

## **IX. ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS**

Todos los días se realizarán labores de limpieza dentro de la zona de aprovechamiento con la finalidad de mantenerla en óptimas condiciones de higiene; se consumirán alimentos y bebidas; y se realizarán trabajos diversos en determinados períodos o cuando así se requiera; aunque de manera general, en las distintas etapas del proyecto, se producirán residuos sólidos urbanos. De esta manera, para tener un adecuado manejo de dichos residuos, se instalarán contenedores de basura para cada tipo de residuos que se generen, los cuales estarán ubicados estratégicamente con la finalidad de que los trabajadores encargados de ejecutar el proyecto, puedan usar dichos contenedores, promoviendo así la separación de la basura para un posible reciclaje de la misma.

La basura quedará contenida en bolsas colocadas al interior de cada contenedor para facilitar su manejo. En la siguiente imagen se muestran algunos ejemplos de estos contenedores que se pretende utilizar, los cuales tendrán la característica de ser herméticos al cerrarse, para evitar la proliferación de fauna nociva.



Los residuos sólidos urbanos quedarán acopiados en los almacenes temporales que se instalarán dentro de los campamentos en las etapas de preparación del sitio y construcción; en el caso de la etapa operativa, serán acopiados temporalmente dentro del almacén de residuos sólidos con el que cuenta el aeropuerto internacional de Cancún.

#### **X. ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE RESIDUOS DE MANEJO ESPECIAL**

A medida que se vayan generando, se debe disminuir al máximo el tiempo que estos permanecen dentro del área del proyecto.

Se busca que el almacenamiento del material no exceda de 36 horas después de la finalización de la obra o actividad. Los sitios, instalaciones, construcciones y fuentes de material deben contar, dentro de los límites del inmueble privado, con áreas o patios donde se efectúe el cargue, descargue y almacenamiento de este tipo de materiales y elementos, así como con sistemas de lavado para las llantas de los vehículos de carga, de tal manera que no arrastren material fuera de esos límites, con el fin de evitar el daño al espacio público. Se deben definir áreas específicas y correctamente demarcadas, señalizadas y optimizadas al máximo en cuanto a su uso, con el fin de reducir las áreas afectadas. Se debe evitar la excesiva acumulación de estos.

Cuando se trata de zonas con distancias y tramos muy largos, como en el caso de instalación de ductos y tuberías, los materiales se deben disponer a lo largo de la obra en la medida en que se vayan requiriendo y evitar la acumulación de dichos materiales por largos periodos. En los sitios seleccionados como lugares de almacenamiento temporal, tanto para obras públicas como privadas, no deben presentarse dispersiones o emisiones al aire de materiales; no deben mezclarse los materiales a que se hace

referencia con otro tipo de residuos sólidos, líquidos o gaseosos; y cuando los materiales almacenados son susceptibles de producir emisiones atmosféricas, ya sean o no fugitivas, deben cubrirse en su totalidad o almacenarse en recintos cerrados.

## **XI. DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS**

Desde el almacén temporal serán trasladados al relleno sanitario de la Ciudad de Cancún, o en su caso, donde la autoridad municipal lo determine.

## **XII. DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS LÍQUIDOS**

El manejo y disposición final de los residuos líquidos que se generen en los sanitarios móviles, correrá a cargo de la empresa arrendadora, lo cual quedará debidamente establecido en el contrato que se celebre entre las partes interesadas.

## **XIII. DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS DE MANEJO ESPECIAL**

Los residuos de desmonte serán triturados y se utilizarán para la generación de composta para el enriquecimiento de las áreas verdes del proyecto.

Los residuos de despalle, principalmente la tierra vegetal (sustrato con materia orgánica), serán acopiados temporalmente dentro del vivero provisional, para ser utilizado en las labores de rescate y reubicación de la flora silvestre.

## **XIV. DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS PELIGROSOS**

Los residuos peligrosos generados serán entregados a empresas privadas que cuenten con los permisos correspondientes, quienes se encargarán de su retiro del predio y posterior disposición final.

## **XV. ACCIONES TENDIENTES A LA MINIMIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS**

En los siguientes numerales se indican las acciones que se tomarán para minimizar la generación de residuos sólidos urbanos durante el desarrollo del proyecto:

1. Los alimentos serán consumidos fuera de las zonas que se mantendrán con vegetación natural.

2. Al finalizar el horario de comida, todos los residuos generados serán separados y clasificados para su almacenamiento temporal en contenedores específicos.
3. Se evitará la compra de bebidas embotelladas cuyo contenido sea menor a 2 litros.
4. Se evitará el consumo de comida “chatarra” como frituras, botanas, galletas, etc.
  - 4.1. Se promoverá el uso de embaces o recipientes que sean susceptibles de reutilizarse, con la finalidad de evitar la compra de recipientes desechables.
  - 4.2. Los alimentos serán trasladados al área de comida a través de bolsas reutilizables, evitando en todo momento el uso de bolsas desechables.
  - 4.3. Se evitará en todo momento el uso de vasos, platos o cubiertos desechables.
  - 4.4. El agua para beber será proporcionada a través de garrafones de 20 litros, y servida en vasos de plástico o vidrio reutilizables, con la finalidad de evitar la compra de agua embotellada en presentaciones menores.

## **XVI. ACCIONES TENDIENTES A LA MINIMIZACIÓN DE RESIDUOS LÍQUIDOS**

Es importante aclarar en este punto que las aguas residuales que se espera generar provienen de las necesidades fisiológicas de los trabajadores, por lo que no es posible controlar el volumen que se espera generar.

## **XVII. ACCIONES TENDIENTES A LA MINIMIZACIÓN DE RESIDUOS DE MANEJO ESPECIAL**

- Disponer de los equipos y herramientas adecuadas para cada trabajo o actividad, pues esto disminuye la producción de residuos.
- Utilizar material normalizado y en las dimensiones ajustadas a las líneas arquitectónicas, ya que se reduce la producción de retazos o retales.
- Organizar adecuadamente los sitios de trabajo en relación con sus condiciones físicas: acceso, iluminación y ventilación, para de esta forma evitar accidentes e impedir la generación de desperdicios.
- Ubicar los materiales al alcance del trabajador, para mejorar el rendimiento de la labor y disminuir pérdidas de material por accidente o error.

- Organizar el suministro de materiales, preferiblemente de forma mecanizada, para abastecer eficientemente todos los puestos de trabajo, mediante caminos expeditos y ventilados que eviten pérdidas de material y producción de desperdicios.
- Dotar a los trabajadores de elementos adecuados para el manejo de los materiales, con el fin de que no se produzcan pérdidas en su manipulación.
- Descargar de forma ordenada y apilar los materiales y elementos correctamente.
- Coordinar los suministros y transportes con el ritmo de ejecución de la obra. No mantener niveles de “stock” muy altos en la obra, ya que con el tiempo producirán material inservible o desechable.

### XVIII. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

A continuación se presenta una propuesta de trabajo que abarca un período de 7 días (una semana), el cual será replicado durante todo el proceso de cambio de uso del suelo.

ACTIVIDADES	DÍAS (SEMANAL)						
	1	2	3	4	5	6	7
Limpieza del sitio	X	X	X	X	X	X	X
Recolección de residuos	X	X	X	X	X	X	X
Almacenamiento temporal de residuos		X	X		X	X	
Supervisión de las áreas de trabajo	X		X		X		X
Disposición final de residuos*	X			X			X

## 11. SERVICIOS AMBIENTALES QUE PUDIERAN PONERSE EN RIESGO POR EL CAMBIO DE USO DEL SUELO PROPUESTO

Los servicios ambientales son 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;

Este apartado tiene el propósito de realizar una descripción y análisis de los impactos que ocasionará el cambio de uso de suelo propuesto en correlación con cada uno de los servicios ambientales que proporciona el ecosistema donde se ubicada el área sujeta a cambio de uso de suelo.

En principio se presenta una descripción detallada de los servicios ambientales y luego un análisis de su importancia en el contexto del sistema ambiental o área de influencia del proyecto. Posteriormente se analizará, explicará y justificará porque se considera que no se pone en riesgo cada uno de los servicios ambientales, y finalmente se definirá si el grado de afectación es a nivel del área de influencia del proyecto o de la microcuenca.

### 11.1. CAPTURA DE CARBONO

El ciclo de carbono en la vegetación comienza con la fijación del CO<sub>2</sub> por medio de los procesos de fotosíntesis, realizada por las plantas y ciertos microorganismos. En este proceso, catalizado por la energía solar, el CO<sub>2</sub> y el agua reaccionan para formar carbohidratos y liberar oxígeno a la atmósfera. Parte de los carbohidratos se consumen directamente para suministrar energía a la planta, y el CO<sub>2</sub> liberado como producto de este proceso lo hace a través de las hojas, ramas, fuste o raíces. Otra parte de los carbohidratos son consumidos por los animales, que también respiran y liberan CO<sub>2</sub>. Las plantas y los animales mueren y son finalmente descompuestos por macro y microorganismos, lo que da como resultado que el carbono de sus tejidos se oxide en CO<sub>2</sub> y regrese a la atmósfera (Schimel 1995 y Smith et al.1993). La fijación de carbono por bacterias y animales contribuye también a disminuir la cantidad de bióxido de carbono, aunque cuantitativamente es menos importante que la fijación de carbono en las plantas.

Para estimar la cantidad de Carbono almacenado en la vegetación que se desarrolla en la superficie de cambio de uso de suelo, se utilizó la expresión matemática propuesta por



Ricardo O, Russo (2009)<sup>12</sup>, según la cual a partir del volumen se determina el contenido de carbono, quedando de la siguiente manera:

$$\text{Cantidad de C} = \text{Vol.} \times 0,5 \times 0,5$$

Para el cálculo, primero se determinó el área basal de cada uno de los árboles con DAP (área del tronco a 1,30 m de altura) que fueron registrados durante el inventario forestal a nivel de los estrato arbóreo y arbustivo, considerando que el área basal (AB) es la sumatoria de las áreas transversales de todos los árboles con un diámetro normal existentes en una hectárea (y se expresa en m<sup>2</sup>/ha).

Luego se determina su altura total. El producto del AB multiplicado por la altura y por un coeficiente de forma (relación entre el volumen real y el volumen aparente de un árbol) es el volumen total árbol.

Luego, a partir del volumen se determina el contenido de carbono, que es el producto del volumen multiplicado por el contenido de materia seca (%MS, para este estudio se consideró 50%) y por el contenido de Carbono (C) en la MS (%C= 50% aceptado por el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático, IPCC por sus siglas en inglés),

A esta cantidad de C se le aplica el Factor de Extensión de la Biomasa (FEB) igual a 1,6 considerando un 60% adicional contenido en ramas y follaje (en la literatura este factor se menciona con rango entre el 60% y el 90%); al final el resultado obtenido se multiplica por la superficie de cambio de uso de suelo.

El Factor de Expansión de la Biomasa (FEB) es un coeficiente que permite añadir la biomasa de los fustes, obtenida a partir del volumen inventariado en campo, la biomasa correspondiente a las ramas, hojas y raíces. Es decir, los FEB expanden el peso seco del volumen calculado de existencias para incluir los componentes no maderables del árbol o el bosque. Antes de aplicar dichos FEB, el volumen maderable (m<sup>3</sup>) debe convertirse a peso en seco (ton), multiplicando por un factor de conversión conocido como densidad básica de la madera (D) en (t/m<sup>3</sup>). Los BEF no tienen dimensión, dado que convierten entre unidades de peso.

En sentido de lo anterior tenemos lo siguiente:

- Vol. T. A. (10.65 m<sup>3</sup>/ha estrato arbóreo + 4.01 m<sup>3</sup>/ha estrato arbustivo)= 14.66 m<sup>3</sup>/ha
- Contenido de materia seca (50%): 0.5 ton/ha

<sup>12</sup> <http://es.scribd.com/doc/29369907/Guia-Practica-de-Medicion-de-Carbono-en-la-Biomasa-Forestal>

- Contenido de carbono (50%): 0.5 ton/ha
- Coeficiente de expansión: 1.6 ton/ha

$$C = \text{Vol.} \times 0,5 \times 0,5$$

$$C = (14.66 \text{ m}^3/\text{ha}) (0.5 \text{ ton}/\text{m}^3) (0.5 \text{ ton}/\text{m}^3)$$

$$C = 3.67 \text{ ton}/\text{ha}$$

$$C = (3.67 \text{ ton}/\text{ha}) (\text{FEB} = 1.6 \text{ ton}/\text{ha})$$

$$C = 5.86 \text{ ton}/\text{ha}$$

$$C = (5.86 \text{ ton}/\text{ha}) (\text{Superficie de CUSTF} = 36.657 \text{ ha})$$

$$C = 214.96 \text{ ton}/\text{ha}$$

Por otra parte, si consideramos que la Unidad de Gestión Ambiental Número 21 “Zona urbana de Cancún”, en la que se inserta el predio del proyecto, presenta una superficie de 19,748.11 hectáreas con cobertura vegetal, de las cuales 693 hectáreas son de Selva baja subcaducifolia, de acuerdo con las fichas técnicas contenidas en el POEL-BJ vigente; entonces podemos inferir que en dicha superficie la captura de carbono es de 4,060.98 ton/ha, de acuerdo con la aplicación de la fórmula antes descrita, como se indica a continuación

$$C = \text{Vol.} \times 0,5 \times 0,5$$

$$C = (14.66 \text{ m}^3/\text{ha}) (0.5 \text{ ton}/\text{m}^3) (0.5 \text{ ton}/\text{m}^3)$$

$$C = 3.67 \text{ ton}/\text{ha}$$

$$C = (3.67 \text{ ton}/\text{ha}) (\text{FEB} = 1.6 \text{ ton}/\text{ha})$$

$$C = 5.86 \text{ ton}/\text{ha}$$

$$C = (5.86 \text{ ton}/\text{ha}) (693 \text{ ha}) (\text{Superficie de la UGA 21 con Selva baja subcaducifolia})$$

$$C = 4,060.98 \text{ ton}/\text{ha}$$

Entonces si comparamos la captura de carbono que provee la superficie de cambio de uso de suelo, con la cantidad de carbono que captura la cobertura vegetal de Selva baja subcaducifolia dentro de la UGA 21 del POEL-BJ, obtenemos que la pérdida anual de captura de carbono al eliminar la vegetación por la implementación del proyecto, sólo representa el 5.29% ( $214.96 \times 100 / 4,060.98$ ), de la captura total estimada para la UGA 21; por lo tanto, se puede asumir categóricamente que el cambio de uso de suelo propuesto, no pone en riesgo el servicio ambiental a nivel de la Cuenca, Subcuenca y Microcuenca; de igual forma, podemos concluir que la cobertura vegetal que subsiste en dichas regiones, es más importante que aquella que se desarrolla en el predio del proyecto, en lo que a captura de carbono se refiere; de tal modo que se puede afirmar categóricamente que la afectación ocurrirá a nivel puntual.

## 11.2. PROVISIÓN DE AGUA EN CANTIDAD

Para poder determinar que no se pone en riesgo el servicio ambiental hidrológico relacionado con la provisión de agua en cantidad, a continuación se presenta un análisis comparativo entre la cantidad de agua que es captada en la superficie de cambio de uso de suelo, y aquella que puede ser captada en la microcuenca.

### 11.2.1. Cantidad de agua captada en la superficie de cambio de uso de suelo

La captura de agua o desempeño hidráulico, es el servicio ambiental que producen las áreas arboladas al impedir el rápido escurrimiento del agua de lluvia precipitada, proporcionando la infiltración de agua que alimenta los mantos acuíferos y la prolongación del ciclo del agua. El agua infiltrada o percolada, corresponde a la cantidad de agua que en realidad está capturando el bosque y que representa la oferta de agua producida por este (Torres y Guevara, 2002).

El potencial de infiltración de agua de un área arbolada, depende de un gran número de factores como: la cantidad y distribución de la precipitación, el tipo de suelo, las características del mantillo, el tipo de vegetación y geomorfología del área, entre otros. Esto indica que la estimación de captura de agua debe realizarse por áreas específicas y con información muy fina sobre la mayor parte de las variables arriba señaladas (Torres y Guevara, 2002).

La estimación de volúmenes de infiltración de agua en áreas forestales que a continuación se presenta, se desarrolló siguiendo el modelo de escurrimiento general a través de la estimación de coeficientes de escurrimiento (IMTA, 1999). El modelo asume que el coeficiente de escurrimiento ( $C_e$ ) se puede estimar como sigue:

$$C_e = K (P-500) / 200 \text{ cuando } K \text{ es igual o menor a } 0.15; \text{ y}$$
$$C_e = K (P-250) / 2000 + (K-0.15) / 1.5 \text{ cuando } K \text{ es mayor que } 0.15$$

$K$  es un factor que depende de la cobertura arbolada y del tipo de suelo, lo cual puede apreciarse en el cuadro 9 que se presenta en la página siguiente.

CUADRO 9. VALORES DE K PARA DIFERENTES TIPOS DE SUELO Y DIFERENTES COBERTURAS ARBOLADAS.

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	0.30

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, arcillas).

FUENTE: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua 1999.

Para la estimación de volúmenes de infiltración de agua en la superficie de cambio de uso de suelo sin el proyecto, se tomó como base la información del inventario forestal y el valor promedio de precipitación anual para la zona donde se ubica. También se consideró el supuesto del modelo que refiere que bosques con volúmenes superiores a 190 m<sup>3</sup>/ha son bosques con más del 75% de cobertura; los que se encuentran entre 100-190 m<sup>3</sup>/ha son bosques con 50-75% de cobertura; los que varían entre 35-100 m<sup>3</sup>/ha son bosques con 25-50% de cobertura y finalmente los que presentan volúmenes menores a 35 m<sup>3</sup>/ha son bosques con menos del 25% de cobertura. Así mismo, considerando que el predio se ubica dentro de una zona con posibilidades altas de funcionar como acuífero (según la carta de hidrología subterránea del INEGI), entonces asumimos que los suelos son tipo A (suelos permeables).

Considerando lo señalado anteriormente, tenemos que el valor de **P** (precipitación media anual) para la zona donde se ubica el predio es de 1,000 mm y el valor de **K** es de 0.07, considerando que la superficie de CUSTF se ubica en una zona donde los suelos son de tipo A; y dado que el volumen de su masa forestal es de 14.66 m<sup>3</sup>/ha (cobertura de menos del 25%), como se indica en el siguiente cuadro.

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	0.30

Sustituyendo los valores en la fórmula, obtenemos lo siguiente:

$$C_e = K (P-250) / 2000 + (K-0.15) / 1.5 \text{ (ya que el valor de K es mayor a 0.15)}$$

$$C_e = (0.22) (1,000 - 250) / 2000 + (0.22-0.15) / 1.5$$

$$C_e = (0.22) (750 / 2000) + (0.07 / 1.5)$$

$$C_e = (0.22) (0.375 + 0.046)$$

$$C_e = (0.22) (0.421)$$

$$C_e = (0.093)$$

Entonces tenemos que el coeficiente de escurrimiento (**C<sub>e</sub>**) en la superficie de cambio de uso de suelo, con cobertura vegetal de menos del 25%, es decir, sin el proyecto, es de 0.093.

Luego entonces, para calcular el escurrimiento medio anual, es necesario conocer el valor de la precipitación media, el área de drenaje y su coeficiente de escurrimiento. La fórmula a utilizar es la siguiente:

$$V_e = P * A_t * C_e$$

Donde:

V<sub>e</sub> = Volumen medio anual de escurrimiento (m<sup>3</sup>)

A = Área total sujeta a cambio de uso de suelo (m<sup>2</sup>)

C = Coeficiente de escurrimiento anual

P = Precipitación media anual (m<sup>3</sup>)

De acuerdo con los sistemas de conversión, 1 mm equivale a 1 litro de agua por cada metro cuadrado, es decir, si se vierte 1 litro de agua en un metro cuadrado, la altura que alcanza es de 1 mm. Entonces tenemos que 1000 mm de precipitación media anual, equivalen a 1,000 litros de agua por metro cuadrado. Así mismo, tenemos que 1000 litros de agua equivalen a 1 m<sup>3</sup>, por lo tanto, tenemos que 1,000 mm de precipitación media anual de la zona en donde se ubica el predio equivalen a 1 m<sup>3</sup> de agua.

Sustituyendo los valores a partir de la ecuación antes citada, resultó lo siguiente:

$$V_e = P * A_t * C_e$$

$$V_e = 1 \text{ m}^3 * 366,571.65 \text{ m}^2 * 0.093$$

$$V_e = 33,951.87 \text{ m}^3/\text{m}^2$$

Por otra parte, el volumen de infiltración puede estimarse con la siguiente ecuación (Aparicio, 2006):

$$I = P - Ve$$

Donde:

**I:** Volumen estimado de infiltración en el área de interés (m<sup>3</sup>)

**P:** Precipitación media anual (m<sup>3</sup>) \* superficie de cambio de uso de suelo (m<sup>2</sup>)

**E:** Volumen estimado de escurrimiento en el área de interés (m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>)

Sustituyendo los valores en la ecuación, obtenemos lo siguiente:

$$I = P - Ve$$

$$I = (1 \text{ m}^3) (366,571.65 \text{ m}^2) - 33,951.87 \text{ m}^3/\text{m}^2$$

$$I = 366,571.65 \text{ m}^3/\text{m}^2 - 33,951.87 \text{ m}^3/\text{m}^2$$

$$I = 332,619.78 \text{ m}^3/\text{m}^2$$

Considerando los cálculos realizados en los apartados anteriores, podemos concluir que actualmente en la superficie de cambio de uso de suelo se capta un volumen de 332,619.78 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>, y se pierden 33,951.87 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> anuales por escurrimiento.

### 11.2.2. Cantidad de agua captada en la microcuenca

Para calcular la cantidad de agua que puede ser captada en la microcuenca, la cual posee una precipitación media anual de 1,000 mm en promedio, se consideró la superficie de la UGA 21 "Zona urbana de Cancún" del POEL de Benito Juárez (modificación 2014), en la que se ubica el predio del proyecto, la cual posee una superficie total de 19,748.11 hectáreas con cobertura vegetal de acuerdo con la ficha técnica de dicha UGA, las cuales actúan en la captación de agua pluvial en el sistema; por lo tanto se trata de un sistema con 56.52% de cobertura vegetal, pues la superficie total de la UGA es de 34,937.17 hectáreas. En ese sentido el valor de **K** es de 0.12, considerando que el predio testigo se ubica en una zona donde los suelos son permeables (según la carta de hidrología subterránea del INEGI).

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	0.30

Sustituyendo los valores en la fórmula, obtenemos lo siguiente:

$$Ce = K (P-500) / 200 \text{ (ya que el valor de K es menor a 0.15)}$$

$$Ce = (0.12) (1,000 - 500) / 200$$

$$Ce = (0.12) (500 / 200)$$

$$Ce = 0.12 / 2.5$$

$$Ce = 0.048$$

Entonces tenemos que el coeficiente de escurrimiento (**Ce**) en la unidad de análisis de la microcuenca (UGA 21 del POEL-BJ) es de 0.048.

Una vez calculado el coeficiente de escurrimiento, se procede a estimar el volumen de escurrimiento y el volumen de infiltración, anuales, conforme a lo siguiente

Volumen de escurrimiento anual:

$$Ve = P * At \text{ (superficie de la unidad de análisis con cobertura vegetal)} * Ce$$

$$Ve = P * At * Ce$$

$$Ve = 1 \text{ m}^3 * 349'371,700 \text{ m}^2 * 0.048$$

$$Ve = 16'769,841.6 \text{ m}^3/\text{m}^2$$

Volumen de infiltración anual:  $I = P - Ve$

$$I = P - Ve$$

$$I = (1 \text{ m}^3) (349'371,700 \text{ m}^2) - 16'769,841.6 \text{ m}^3/\text{m}^2$$

$$I = 349'371,700 \text{ m}^3/\text{m}^2 - 16'769,841.6 \text{ m}^3/\text{m}^2$$

$$I = 332'601,858.4 \text{ m}^3/\text{m}^2$$

Considerando los cálculos realizados en los apartados anteriores, podemos concluir que actualmente en la superficie de la unidad de análisis a nivel de la microcuenca (UGA 21

del POEL-BJ), se capta un volumen de 332'601,858.4 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> anuales, y se pierden 16'769,841.6 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> anuales por escurrimiento.

### 11.2.3. Conclusiones

Considerando el volumen de captación de agua que ocurre en la superficie de CUSTF (332,619.78 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> anuales), en comparación con el volumen de captación de agua estimado para la unidad de análisis de la microcuenca (332'601,858.4 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>), podemos concluir que la captación de agua en cantidad no se verá comprometida con el cambio de uso de suelo propuesto, toda vez que sólo se estaría perdiendo el 0.10% de la captación total que ocurre en la unidad de análisis. Y si a esto le sumamos que el predio del proyecto conservará el 40% de su superficie como área permeable, entonces podemos asegurar categóricamente que la captación de agua en cantidad que acontece en la microcuenca, e incluso a nivel del predio, no se verá comprometida con el cambio de uso de suelo propuesto; de igual forma, podemos concluir que la captación de agua en cantidad, es más importante a nivel de la microcuenca, que aquella que ocurre a nivel de la superficie de CUSTF, considerando el volumen de agua que es captada en ambos sistemas.

### 11.3. PROVISIÓN DE AGUA EN CALIDAD

Para no comprometer la calidad del acuífero subterráneo, y por lo tanto, evitar que se comprometa la captación de agua en calidad, el proyecto tiene contemplado llevar a cabo una serie de acciones que permitirán prevenir y en su caso, evitar la contaminación del acuífero, las cuales se describen a continuación:

- **Medida 1.** Se contará con un equipo de respuesta rápida ante un derrame accidental de hidrocarburos por uso de maquinaria; con la finalidad de prevenir la contaminación del acuífero derivado de sustancias potencialmente contaminantes.
- **Medida 2.** Se instalarán sanitarios portátiles tipo "Sanirent" durante el cambio de uso del suelo, a razón de 1 por cada 25 trabajadores, con lo cual se evitará la micción y defecación al aire libre, y en consecuencia se estará evitando la contaminación del acuífero por el vertimiento de aguas residuales directamente al suelo sin previo tratamiento. Cabe mencionar que las aguas residuales que se generen en los sanitarios, serán retirados del predio por la empresa prestadora del servicio, con lo que se garantiza que existirá un correcto manejo, retiro y disposición final de dichos residuos.



- **Medida 3.** Se instalarán contenedores herméticamente cerrados para el almacenamiento temporal de residuos sólidos urbanos, con la finalidad de llevar un estricto control sobre dichos residuos en la obra, evitando de esta manera que se generen lixiviados que pudieran derramarse al suelo y por ende, penetrar el subsuelo y contaminar el acuífero.

Con las medidas antes descritas, sumadas a las descritas en el capítulo 10, se puede concluir que el proyecto no será una fuente generadora de agentes potencialmente contaminantes para el acuífero; por lo que se puede concluir que el cambio de uso de suelo propuesto, no pone en riesgo la prestación del servicio ambiental de captación de agua en calidad.

#### 11.4. GENERACIÓN DE OXÍGENO

La fotosíntesis en las plantas, a partir del dióxido de carbono y el agua, y usando energía, produce sustancia orgánica y oxígeno.

dióxido de carbono + agua + energía = sustancia orgánica y oxígeno

Inversamente, la respiración en las plantas usa la sustancia orgánica y el oxígeno para producir dióxido de carbono, agua y energía.

sustancia orgánica + oxígeno = dióxido de carbono + agua + energía

Durante el día, la fotosíntesis es más intensa que la respiración. Por eso, las plantas producen más oxígeno que el que consumen y toman del aire más dióxido de carbono que el que producen. El oxígeno producido es utilizado por los animales para respirar. Estos devuelven dióxido de carbono, que es reciclado nuevamente por las plantas. Durante la noche, como no hay luz solar, no hay fotosíntesis y las plantas sólo respiran (FAO).

Se estima que un kilómetro cuadrado de bosque genera mil toneladas de oxígeno al año, sin embargo, no se sabe con exactitud cuánto oxígeno genera una planta durante la fotosíntesis, ni cuanto oxígeno necesita durante la respiración, ya que ello depende de los procesos fisiológicos de cada especie, así como la disponibilidad de los elementos necesarios para dichos procesos. En ese sentido, sólo podemos hablar de una reducción en el servicio ambiental a nivel de superficie, por lo tanto, considerando que en la UGA 21 del POEL-BJ), aún se conservarían 34,937.17 hectáreas con cobertura vegetal que seguirán prestando dicho servicio, entonces se puede concluir categóricamente que el servicio ambiental por generación de oxígeno, no se pondrá en riesgo con el cambio de

uso de suelo propuesto a nivel de la Cuenca, Subcuenca y microcuenca, ni mucho menos a nivel del predio, pues la superficie de cobertura vegetal que se perdería a nivel del predio, representa sólo el 0.10% de la superficie que aún continuaría prestando el servicio ambiental en comento.

### 11.5. AMORTIGUAMIENTO DE IMPACTO DE LOS FENÓMENOS NATURALES

Como se mencionó en el capítulo 5 del presente estudio, los fenómenos naturales más recurrentes en la zona donde se ubica el predio del proyecto, son los huracanes, tormentas tropicales y Nortes, los cuales acarrearán fuertes cantidades de lluvia y se acompañan de vientos intensos; tal es el caso del huracán Wilma que tuvo incidencia en el año 2005 con una fuerza de sus vientos sostenidos que registraron velocidades por encima de los 240 km/h y rachas de hasta 280 km/h y una velocidad de desplazamiento de entre 3 y 5 km/h, con registros de estacionalidad.

La primera impresión que se tiene sobre los efectos de un fenómeno meteorológico de la magnitud de Wilma es de devastación. Al sufrir su embate la vegetación experimenta derribo de árboles arrancados de raíz o por fractura del tronco a distintos niveles, caída de ramas y defoliación total, como lo observaron Sánchez y Herrera (1990) y Sánchez e Islebe (1999) con el paso del huracán Gilberto en 1988 y por lo dicho en este trabajo.

Sin embargo, pasado un tiempo, todo lo que aún queda en pie y aún lo derribado inicia un proceso de recuperación. En este proceso y atendiendo a la fenología de las especies, la recuperación foliar es de lo primero en iniciarse ya que de ello depende la sobrevivencia y funcionalidad de la especie en su interacción con el ambiente<sup>13</sup>.

Es un hecho que la eliminación de la cobertura vegetal en una Selva mediana subperennifolia, reduce la capacidad de la vegetación para actuar como una barrera ante la incidencia de un fenómeno natural como los huracanes y tormentas tropicales; sin embargo, resulta relevante señalar que actualmente existe una superficie de 34,937.17 hectáreas con cobertura vegetal en la unidad de análisis de la microcuenca (UGA 21 del POEL-BJ), la cual podrá continuar prestando este servicio ambiental; entonces la prestación del servicio ambiental de la cobertura vegetal como barrera protectora, queda en segundo término para el proyecto en particular.

<sup>13</sup> Odilón Sánchez Sánchez, Lilia del C. Mendizábal Hernández, Sophie Calmé Recuperación foliar en un acahual después del paso del huracán Wilma por la reserva ecológica el Eden, Quintana Roo Foresta Veracruzana, Vol. 8, Núm. 1, 2006, PP. 37-42, Recursos Genéticos Forestales México.

## 11.6. MODULACIÓN O REGULACIÓN CLIMÁTICA

La pérdida de bosques y selvas en México es una de las fuentes más importantes de emisiones de CO<sub>2</sub>, principal gas de efecto invernadero (GEI) que genera el cambio climático. Es decir, deforestación es igual a cambio climático.

México se encuentra entre los 20 países que más contribuyen al cambio climático y uno de los motivos es la pérdida de los ecosistemas forestales. La deforestación implica pérdida de riqueza biológica, desabasto de agua y acelera el cambio climático, ya que al remover la cobertura vegetal se libera el bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) almacenado. Se estima que el 20 por ciento de las emisiones de GEI a nivel mundial provienen de la pérdida de los ecosistemas forestales, los cuales desaparecen a un ritmo de 13 millones de hectáreas cada año. De esas 13 millones, por lo menos 500 mil corresponden a México.

Los bosques almacenan, sólo en su cobertura vegetal, 300 mil millones de toneladas de bióxido de carbono, lo que equivale a casi 40 veces las emisiones anuales de este gas producidas por la quema de combustibles fósiles, como el carbón y el petróleo. Cuando un bosque es destruido, el carbono almacenado se libera a la atmósfera mediante la descomposición o la combustión de los residuos vegetales<sup>14</sup>.

La presencia de las plantas en cualquier región del mundo es clave para el ciclo hidrológico en aspectos como almacenamiento de agua, liberación durante la evapotranspiración y condensación del punto de rocío, así como en el balance de radiación y energético y en la dinámica de los vientos. Todos estos elementos en interacción contribuyen al clima de una región. Sin embargo, este complicado y frágil esquema que se da en la naturaleza ha sido afectado por el hombre al modificar el uso de suelo por el desarrollo de grandes ciudades (Irma Rosas P., *et al*)<sup>15</sup>.

Algunos climatólogos urbanos apuntan que el origen del problema del cambio climático, está asociado con la desintegración del complejo suelo-planta-atmósfera, lo que determina el movimiento del agua en sus dos fases: líquida y gaseosa. El agua al llegar al suelo se moverá tanto vertical como horizontalmente, de acuerdo con las características fisicoquímicas del mismo; verticalmente alcanzará la zona enraizada con lo cual proveerá a las plantas no sólo con agua sino también con nutrientes, y continuará su curso hasta encontrar el nivel freático, con lo que se compensará al manto acuífero

<sup>14</sup><http://www.greenpeace.org/mexico/es/Campanas/Bosques/Que-relacion-tienen-los-bosques-y-el-cambio-climatico/>

<sup>15</sup> <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/508/percepcion.pdf>

de la extracción que realiza el hombre. Tal balance es muy importante para este tan demandado recurso no renovable (Irma Rosas P., *et al*).

Una vez que el agua y los nutrimentos entren al vegetal, los vasos de conducción se encargarán de llevarlos a las estructuras aéreas, en contra de un gradiente de presión regulado por el cierre y la apertura de estomas. El vegetal conservará parte del agua y nutrimentos, y el resto saldrá en forma de vapor proporcionando agua a la atmósfera a través del proceso de evapotranspiración. El agua que sale permitirá la regulación de la temperatura tanto del vegetal como de la atmósfera. Un suelo con cobertura vegetal tendrá un patrón de absorción de radiación y reflexión de ondas cortas y largas diferente que un suelo erosionado y sin agua, lo que le conferirá un color y una respuesta espectral distinta. Esta modificación se manifiesta en un calor sensible mucho mayor que el latente (Irma Rosas P., *et al*).

Tomando en consideración lo anterior, estamos ante la posibilidad de poder afirmar que el cambio de uso de suelo propuesto no pone en riesgo la modulación o regulación climática como un servicio ambiental, puesto que se mantienen 34,937.17 hectáreas con cobertura vegetal en la unidad de análisis de la microcuenca (UGA 21 del POEL-BJ); por lo que dicha superficie resulta más significativa para la regulación o modulación climática, que la superficie de CUSTF.

### **11.7. PROTECCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD**

Este apartado se analiza en el capítulo 12 del presente estudio, en donde se demuestra que el proyecto no compromete la biodiversidad.

### **11.8. PROTECCIÓN Y RECUPERACIÓN DE SUELO**

Este apartado se analiza en el capítulo 12 del presente estudio, en donde se demuestra que el proyecto no provocará la erosión de los suelos.

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

### 12.1. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA

#### 12.1.1. No se compromete la Biodiversidad

La biodiversidad o diversidad biológica es la variedad de la vida. Este reciente concepto incluye varios niveles de la organización biológica. Abarca a la diversidad de especies de plantas, animales, hongos y microorganismos que viven en un espacio determinado, a su variabilidad genética, a los ecosistemas de los cuales forman parte estas especies y a los paisajes o regiones en donde se ubican los ecosistemas. También incluye los procesos ecológicos y evolutivos que se dan a nivel de genes, especies, ecosistemas y paisajes.

El concepto fue acuñado en 1985, en el Foro Nacional sobre la Diversidad Biológica de Estados Unidos. Edward O. Wilson (1929 - ), entomólogo de la Universidad de Harvard y prolífico escritor sobre el tema de conservación, quien tituló la publicación de los resultados del foro en 1988 como “Biodiversidad”.

Los seres humanos hemos aprovechado la variabilidad genética y “domesticado” por medio de la selección artificial a varias especies; al hacerlo hemos creado una multitud de razas de maíces, frijoles, calabazas, chiles, caballos, vacas, borregos y de muchas otras especies. Las variedades de especies domésticas, los procesos empleados para crearlas y las tradiciones orales que las mantienen son parte de la biodiversidad cultural.

En cada uno de los niveles, desde genes hasta paisaje o región, podemos reconocer tres atributos de la biodiversidad: composición, estructura y función.

La composición es la identidad y variedad de los elementos (incluye qué especies están presentes y cuántas hay), la estructura es la organización física o el patrón del sistema (incluye abundancia relativa de las especies, abundancia relativa de los ecosistemas, grado de conectividad, etc.) y la función son los procesos ecológicos y evolutivos (incluye a la depredación, competencia, parasitismo, dispersión, polinización, simbiosis, ciclo de nutrientes, perturbaciones naturales, etc.)

Tomando en consideración lo antes mencionado, a continuación se demuestra que el proyecto no compromete la biodiversidad, para lo cual se consideró un análisis de los tres atributos de la biodiversidad: la composición de especies y la estructura del ecosistema; para el caso de la función de las especies sólo se consideró en el análisis a

las especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y a las especies consideradas como exóticas o invasoras según la CONABIO, o aquellas que sólo fueron registradas a nivel de la superficie de CUSTF y no en el predio testigo; dado que no existe suficiente información para determinar la importancia de todas las especies, en forma individual, tanto de flora como de fauna que fueron registradas.

## A. COMPOSICIÓN DE ESPECIES

Para el análisis de este atributo de la Biodiversidad se consideraron los datos de diversidad específica obtenidos del inventario forestal y del inventario faunístico para el predio del proyecto y el predio testigo, es decir, el número de especies presentes en la comunidad a nivel de todo el ecosistema (diversidad gamma) y por estrato de la vegetación o grupo faunístico en cada unidad de análisis (diversidad alfa).

### A.1. Flora silvestre

De acuerdo con el inventario forestal realizado **en la superficie de aprovechamiento proyectada**, se obtuvo el registro de 39 especies vegetales, distribuidas en 22 familias, donde la más importante fue la familia Fabaceae con un total de 10 registros; seguida de las familias Euphorbiaceae y Polygonaceae con 3 registros cada una; el resto de las familias se encuentra representada por 2 o menos especies.

Así mismo, tenemos que a nivel del estrato arbóreo se registró un total de 25 especies distribuidas en 16 familias, de las cuales, la familia Fabaceae fue la más importante con un total de 6 registros; seguida de la familia Euphorbiaceae con 3 registros; el resto de las familias se encuentran representadas por 2 o menos especies.

A nivel del estrato arbustivo se registró un total de 23 especies distribuidas en 15 familias, de acuerdo con el inventario forestal, de las cuales, la familia Fabaceae fue la más importante con un total de 7 registros; seguida de las familias Euphorbiaceae y Polygonaceae con 2 registros cada una; el resto de las familias se encuentran representadas por 1 especie.

Finalmente se obtuvo un registro total de 19 especies a nivel del estrato herbáceo, distribuidas en 14 familias, de acuerdo con el inventario forestal; de las cuales, la familia Fabaceae fue la más importante con 6 registros; el resto de las familias se encuentran representadas por 1 especie.

En lo que concierne a las epífitas vasculares, se pudo constatar la existencia de 8 especies distribuidas en 4 familias de las cuales, la más importante fue la Orchidaceae con el mayor número de registros (3 en total).

Por otra parte, **a nivel del predio testigo** dentro de la microcuenca, se tuvo el registro de 47 especies de flora silvestre, distribuidas en 27 familias botánicas, de las cuales destaca la familia Fabaceae con el mayor número de registros (11 en total); seguida de la familia Euphorbiaceae con 4 registros; y finalmente las familias Malvaceae y Polygonaceae con 3 registros cada una; el resto de las familias se encuentran representadas por dos o menos especies.

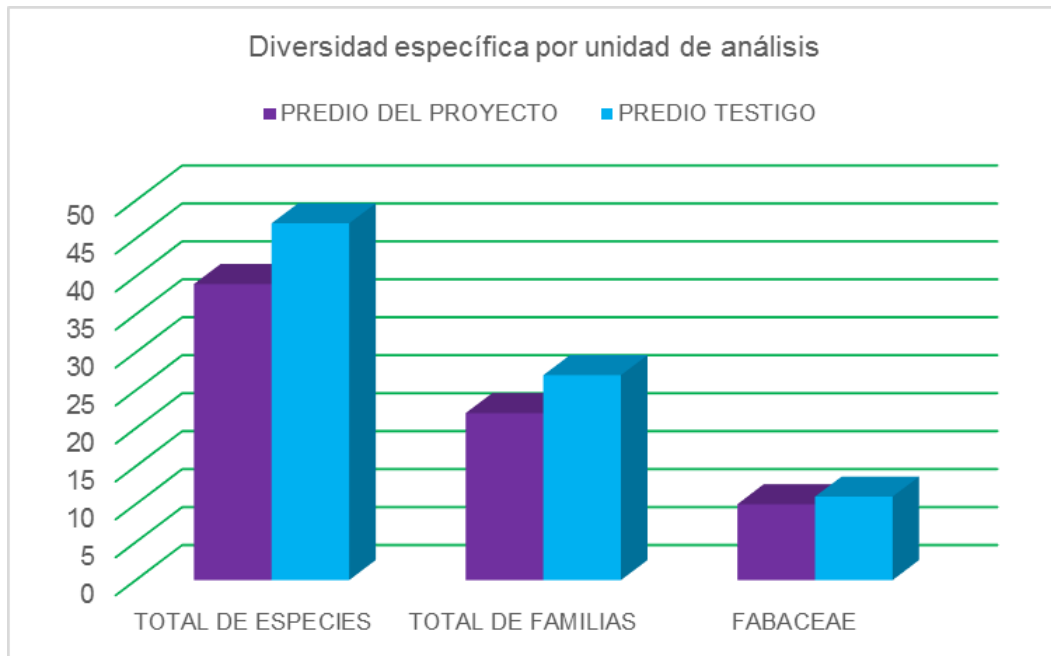
También se constató la existencia de 33 especies de flora silvestre a nivel del estrato arbóreo, distribuidas en 21 familias, de las cuales destaca la familia Fabaceae con el mayor número de registros (7 en total); seguida de las familias Euphorbiaceae y Polygonaceae con 3 registros cada una; y finalmente las familias Apocynaceae y Moraceae con 2 registros cada una; el resto de las familias se encuentran representadas por una sola especie.

A nivel del estrato arbustivo se constató la existencia de 42 especies de flora silvestre, distribuidas en 24 familias, de las cuales destaca la familia Fabaceae con el mayor número de registros (11 en total); seguida de las familias Euphorbiaceae y Polygonaceae con 3 registros cada una; y finalmente las familias Apocynaceae, Malvaceae y Moraceae con 2 registros cada una; el resto de las familias se encuentran representadas por una sola especie.

Y finalmente a nivel del estrato herbáceo se constató la existencia de 27 especies de flora silvestre, distribuidas en 19 familias, de las cuales destaca la familia Fabaceae con el mayor número de registros (6 en total); seguida de las familias Apocynaceae, Euphorbiaceae y Malvaceae con 2 registros cada una; el resto de las familias se encuentran representadas por una sola especie.

En lo que respecta a las epífitas vasculares, se pudo constatar la existencia de 10 especies distribuidas en 4 familias de las cuales, la más importante fue la Orchidaceae con el mayor número de registros (5 en total); seguida de las familias Bromeliaceae y Cactaceae con 2 registros cada una.

Haciendo un análisis comparativo con respecto a los resultados obtenidos en la composición de especies, obtenemos lo siguiente:



Como puede observarse en el gráfico que antecede, podemos determinar que la riqueza específica o diversidad de especies es mayor a nivel del predio testigo; pues observamos que posee mayor número de especies (47 en total), distribuidas en un mayor número de familias, y con una especie más registrada para la familia más representativa que es la Fabaceae.

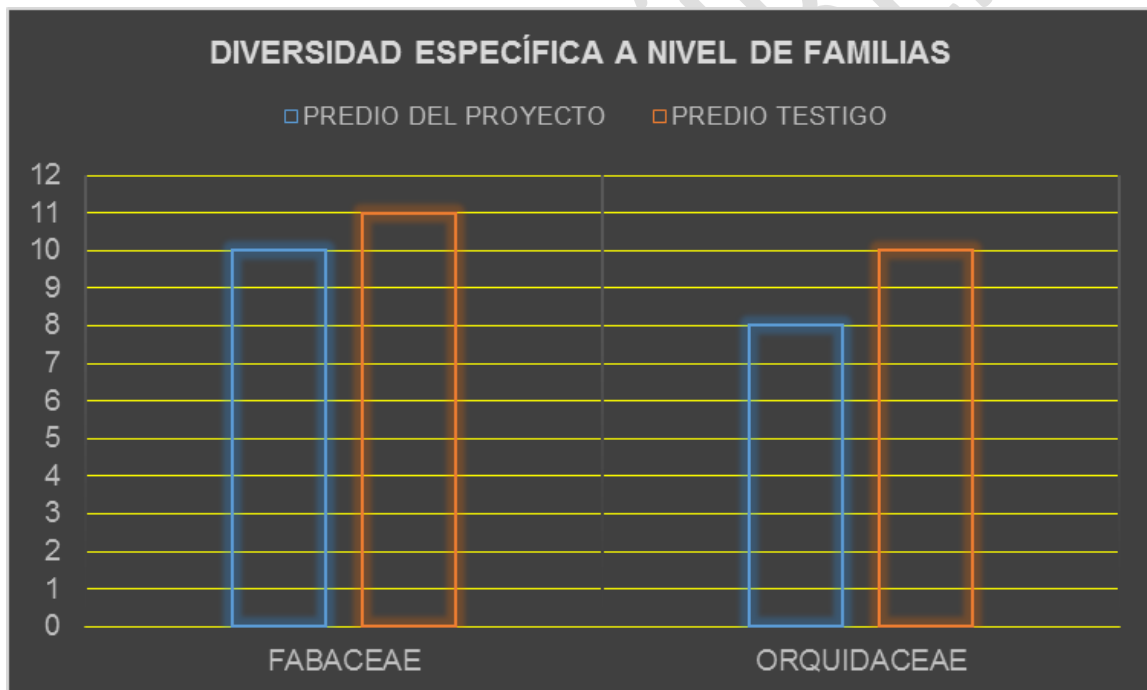
Ahora bien, comparando cada estrato de la vegetación a nivel del predio testigo, con cada estrato de la vegetación a nivel del predio del proyecto, obtenemos lo siguiente.





De acuerdo con los datos presentados en el gráfico que antecede, se puede determinar que a nivel de todos los estratos la composición de especie es más rica y diversa a nivel del predio testigo, pues posee un mayor número de especies por estrato, y un mayor número de especies de epífitas vasculares; lo que nos indica que se trata de una comunidad con una estructura bien definida y mejor estructurada que la comunidad vegetal presente en el predio del proyecto.

También se puede determinar que las familias más importantes en ambas unidades de análisis son la Fabaceae (plantas vasculares) y la Orquidaceae (epífitas vasculares); sin embargo, ambas familias presentan un mayor número de especies a nivel de la unidad testigo que a nivel del predio del proyecto, tal como se observa en el siguiente gráfico.



En otro orden de ideas, de acuerdo con el inventario forestal realizado en ambas unidades de análisis, podemos determinar la ausencia-presencia de determinadas especies, conforme a lo siguiente.

De acuerdo con un análisis realizado en relación a la composición de especies, tanto a nivel del predio testigo, como a nivel del predio del proyecto, obtenemos el registro de 49 especies entre ambos sistemas, de las cuales comparten 34 especies; así mismo, determinamos que 3 especies son exclusivas del predio del proyecto, es decir, que sólo fueron registradas en dicha unidad de análisis; mientras que 12 especies son exclusivas del predio testigo. Estos datos se pueden observar en las siguientes tablas.

ESPECIES EXCLUSIVAS	
PREDIO DEL PROYECTO	PREDIO TESTIGO
<i>Acoelorrhaphe wrightii</i>	<i>Beaucarnea pliabilis</i>
<i>Cladium jamaicensis</i>	<i>Caesalpinia gaumeri</i>
<i>Diphysa carthagenensis</i>	<i>Caesalpinia yucatanensis</i>
	<i>Callicarpa acuminata</i>
	<i>Cordia gerascanthus</i>
	<i>Diospyros cuneata</i>
	<i>Distichlis spicata</i>
	<i>Hampea trilobata</i>
	<i>Lonchocarpus rugosus</i>
	<i>Malmea depressa</i>
	<i>Thrinax radiata</i>
	<i>Zuelania guidonia</i>

ESPECIE COMPARTIDAS
<i>Acacia cornigera</i>
<i>Acacia gaumeri</i>
<i>Bursera simaruba</i>
<i>Byrsonima bucidaefolia</i>
<i>Coccoloba barbadensis</i>
<i>Coccoloba spicata</i>
<i>Croton reflexifolius</i>
<i>Dendropanax arboreus</i>
<i>Erythroxylum confusum</i>
<i>Esenbeckia pentaphylla</i>
<i>Ficus cotinifolia</i>
<i>Ficus padifolia</i>
<i>Gliricidia sepium</i>
<i>Guazuma ulmifolia</i>
<i>Gymnanthes lucida</i>
<i>Gymnopodium floribundum</i>
<i>Haematoxylum campechianum</i>
<i>Jatropha gaumeri</i>
<i>Lantana involucrata</i>
<i>Lonchocarpus xuul</i>
<i>Lysiloma latisiliquum</i>
<i>Malvaviscus arboreus</i>
<i>Manilkara zapota</i>
<i>Metopium brownei</i>
<i>Myrcianthes fragrans</i>
<i>Nectandra coriacea</i>
<i>Ottoschulzia pallida</i>
<i>Piscidia piscipula</i>

ESPECIE COMPARTIDAS
<i>Plumeria rubra</i>
<i>Randia longiloba</i>
<i>Swartzia cubensis</i>
<i>Thevetia gaumeri</i>
<i>Thouinia paucidentata</i>
<i>Vitex gaumeri</i>

Con base en los datos presentados anteriormente, podemos determinar la **diversidad Beta** del ecosistema en estudio, es decir, el grado de recambio o reemplazo en la composición de especies entre diferentes comunidades en un paisaje. La diversidad beta o diversidad entre hábitats es el grado de reemplazamiento de especies o cambio biótico a través de gradientes ambientales (Whittaker, 1972). A diferencia de las diversidades alfa y gamma que pueden ser medidas fácilmente en función del número de especies, la medición de la diversidad beta es de una dimensión diferente porque está basada en proporciones o diferencias (Magurran, 1988). Estas proporciones pueden evaluarse con base en índices o coeficientes de similitud, de disimilitud o de distancia entre las muestras a partir de datos cualitativos (presencia-ausencia de especies) o cuantitativos (abundancia proporcional de cada especie medida como número de individuos, biomasa, densidad, cobertura, etc.), o bien con índices de diversidad beta propiamente dichos (Magurran, 1988; Wilson y Shmida, 1984).

Para el caso del presente estudio, la diversidad Beta se estimó con base en la presencia-ausencia de especies analizada con antelación, utilizando en el **Coefficiente de similitud de Jaccard**, el cual se calcula conforme a la siguiente ecuación.

$$I_J = \frac{c}{a + b - c}$$

donde

$a$  = número de especies presentes en el sitio A

$b$  = número de especies presentes en el sitio B

$c$  = número de especies presentes en ambos sitios A y B

El intervalo de valores para este índice va de 0 cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios, hasta 1 cuando los dos sitios tienen la misma composición de especies. Si consideramos los datos del predio testigo como sitio A, y los datos del predio del proyecto como sitio B, sustituyendo los valores en la ecuación, obtenemos lo siguiente:

$$I_J = \frac{c}{a + b - c}$$

$I_j$ = Coeficiente de similitud de Jaccard

$a$ = 47 especies registradas en el predio testigo

$b$ = 39 especies registradas en el predio del proyecto

$c$ = 34 especies compartidas

$$I_j = \frac{34}{47 + 39 - 34}$$

$$I_j = \frac{34}{52}$$

$$I_j = 0.65$$

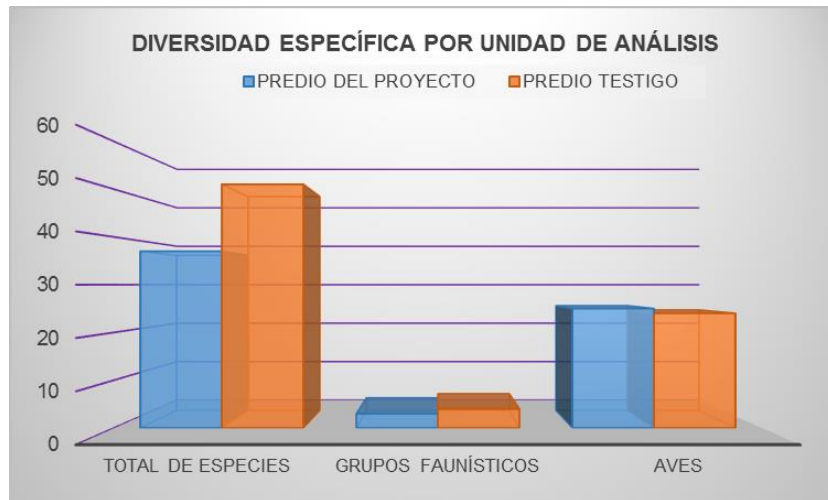
De acuerdo con los resultados obtenidos aplicando el Coeficiente de similitud de Jaccard, podemos determinar que existe un recambio de especies o una similitud entre ambas unidades de análisis (predio testigo y predio del proyecto), que puede considerarse de nivel moderado, pues el valor del índice calculado es próximo a 1 ( $I_j = 0.65$ ), considerando que el modelo supone que el valor de 1, indica una similitud total. Este valor alcanzado se debe principalmente a la escasa diversidad de especies presente dentro del predio del proyecto (riqueza específica), lo que tiene como consecuencia que el predio testigo registre un mayor número de especies y por ende, presente un mayor número de especies exclusivas, es decir, que sólo se registraron en la unidad testigo durante el inventario forestal.

## A.2. Fauna silvestre

Conforme a los datos de composición faunística presentados en el capítulo 4 del presente estudio, se contó con un registro de 51 especies de fauna silvestre pertenecientes a cuatro grupos taxonómicos dentro del predio testigo, de los cuales, el grupo faunístico mejor representado son las aves con un total de 24 especies; seguido en orden de importancia por el grupo de los reptiles representados por 12 especies; los mamíferos con 11 especies; y por último tenemos al grupo de los anfibios con 4 especies registradas.

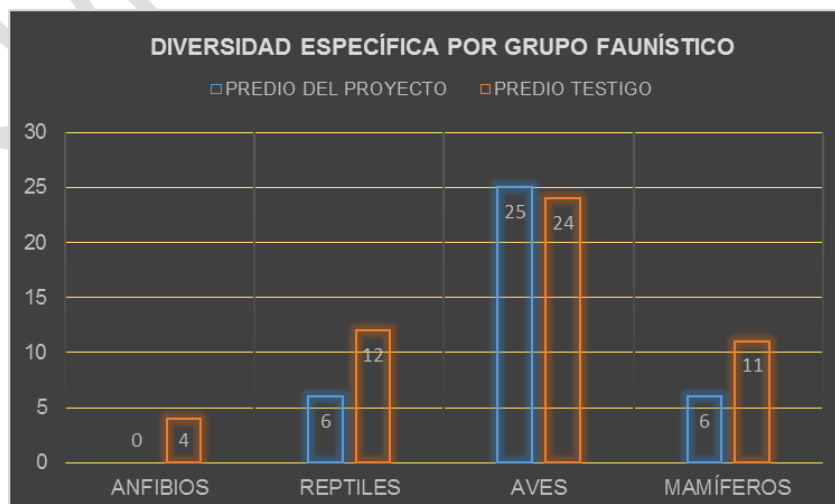
Por otra parte, de acuerdo con los datos presentados en el capítulo 5 del presente estudio, en total se registraron 37 especies de fauna silvestre pertenecientes a tres grupos taxonómicos dentro del predio del proyecto, de los cuales, el grupo faunístico mejor representado son las aves con un total de 25 especies; seguido en orden de importancia está el grupo de los reptiles y de los mamíferos representados por 6 especies cada uno. Se determinó la ausencia de anfibios.

Haciendo un análisis de los resultados en la composición de especies de fauna silvestre entre ambas unidades de análisis, obtenemos lo siguiente:



Como puede observarse en el gráfico que antecede, podemos determinar que la riqueza específica o diversidad de especies (fauna) a nivel del predio testigo, es mayor que la registrada a nivel del predio del proyecto; pues observamos que poseen una diferencia significativa de 14 especies (siendo mayor el número en el predio testigo); mientras que observamos una similitud casi idéntica en cuando al número especies de aves reportados en ambos sistemas. Es de notar que una de las principales diferencias entre ambas unidades de análisis es la ausencia de anfibios en el predio del proyecto, y la presencia de estos dentro de la unidad testigo.

Ahora bien, si comparamos los registros del predio testigo con los registros del predio del proyecto, por grupo faunístico, obtenemos lo siguiente.



De acuerdo con los datos presentados en el gráfico que antecede, se puede determinar que a nivel de todos los grupos faunísticos, la composición de especies es mayor en la unidad testigo, lo que nos indica que se trata de una comunidad mejor estructurada. Aunque también se puede observar que los anfibios están presentes en el predio testigo, pero no se registro su presencia en el predio del proyecto.

En otro orden de ideas, de acuerdo con el inventario faunístico realizado en ambas unidades de análisis, podemos determinar la ausencia-presencia de determinadas especies, conforme a lo siguiente.

De acuerdo con un análisis realizado en relación a la composición de especies de fauna silvestre, tanto a nivel del predio testigo, como a nivel del predio del proyecto, obtenemos el registro de 57 especies entre ambos sistemas, de las cuales comparten 31 especies; así mismo, determinamos que 20 especies son exclusivas del predio testigo, es decir, que sólo fueron registradas en dicha unidad de análisis; mientras que sólo 6 especies son exclusivas del predio del proyecto. Estos datos se pueden observar en las siguientes tablas.

<b>ESPECIES REGISTRADAS SÓLO EN EL PREDIO DEL PROYECTO</b>
<i>Aratinga nana</i>
<i>Camptostoma imberbe</i>
<i>Columba flavirostris</i>
<i>Icterus auratus</i>
<i>Quiscalus mexicanus</i>
<i>Trogon melanocephalus</i>

<b>ESPECIES REGISTRADAS SÓLO EN EL PREDIO TESTIGO</b>
<i>Anolis sagrei</i>
<i>Artibeus jamaicensis</i>
<i>Boa constrictor</i>
<i>Bufo marinus</i>
<i>Bufo valliceps</i>
<i>Chlorostilbon canivetii</i>
<i>Dasyprocta punctata</i>
<i>Dives dives</i>
<i>Euphonia hirundinacea</i>
<i>Habia fuscicauda</i>
<i>Oxybelis aeneus</i>
<i>Pecari tajacu</i>
<i>Phrynohyas venulosa</i>
<i>Psilorhinus morio</i>
<i>Rhinoclemmys areolata</i>
<i>Sceloporus lundelli</i>
<i>Scinax staufferi</i>

**ESPECIES REGISTRADAS SÓLO EN  
EL PREDIO TESTIGO**

<i>Sciurus deppei</i>
<i>Sphaerodactylus glaucus</i>
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>

**ESPECIES COMPARTIDAS**

<i>Agouti paca</i>
<i>Ameiva undulata</i>
<i>Anolis tropidonotus</i>
<i>Basiliscus vittatus</i>
<i>Buteo magnirostris</i>
<i>Columbina talpacoti</i>
<i>Ctenosaura similis</i>
<i>Cyanocorax inca</i>
<i>Cyanocorax yucatanicus</i>
<i>Cyclarhis gujanensis</i>
<i>Didelphis virginiana</i>
<i>Euphonia affinis</i>
<i>Glaucidium brasilianum</i>
<i>Icterus gularis</i>
<i>Leptophis mexicanus</i>
<i>Melanerpes aurifrons</i>
<i>Mimus gilvus</i>
<i>Myiozetetes similis</i>
<i>Nasua narica</i>
<i>Odocoileus virginianus</i>
<i>Ortalis vetula</i>
<i>Piaya cayana</i>
<i>Pitangus sulphuratus</i>
<i>Polioptila caerulea</i>
<i>Procyon lotor</i>
<i>Saltator coerulescens</i>
<i>Sceloporus chrysostictus</i>
<i>Sciurus yucatanensis</i>
<i>Thryothorus ludovicianus</i>
<i>Thryothorus maculipectus</i>
<i>Tyrannus melancholicus</i>

Con base en los datos presentados anteriormente, también podemos determinar la **diversidad Beta** de la fauna silvestre, es decir, el grado de recambio o reemplazo en la composición de especies entre diferentes comunidades en un paisaje. Para el caso del presente estudio, la diversidad Beta también se estimó con base en la presencia-ausencia de especies analizada con antelación, utilizando en el **Coefficiente de similitud de Jaccard**, el cual ya fue descrito con anterioridad; por lo tanto, si consideramos los datos del predio testigo como sitio A, y los datos del predio del proyecto como sitio B, sustituyendo los valores en la ecuación, obtenemos lo siguiente:

$$I_J = \frac{c}{a + b - c}$$

$I_J$  = Coeficiente de similitud de Jaccard

$a$  = 51 especies registradas en el predio testigo

$b$  = 34 especies registradas en el predio del proyecto

$c$  = 31 especies compartidas

$$I_J = \frac{31}{51 + 34 - 31}$$

$$I_J = \frac{31}{54}$$

$$I_J = 0.57$$

De acuerdo con los resultados obtenidos aplicando el Coeficiente de similitud de Jaccard, podemos determinar que existe un recambio de especies o una similitud entre ambas unidades de análisis (predio testigo y predio del proyecto), que puede considerarse de nivel moderado, pues el valor del índice calculado es intermedio al valor de 1 ( $I_J = 0.57$ ), considerando que el modelo supone que el valor de 1, indica una similitud total. Esto se debe principalmente al bajo número de especies registradas en el predio del proyecto en comparación con la gran riqueza de especies presentes en la unidad testigo, en donde incluso se registró la presencia de anfibios.

## B. ESTRUCTURA DEL ECOSISTEMA

Para el estudio de este componente de la biodiversidad, particularmente para la flora silvestre, se utilizaron los resultados obtenidos en el cálculo del índice de valor de importancia por cada estrato de la vegetación, tanto en el predio testigo como en el predio del proyecto, así como los índices de diversidad también por cada estrato de la vegetación; y finalmente los índices de equidad calculados para ambas unidades de análisis. En el caso de la fauna silvestre sólo se utilizaron los índices de diversidad calculados por cada grupo faunístico y por cada unidad de análisis, así como el índice de equidad; ya que el índice de valor de importancia sólo es aplicable para el estudio y análisis de flora silvestre.

### B.1. Flora silvestre



El tamaño y estructura de las diferentes poblaciones es el resultado de las exigencias de las especies y de las características del ambiente. La estructura observada en cada situación particular es la mejor respuesta del ecosistema a sus propias características (Valerio, 1997). De igual forma las especies con dominancia relativamente alta, probablemente son las que mejor se adaptan a las condiciones físicas del hábitat (Daubenmire, 1968, citado por Costa Neto, 1990), además de ser los principales organismos que contribuyen a la estructura horizontal que se observa.

De acuerdo con los resultados del análisis del Índice de Valor de Importancia presentados en el capítulo 4 para para las especies que componen la vegetación a nivel del predio testigo, tenemos lo siguiente.

ESTRATO ARBÓREO		ESTRATO ARBUSTIVO		ESTRATO HERBÁCEO	
ESPECIES	IVI	ESPECIES	IVI	ESPECIES	IVI
<i>Haematoxylum campechianum</i>	<b>34.62</b>	<i>Gymnopodium floribundum</i>	<b>16.74</b>	<i>Haematoxylum campechianum</i>	<b>26.93</b>
<i>Erythroxylum confusum</i>	<b>24.12</b>	<i>Erythroxylum confusum</i>	<b>15.88</b>	<i>Metopoum brownei</i>	<b>17.63</b>
<i>Piscidia piscipula</i>	<b>18.41</b>	<i>Bursera simaruba</i>	<b>13.46</b>	<i>Myrcianthes fragrans</i>	<b>17.12</b>
<i>Metopium brownei</i>	14.71	<i>Piscidia piscipula</i>	12.92	<i>Malvaviscus arboreus</i>	17.10
<i>Jatropha gaumeri</i>	14.57	<i>Randia longiloba</i>	12.85	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	15.84
<i>Bursera simaruba</i>	13.76	<i>Metopium brownei</i>	12.12	<i>Acacia gaumeri</i>	15.60
<i>Byrsonima bucidaefolia</i>	12.26	<i>Acacia gaumeri</i>	11.67	<i>Byrsonima bucidaefolia</i>	15.08
<i>Gymnopodium floribundum</i>	11.96	<i>Haematoxylum campechianum</i>	10.35	<i>Gymnopodium floribundum</i>	14.88
<i>Acacia gaumeri</i>	11.18			<i>Randia longiloba</i>	14.70
				<i>Bursera simaruba</i>	14.53
				<i>Distichlis spicata</i>	13.52
				<i>Acacia cornigera</i>	12.58
				<i>Nectandra coriacea</i>	11.16
				<i>Erythroxylum confusum</i>	10.55

Por otra parte, considerando los resultados del análisis del Índice de Valor de Importancia presentados en el capítulo 5 para para las especies que componen la vegetación a nivel del predio del proyecto, tenemos lo siguiente.

ESTRATO ARBÓREO		ESTRATO ARBUSTIVO		ESTRATO HERBÁCEO	
ESPECIES	IVI	ESPECIES	IVI	ESPECIES	IVI
<i>Haematoxylum campechianum</i>	<b>84.92</b>	<i>Myrcianthes fragrans</i>	<b>56.07</b>	<i>Myrcianthes fragrans</i>	<b>54.75</b>
<i>Manilkara zapota</i>	<b>78.48</b>	<i>Erythroxylum confusum</i>	<b>49.44</b>	<i>Haematoxylum campechianum</i>	<b>46.70</b>
<i>Erythroxylum confusum</i>	<b>44.12</b>	<i>Randia longiloba</i>	<b>31.94</b>	<i>Randia longiloba</i>	<b>33.10</b>
<i>Metopium brownei</i>	15.12	<i>Gymnopodium floribundum</i>	23.38	<i>Lantana involucrata</i>	27.37
		<i>Haematoxylum campechianum</i>	23.28		
		<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	16.25		

De acuerdo con los datos presentados con respecto a los índices de valor de importancia, tanto para el predio testigo como para el predio del proyecto, podemos concluir lo siguiente.

La estructura del ecosistema presente dentro del predio testigo es muy disímil a la estructura de la vegetación dentro del predio del proyecto, considerando lo siguiente:

- ▶ A nivel del estrato arbóreo son 9 las especies que destacan dentro de la estructura del ecosistema en la unidad testigo, mientras que en el predio del proyecto son 4 especies. Esto significa que en el predio del proyecto existen cuatro especies que predominan sobre el resto; mientras que en la unidad testigo existe más variedad de especies con alto valor de importancia, lo que indica que no existe una predominancia tan marcada. A pesar de dicha diferencia, también se puede observar que las especies más importantes en ambos casos, son *Haematoxylum campechianum* (palo tinto) y *Erythroxylum confusum* (Choo-che), lo cual es muy común en el ecosistema de selva baja subcaducifolia.
- ▶ En el caso del estrato arbustivo, observamos que en el predio testigo son 8 las especies más importantes; mientras que en el predio del proyecto son 6 especies, lo cual nos indica que en ambos casos, la estructura del ecosistema se encuentra mejor definida a nivel de este estrato. También observamos que la segunda especie más importante en ambos casos, es *Erythroxylum confusum* (Choo-che).
- ▶ Finalmente observamos que a nivel del sotobosque o estrato herbáceo, se observa que hay 14 especies que destacan como las más importantes en la estructura del estrato dentro del predio testigo; mientras que en el sotobosque del predio del proyecto se observan 4 especies. Esta diferencia tan marcada, indica que la estructura del sotobosque en la unidad testigo, presenta una buena calidad de regeneración, pues la distribución de las especies tiende a la homogeneidad; mientras que en el predio del proyecto, las 4 especies más importantes predominan sobre el resto, lo que indica que la comunidad vegetal tiende más a la heterogeneidad. A pesar de esta marcada diferencia, observamos que en ambos casos, dos de las especies más importantes son *Haematoxylum campechianum* (palo tinto) y *Myrcianthes fragrans* (guayabillo).

Con base en lo anterior, concluimos que el ecosistema presente en la unidad testigo se encuentra mejor estructurada y tendiente a una distribución homogénea; que la estructura que presenta la vegetación dentro del predio del proyecto, la cual tiende a ser más heterogénea.

Finalmente, para el análisis de la estructura del ecosistema como un componente de la biodiversidad, consideramos los cálculos del Índice de diversidad de Shannon – Wiener (1949), y el índice de equidad de Pielou, de acuerdo con lo siguiente.

PREDIO TESTIGO		PREDIO DEL PROYECTO	
ESTRATO	ÍNDICE DE DIVERSIDAD	ÍNDICE DE DIVERSIDAD	ESTRATOS
ARBÓREO	H'= 1.36 decits/ind	H'= 0.86 decits/ind	ARBÓREO
ARBUSTIVO	H'= 1.52 decits/ind	H'= 1.06 decits/ind	ARBUSTIVO
HERBÁCEO	H'= 1.31 decits/ind	H'= 1.10 decits/ind	HERBÁCEO
EPÍFITAS	H'= 0.79 decits/ind	H'= 0.68 decits/ind	EPÍFITAS
<b>PROMEDIO</b>	<b>1.25 decits/ind</b>	<b>0.93 decits/ind</b>	<b>PROMEDIO</b>

Según los datos presentados en la tabla anterior, podemos observar que los valores de diversidad obtenidos mediante la aplicación del índice de diversidad de Shannon-Wiener, indican que la vegetación presente en el predio testigo es ligeramente más diversa que aquella presente dentro del predio del proyecto; pues se observa que los valores obtenidos en el predio testigo, por estrato, son ligeramente superiores a los valores obtenidos a nivel del predio del proyecto; ya que existe una diferencia de **0.32 decits/ind** en el valor promedio calculado. En lo que concierne al estrato arbóreo la diferencia es de **0.50 decits/ind** a favor del predio testigo; mientras que a nivel del estrato arbustivo la diferencia es de **0.46 decits/ind**. A nivel del estrato herbáceo el índice obtenido sigue siendo mayor en la unidad testigo con una diferencia de **0.21 decits/ind**; en lo que concierne a las epífitas vasculares observamos que el valor obtenido del índice es similar, con una ligera diferencia de **0.11 decits/ind**, aunque sigue siendo mayor a nivel del predio testigo.

Aunque se distinguen diferencias mínimas en los estratos de ambas unidades de análisis, podemos considerar que son concluyentes para determinar la importancia de la vegetación, ya que al ser mayor los índices en el predio testigo, asumimos que la vegetación es más homogénea y diversa, pues cualquier incremento en el valor del índice, nos indica mayor diversidad, aun cuando este sea mínimo. Una conclusión que coincide con los índices de similitud de Jaccard obtenidos con antelación, donde se obtuvo un valor de 0.65 que indica una similitud moderada entre ambos sistemas, es decir, a pesar de compartir ciertos elementos en su estructura, también difieren de manera notoria con respecto a otros.

Por otro lado, si consideramos el índice de equidad de Pielou, comparando ambas unidades de análisis, obtenemos lo siguiente:

ÍNDICES	ESTRATOS							
	ARBÓREO		ARBUSTIVO		HERBÁCEO		EPÍFITAS	
	PT	PP	PT	PP	PT	PP	PT	PP
$H'$ ( $\log_{10}$ )	1.36	0.86	1.52	1.06	1.31	1.10	0.79	0.68
$H_{max}$ ( $\log_{10}$ )	2.56	2.58	3.05	2.19	2.37	1.97	2.87	2.62
$Pielou (J')$	0.53	0.33	0.50	0.48	0.56	0.56	0.27	0.26

PT: predio testigo; PP: predio del proyecto.

Podemos observar de acuerdo con los resultados del índice de Pielou, que la flora dentro del predio testigo presenta una equidad bastante similar a la que presenta la vegetación dentro del predio del proyecto, considerando los estratos arbustivo, herbáceo y las epífitas. Sin embargo, observamos que el estrato arbóreo a nivel de la unidad testigo es más equitativo que la vegetación arbórea presente en el predio del proyecto.

Estos resultados obtenidos a partir del exhaustivo análisis realizado, indica que la vegetación dentro del predio testigo, es moderadamente homogénea, y se encuentra mejor estructurada con un estrato arbóreo bien definido. Esto es concluyente y correlativo con el análisis de los Índices de Valor de Importancia, de diversidad, y de similitud; pues en todos los casos se indica que la vegetación presente dentro del predio testigo, es más importante que la vegetación que se presenta dentro del predio del proyecto. Considerando esto, podemos argumentar que aun cuando la vegetación del predio del proyecto, será eliminada, podemos asumir que este hecho no compromete la biodiversidad, pues es evidente que existen otras zonas o sitios dentro de la microcuenca, que poseen una estructura y composición de especies más importante y destacada a la encontrada dentro de la superficie de CUSTF, por lo que el germoplasma de las poblaciones de flora silvestre, seguirán estando presentes dentro de la microcuenca, y más aún dentro de la cuenca y subcuenca.

## B.2. Fauna silvestre

Haciendo un análisis comparativo por cada grupo faunístico entre ambas unidades de análisis, y considerando el índice de diversidad calculado, obtenemos lo siguiente:

PREDIO TESTIGO		PREDIO DEL PROYECTO	
GRUPO	ÍNDICE DE DIVERSIDAD	ÍNDICE DE DIVERSIDAD	GRUPO
ANFIBIOS	$H' = 0.48$ decits/ind	$H' = 0.00$ decits/ind	ANFIBIOS
REPTILES	$H' = 0.93$ decits/ind	$H' = 0.68$ decits/ind	REPTILES
AVES	$H' = 1.29$ decits/ind	$H' = 1.16$ decits/ind	AVES
MAMÍFEROS	$H' = 1.37$ decits/ind	$H' = 0.72$ decits/ind	MAMÍFEROS
<b>PROMEDIO</b>	<b>1.02 decits/ind</b>	<b>0.64 decits/ind</b>	<b>PROMEDIO</b>

Según los datos presentados en la tabla anterior, podemos observar que los valores de diversidad obtenidos para la fauna mediante la aplicación del índice de diversidad de Shannon-Wiener, son más elevados dentro del predio testigo considerando los cuatro grupos taxonómicos estudiados, ya que se obtiene un valor promedio de **1.02 decits/ind** para el predio testigo y de **0.64 decits/ind** a nivel del predio del proyecto; una diferencia de **0.38 decits/ind**, lo que permite asumir que las especies presentan una distribución más homogénea a un nivel de la microcuenca; Así mismo, en un análisis a nivel de cada grupo faunístico, observamos que el índice obtenido para los anfibios, reptiles, aves y mamíferos, es mayor en el predio testigo, que los obtenidos en el predio del proyecto. Así mismo, cabe destacar la ausencia de anfibios dentro del predio del proyecto, considerando que se trata de un grupo taxonómico indicador de la buena salud de un ecosistema. Con esto podemos asumir que la fauna silvestre presente en la microcuenca, se encuentra mejor estructurada y distribuida, que la fauna existente en el predio del proyecto.

Por otra parte, considerando la homogeneidad o equidad en la distribución de las especies, tenemos un análisis de los valores obtenidos en la aplicación del **índice de equidad de Pielou**, los cuales se resumen en la siguiente tabla.

ÍNDICE	GRUPOS FAUNÍSTICOS							
	ANFIBIOS		REPTILES		AVES		MAMÍFEROS	
	PT	PP	PT	PP	PT	PP	PT	PP
$H'$ ( $\log_{10}$ )	0.48	0.00	0.93	0.68	1.29	1.16	1.37	0.72
$H_{max}$ ( $\log_{10}$ )	1.23	0.00	1.90	1.79	2.14	2.33	1.87	1.54
$Pielou (J')$	0.39	0.00	0.49	0.38	0.60	0.50	0.73	0.47

PT: predio testigo; PP: predio del proyecto.

Podemos observar de acuerdo con los resultados del índice de Pielou, que todos los grupos faunísticos dentro del predio testigo, presentan mayor equidad, es decir, que las especies presentan una distribución más homogénea (igualdad de abundancia en las especies presentes); y finalmente observamos que el grupo de las mamíferos dentro de la unidad testigo, es el que presenta la mayor equidad de todos los grupos estudiados, pues el valores obtenido en el cálculo del índice de Pielou es cercano al valor máximo que es 1; esto permite asumir que se trata del grupo más homogéneo.

### C. IMPORTANCIA DE LAS ESPECIES

Como se manifestó anteriormente, la función de las especies como un componente de la biodiversidad, se aplicó considerando sólo aquellas especies que fueron registradas

dentro del predio del proyecto, pero no en el predio testigo (tanto de flora como de fauna); así como las especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y las especies consideradas como exóticas o invasoras según la CONABIO; exclusivamente de aquellas presentes dentro del predio del proyecto, bajo el supuesto de que pueden ser afectadas con el desarrollo del cambio de uso de suelo propuesto.

### C.1. Especies registradas sólo en el predio del proyecto (flora silvestre)

De acuerdo con un análisis previo sobre la composición de especies de la vegetación presente dentro del predio del proyecto, se tuvo como resultado que 18 de ellas fueron registradas dentro del predio pero no en la unidad testigo, las cuales se indican en la siguiente tabla (no se incluyen las especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010).

ESPECIES REGISTRADAS SÓLO EN EL PREDIO DEL PROYECTO		
FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
Arecaceae	<i>Acoelorrhaphe wrightii</i> <sup>16</sup>	Tasiste
Cyperaceae	<i>Cladium jamaicensis</i> <sup>17</sup>	Pasto de sabana
Fabaceae	<i>Diphysa carthagenensis</i> <sup>18</sup>	Tzutzuc

En sentido de lo anterior, a continuación se presenta una ficha técnica de dichas especies, a fin de demostrar que a pesar de no ser registradas en el predio testigo, si se encuentran presentes dentro de la microcuenca, subcuenca y cuenca, por lo que no se compromete su biodiversidad.

Taxón: <i>Acoelorrhaphe wrightii</i> (Griseb. et H. Wendl.) H. Wendl. ex Becc. Ver imágenes >>												
Basónimo: <i>Copernicia wrightii</i> Griseb. & H. Wendl., como "Wrightii". -- <i>Paurotis wrightii</i> (Griseb. & H. Wendl.) Britton, como "Wrightii".												
Sinónimos: <i>Brahea psilocalyx</i> Burret, <i>Acoelorrhaphe pinetorum</i> .												
Nombres comunes: <i>guano prieto, tasiste (español)</i> .												
Distribución en la Península de Yucatán: Ver mapa >>												
Ejemplares de herbario colectados en la península:												
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Campeche: G. Carnevali et al 6104, CICY.</li> <li>■ Q. Roo: H. J. Quero 2814, MEXU.</li> <li>■ Yucatán: P. Simá et al 1432, CICY.</li> </ul>												
Distribución en México: Tab., Chis. y Ver.												
Distribución general: Estados Unidos de Norteamérica (Florida), Centroamérica y Las Antillas.												
Hábito (Vegetación): Árbol (palmera).												
Hábitats: <u>MG_SAP</u>												
Climas: <u>Amf_Aw0_Aw1_Aw1(x)_Aw2_Aw2(x)</u>												
Categoría de riesgo: Atención Menor.												
Uso: Construcción.												
Fenología:												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Flor		X	X	X	X	X						
Fruto					X	X	X	X	X	X	X	

<sup>16</sup> [http://www.cicy.mx/sitios/flora%20digital/ficha\\_virtual.php?especie=112](http://www.cicy.mx/sitios/flora%20digital/ficha_virtual.php?especie=112)

<sup>17</sup> [http://www.cicy.mx/sitios/flora%20digital/ficha\\_virtual.php?especie=203](http://www.cicy.mx/sitios/flora%20digital/ficha_virtual.php?especie=203)

<sup>18</sup> [http://www.cicy.mx/sitios/flora%20digital/ficha\\_virtual.php?especie=1609](http://www.cicy.mx/sitios/flora%20digital/ficha_virtual.php?especie=1609)

Taxón: <i>Cladium jamaicense</i> Crantz Ver imágenes >>																																							
Basónimo: <i>Cladium mariscus</i> (L.) Pohl subsp. <i>jamaicense</i> (Crantz) Kük.																																							
Sinónimos: NA.																																							
Nombres comunes: <i>cortadera, zacate</i> (español); <i>jol che', puuch, puuj, su'uk</i> (maya).																																							
Distribución en la Península de Yucatán: Ver mapa >>																																							
Ejemplares de herbario colectados en la península:																																							
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Campeche: G. Carnevali et al. 6066, CICY, MEXU, MO, C. Chan &amp; J. S. Flores 430 XAL, UADY.</li> <li>■ Q. Roo: S. Escalante 34, CICY, CIQR, MEXU.</li> <li>■ Yucatán: A. Lot 2602, ENCB; M. Ventura 658, CICY.</li> </ul>																																							
Distribución en México: Chis., Coah., Col., S. L. P., Tab., Tamps. y Ver.																																							
Distribución general: Neotrópico.																																							
Habito (Vegetación): Hierba.																																							
Hábitats: <u>MG_DC_SAB_SMSP (zonas húmedas)</u> VS <u>(marismas)</u>																																							
Climas: <u>Aw0_Aw0(x)</u> <u>Aw1_Aw1(x)</u> <u>Aw2_Aw2(x)</u> <u>BS0(h)(x)</u> <u>BS1(h)w</u>																																							
Categoría de riesgo: Atención Menor.																																							
Uso: Forrajera (aves), artesanía, elaboración de sillas para montar a caballo.																																							
Fenología:																																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Ene</th> <th>Feb</th> <th>Mar</th> <th>Abr</th> <th>May</th> <th>Jun</th> <th>Jul</th> <th>Ago</th> <th>Sep</th> <th>Oct</th> <th>Nov</th> <th>Dic</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Flor</td> <td></td> <td>X</td> <td>X</td> <td>X</td> <td>X</td> <td>X</td> <td>X</td> <td>X</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Fruto</td> <td></td> <td>X</td> <td>X</td> <td>X</td> <td>X</td> <td>X</td> <td>X</td> <td>X</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Flor		X	X	X	X	X	X	X					Fruto		X	X	X	X	X	X	X				
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic																											
Flor		X	X	X	X	X	X	X																															
Fruto		X	X	X	X	X	X	X																															

Taxón: <i>Diphysa carthagenensis</i> Jacq. Ver imágenes >>																																							
Basónimo: NA.																																							
Sinónimos: NA.																																							
Nombres comunes: <i>Nombre común desconocido.</i>																																							
Distribución en la Península de Yucatán: Ver mapa >>																																							
Ejemplares de herbario colectados en la península:																																							
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Yucatán: R. Durán &amp; W. Torres 3879, CICY.</li> </ul>																																							
Distribución en México: Sólo en la Península de Yucatán.																																							
Distribución general: Centroamérica y Sudamérica (Colombia y Venezuela).																																							
Habito (Vegetación): Arbusto o árboles de hasta 5 m.																																							
Hábitats: <u>SBCCC</u>																																							
Climas: <u>BS1(h)w</u>																																							
Categoría de riesgo: Atención menor.																																							
Uso: No hay información.																																							
Fenología:																																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Ene</th> <th>Feb</th> <th>Mar</th> <th>Abr</th> <th>May</th> <th>Jun</th> <th>Jul</th> <th>Ago</th> <th>Sep</th> <th>Oct</th> <th>Nov</th> <th>Dic</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Flor</td> <td>X</td> <td>X</td> <td>X</td> <td>X</td> <td></td> <td>X</td> <td></td> <td>X</td> <td></td> <td>X</td> <td>X</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Fruto</td> <td>X</td> <td>X</td> <td>X</td> <td>X</td> <td>X</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>X</td> <td>X</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Flor	X	X	X	X		X		X		X	X		Fruto	X	X	X	X	X				X	X		
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic																											
Flor	X	X	X	X		X		X		X	X																												
Fruto	X	X	X	X	X				X	X																													

De acuerdo con las fichas técnicas que anteceden, sólo 1 especie de las 3 que fueron registradas sólo en el predio del proyecto, es endémica de la Península de Yucatán, a saber: *Diphysa carthagenensis* (Tzuzuc). No obstante su endemismo, su distribución abarca Centroamérica y Sudamérica (Colombia y Venezuela), es decir, se distribuye en más de una Cuenca, mientras que a nivel local se les puede localizar en toda la Cuenca Quintana Roo y en toda la microcuenca Joaquín Zetina Gasca, por lo tanto sus poblaciones no están limitadas solo al predio del Proyecto, y en ese sentido, el cambio de uso de suelo propuesto no pone en riesgo su biodiversidad, aunado a que se pretende ejecutar un rescate de flora silvestre que incluye a dicha especie.

Las 2 especies restantes, que no son endémicas de la Península de Yucatán, se distribuyen en otros Estados del País, incluso se distribuyen en Centroamérica, Sudamérica, las Antillas e incluso en Estados Unidos de Norteamérica; por lo tanto, dada la amplia distribución de sus poblaciones, tampoco se limitan sólo a la superficie del predio del proyecto, y en consecuencia, no se pone en riesgo su biodiversidad con el cambio de uso de suelo.

## C.2. Especies registradas sólo en el predio del proyecto (fauna silvestre)

De acuerdo con un análisis previo sobre la composición faunística presente dentro del predio del proyecto, se tuvo como resultado que 4 especies fueron registradas dentro del predio del proyecto, pero no en la unidad testigo, las cuales se indican en la siguiente tabla (no se incluyen las especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010).

**ESPECIES REGISTRADAS SÓLO  
EN EL PREDIO DEL PROYECTO**

<i>Aratinga nana</i>
<i>Camptostoma imberbe</i>
<i>Columba flavirostris</i>
<i>Icterus auratus</i>
<i>Quiscalus mexicanus</i>
<i>Trogon melanocephalus</i>

En sentido de lo anterior, a continuación de se indica la distribución natural de las poblaciones de dichas especies, a fin de demostrar que a pesar de no ser registradas en el predio testigo, si se encuentran presentes dentro de la microcuenca, subcuenca y cuenca, por lo que no se compromete su biodiversidad.

***Patagioenas flavirostris* (antes *Columba flavirostris*)<sup>19</sup>:**

Por su parte, la paloma morada o paloma piquirroja es una especie de ave columbiforme de la familia Columbidae. Es nativo de Belice, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua y los Estados Unidos. Su hábitat consiste de bosque tropical y subtropical.

## Categorías de riesgo

- o Globalmente

De preocupación menor (LC) (Fuente: Lista roja UICN)

Como podemos observar, se trata también de una especie ampliamente distribuida en el País y en el continente Americano, por lo tanto, el proyecto no compromete su biodiversidad, como en el caso de la especie *Coccyzus minor*.

***Quiscalus mexicanus* (zanate mayor)<sup>20</sup>:**

<sup>19</sup> <http://naturalista.conabio.gob.mx/taxa/3117>

<sup>20</sup> <http://naturalista.conabio.gob.mx/taxa/9607>



Zanate Mayor	
Familia	Icteridae
Nombre científico	Quiscalus mexicanus
Nombre común	Zanate Mayor
Nombre en inglés	Great Tailed Grackle
NOM	sin categoría
UICN	Preocupación menor
NMBCA	No
Endemismo	No endémica



Esta especie se distribuye desde los Estados Unidos en el norte hasta Perú en el sur. Es común dentro de estas regiones e incluso está aumentando su distribución. Su hábitat suele ser las áreas agrícolas y las afueras, donde se alimenta de frutas, semillas e invertebrados. Como podemos observar se trata de una especie cosmopolita, por lo que se puede asegurar que su biodiversidad no será comprometida con el cambio de uso del suelo propuesto.

De acuerdo con la información vertida extraída de la CONABIO, podemos afirmar categóricamente que las especies registradas en el predio del proyecto que no fueron avistadas en el predio testigo, poseen una amplia distribución a nivel nacional e internacional, por lo que sus poblaciones se encuentran estables, al grado de categorizarse como especies de preocupación menor, es decir, no se encuentran en riesgo, y por lo tanto, se asume que no son exclusivas del predio del proyecto y en consecuencia no se compromete su biodiversidad con el cambio de uso de suelo propuesto.



***Camptostoma imberbe* (mosquero lampiño)<sup>21</sup>:**

El mosquerito imberbe, también conocido como mosquerito chillón o mosquero lampiño, es una especie de ave paseriforme de la familia Tyrannidae. Es nativo de Belice, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua y Estados Unidos. Su hábitat natural incluye bosque húmedo tropical y subtropical, sabana, matorrales, humedales y desiertos.

***Icterus auratus* (bolsero yucateco)<sup>22</sup>:**

Distribución histórica: Se distribuye en los estados mexicanos de la Península de Yucatán (Campeche, Yucatán y Quintana Roo) y el noreste de Belice (Meerman 1993, Miller y Miller 1992).

***Trogon melanocephalus* (trogón cabeza negra)<sup>23</sup>:**

*Trogon melanocephalus*, es una especie de aves perteneciente a la familia Trogonidae.

**Distribución y hábitat [editar]**

Se encuentra en Belice, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, y Nicaragua. Su hábitat natural son los bosques secos subtropicales o tropicales, los húmedos bosques de las tierras bajas y los antiguos bosques degradados.

**Referencias [editar]**

- o BirdLife International 2004. *Trogon melanocephalus*. 2006 IUCN Red List of Threatened Species. Consultado el 3 de marzo de 2011.



Como quedó demostrado con las fichas técnicas de las especies que sólo fueron registradas dentro del predio del proyecto, estas presentan una amplia distribución a nivel

<sup>21</sup> <http://www.naturalista.mx/taxa/16968-Camptostoma-imberbe>

<sup>22</sup> <http://www.naturalista.mx/taxa/9332>

<sup>23</sup> <http://www.naturalista.mx/taxa/20737-Trogon-melanocephalus>

de toda la Cuenca, e incluso a nivel de otras Cuencas a nivel Nacional, destacando algunas con distribución incluso fuera del País. Esto nos indica, que aun cuando no fueron registradas dentro del predio testigo durante los muestreos, dada la cercanía que este tiene con respecto al predio del proyecto, no se descarta la posibilidad de que las mismas se distribuyan en toda la microcuenca; por lo tanto, el cambio de uso de suelo propuesto no compromete su biodiversidad.

### C.3. Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (flora silvestre)

De acuerdo con el listado de especies de flora silvestre presente dentro del predio del proyecto, se tuvo como resultado que 1 especie se encuentra listada en alguna categoría de riesgo de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana en comento, a saber: *Beaucarnea plibilis* (despeinada), en la categoría de especie amenazada. A continuación se presenta una ficha técnica de estas especies.

Taxón: <i>Beaucarnea plibilis</i> (Baker) Rose. Ver imágenes >>												
Basónimo: <i>Dasyliirion plibilis</i> Baker.												
Sinónimos: <i>Beaucarnea ameliae</i> Lundell, <i>Beaucarnea petenensis</i> (Lundell) Lundell -- <i>Dracaena petenensis</i> Lundell.												
Nombres comunes: <i>despeinada, pata de elefante (español); ts'iipil (maya).</i>												
Distribución en la Península de Yucatán: Ver mapa >>												
Ejemplares de herbario colectados en la península:												
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Campeche: E. Martínez S. et al. 30590, MEXU, MO.</li> <li>■ Q. Roo: O. Téllez &amp; E. Cabrera 3228, MEXU, MO.</li> <li>■ Yucatán: M. Méndez &amp; P. Simá 248, CICY, MO.</li> </ul>												
Distribución en México: Sólo en la Península de Yucatán.												
Distribución general: Centroamérica (Guatemala y Belice).												
Habito (Vegetación): Hierba.												
Hábitats: <a href="#">SBCCC</a> , <a href="#">SMSC</a> , <a href="#">SBSC</a> , <a href="#">SBI</a>												
Climas: <a href="#">Aw0</a> , <a href="#">Aw0(x)</a> , <a href="#">Aw1</a> , <a href="#">BS1(h)w</a>												
Categoría de riesgo: Amenazada (NOM-059-ECO-2001). Es una especie bastante común en el área norte de la Península y además ampliamente cultivada.												
Uso: Ampliamente cultivada como planta ornamental.												
Fenología:												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Flor	X	X	X	X								
Fruto					X	X	X	X	X			

Como podemos observar, la especie es endémica de la Península de Yucatán; sin embargo, también se distribuye en Centroamérica (Guatemala y Belice), por lo tanto se asume que sus poblaciones están ampliamente distribuidas. Así mismo, es importante resaltar que la especie también fue registrada dentro de la unidad testigo, es decir, a nivel de la Microcuenca; así mismo, el proyecto contempla llevar a cabo su rescate, otorgándole un mayor número individuos por unidad de superficie, con lo que se asegura que el cambio de uso de suelo, no compromete su biodiversidad.

#### C.4. Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (fauna silvestre)

De acuerdo con el listado de especies de flora silvestre presente dentro del predio del proyecto, se tuvo como resultado que 4 especies se encuentran listadas en alguna categoría de riesgo de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana en comento, las cuales se indican en la siguiente tabla.

ESPECIES EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010				
REGISTRO	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ESTATUS
1	Colubridae	<i>Leptophis mexicanus</i>	Culebra perico mexicana	Amenazada
2	Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana rayada	Amenazada
3	Psittacidae	<i>Aratinga nana</i>	Kili	Protección especial

***Leptophis mexicanus***.- Se distribuye desde Tamaulipas por la vertiente del Atlántico y desde Nayarit, por la vertiente del pacífico hacia el sur juntándose ambas en el Istmo de Tehuantepec y continuándose hacia toda la Península de Yucatán hasta Sudamérica (Duellman, 1965; Smith y Smith, 1976; Flores y Gerez, 1994; Lee, 1996, Campbell, 1998). Se ha reportado para varias localidades de los estados de Campeche, Nayarit, San Luis Potosí, Jalisco, Tamaulipas, Puebla, Guerrero, Veracruz, Oaxaca, Tabasco, Chiapas, Yucatán y Quintana Roo<sup>24</sup>.

***Ctenosaura similis***.- La localidad tipo para esta especie es Tela, Honduras y el rango de distribución conocido para *C. similis* son las áreas costeras del Istmo de Tehuantepec en la Costa del Pacífico y centro de Veracruz hasta Panamá, y en México se reporta para los estados de Veracruz, Tabasco, Campeche, Yucatán, Quintana Roo, Oaxaca y Chiapas (Smith y Taylor, 1950)<sup>25</sup>.

***Aratinga nana***.- Está ampliamente distribuido por Centroamérica (desde México a Panamá) y algunas islas caribeñas (Islas Caimán, Jamaica y La Española)<sup>26</sup>.

De acuerdo con lo anterior, determinamos que a pesar de que el cambio de uso de suelo propuesto implica la pérdida del hábitat potencial para estas especies, dentro del predio del proyecto, sus poblaciones no se encuentran en riesgo, dado que se conservarán áreas verdes que podrán fungir como refugio o hábitat de estas especies durante la remoción de la vegetación. Así mismo, se contempla la ejecución de un programa de rescate de fauna silvestre que incluye a estas especies, por lo tanto no se compromete su biodiversidad. Si a esto le agregamos que se trata de especies que no son exclusivas

<sup>24</sup> <http://conabio.inaturalist.org/taxa/29705-Leptophis-mexicanus>

<sup>25</sup> <http://naturalista.conabio.gob.mx/taxa/35303-Ctenosaura-similis>

<sup>26</sup> <http://naturalista.conabio.gob.mx/taxa/19190-Aratinga-nana>

de la Cuenca Quintana Roo, si no que se distribuyen en varios Estados del territorio nacional, e incluso a nivel de otros Países en el continente Americano; además que las especies *Leptophis mexicanus* y *Ctenosaura similis*, mantienen poblaciones dentro de la unidad testigo, es decir, dentro de la microcuenca y por ende dentro de la Cuenca y Subcuenca.

### 12.1.2. No se provocará la erosión de los suelos

#### A. Erosión actual y erosión potencial del suelo

La metodología y cálculos estimados con respecto a la erosión actual que ocurre en la superficie de cambio de uso de suelo propuesta, sin el proyecto; así como la metodología y los cálculos realizados para estimar la erosión potencial del suelo con el proyecto, pueden ser consultados en el contenido del capítulo 8 del presente estudio, por lo que se sugiere remitirse a dicho apartado.

De acuerdo con la información vertida en el capítulo 8 del presente estudio, tenemos que la erosión neta para el predio del proyecto es de **-1.64 Ton/ha/año**; lo que significa que anualmente se repone (el resultado fue negativo) una lámina de suelo de 0.164 mm, si consideramos que 1 mm de suelo es igual a 10 ton/ha de suelo (Martínez, M., 2005); y en ese sentido podemos concluir que en la superficie de aprovechamiento proyectada, sin el proyecto, no existe erosión pues la tasa media de deposición del suelo es superior a la tasa media de erosión.

Considerando lo señalado en el párrafo que antecede, podemos concluir categóricamente que dadas las condiciones en las que se encuentra actualmente el predio del proyecto, no existe evidencia de degradación o pérdida de la capacidad productiva natural del suelo, al contrario, existe una deposición anual de 0.164 mm de suelo.

Así mismo, de acuerdo con la información presentada en ese mismo capítulo del presente estudio, tenemos que la erosión potencial calculada para la superficie de aprovechamiento, nos indica que se perderían 71.59 ton/ha/año en la superficie de cambio de uso de suelo con la eliminación de la vegetación, pero sin medidas preventivas, de mitigación o de conservación de suelos; lo que significa que anualmente se perdería una lámina de suelo de 7.16 mm (0.71 cm), si consideramos que 1 mm de suelo es igual a 10 ton/ha de suelo (Martínez, M., 2005).

Entonces tenemos que si la capa de suelo que se estima existe en la superficie de CUSTF, es de 17.5 cm (175 mm) en promedio<sup>(27)</sup>, podemos afirmar que el suelo se perdería por procesos erosivos en su totalidad, en un plazo de 24 años (17.5 / 0.71), si consideramos que se estima una pérdida de 0.71 cm anuales (según los resultados obtenidos del cálculo de erosión potencial), lo cual se considera un plazo bastante extenso y que nos indica que la superficie de CUSTF no posee tierras frágiles.

Aunado a lo anterior, es importante considerar que la regeneración natural de un ecosistema de Selva a nivel del sotobosque, generalmente ocurre en un plazo estimado de 1 a 2 años, según experiencias previas en campo; lo cual resulta relevante toda vez que se trata de la primera capa cobertora a favor de la protección de los suelos; entonces se considera corto el tiempo que transcurriría para que se restablezca nuevamente el factor de protección del suelo que ha sido eliminado hipotéticamente, es decir, la cobertura vegetal; y en consecuencia, en esos dos años se perderían 1.42 cm de tierra de acuerdo con los cálculos realizados, por lo que no se alcanzaría el plazo de los 24 años que se requieren para que se erosione por completo el suelo existente en la superficie de CUSTF.

### **B. Factor de protección de la vegetación “C”<sup>28</sup>**

El proceso de erosión está fuertemente condicionado por la cobertura que ofrece la vegetación. Esta proporciona una eficaz protección al suelo, minimizando su pérdida bajo diferentes situaciones desfavorables.

La vegetación lleva a cabo su papel protector de diferentes formas: por una parte disipa la energía cinética de las gotas de lluvia, evitando que éstas incidan directamente sobre el suelo; los tallos hacen que el flujo laminar del agua al escurrir se ralentice, reduciéndose la capacidad de transporte de partículas de suelo en suspensión; las raíces proporcionan estabilidad y un aumento de la porosidad del suelo que redundará en una mayor tasa de infiltración; y además las áreas con vegetación abundante favorecen el depósito del suelo arrastrado por el agua, evitando su pérdida a través de la red de drenaje.

<sup>27</sup> Rendzinas (suelo predominante en el predio) con espesor por debajo de los 25 cm; litosoles (suelo secundario en el predio) con espesor menor a 10 cm. INEGI, capítulo 5 del presente estudio.

<sup>28</sup><http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Publicaciones/Lists/CursoTaller%20Desarrollo%20de%20capacidades%20orientadas%20a/Attachments/23/01.pdf>

Este aspecto protector de la vegetación se ha puesto de relieve en la Ecuación Universal de Pérdidas de Suelo mediante su cuantificación en un factor "C", denominado de protección de la cobertura vegetal. Obviamente el valor de este factor variará en función de la clase y calidad de esta cobertura, oscilando sus valores desde un mínimo del 0,001 para las cubiertas forestales más densas hasta un valor de 1 para el suelo desnudo.

Una característica especialmente reseñable de este factor es la gran facilidad con que se puede modificar, generalmente por la mano del hombre, acrecentándose o disminuyendo el proceso erosivo en función del tipo de actuación realizada, ya sea encaminada hacia usos inadecuados o hacia el control de este proceso.

Como ya se ha comentado anteriormente, los valores que puede tomar el factor C presentan una alta variabilidad, fruto tanto de la facilidad de transformación de la cubierta vegetal como de sus distintas fases de desarrollo. En las zonas de vegetación natural C se mantiene constante, generalmente, durante todo el año en contraposición de lo que ocurre en las tierras dedicadas a uso agrícola. Es en esta última situación cuando el cálculo del factor C se hace más complicado puesto que dependerá de los niveles de protección que ofrezcan las diferentes alternativas de cultivo, de la distribución local de las precipitaciones, de los niveles de productividad de los cultivos, de las distintas fases de desarrollo de éstos, de las prácticas de cultivo y del manejo de los residuos después de la cosecha.

El factor de protección "C" se estima dividiendo las pérdidas de suelo de un lote con cubierta vegetal 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. Los valores de C que se reportan para diferentes partes del mundo y para México se presentan en el siguiente cuadro:

<b>TABLA DE VALORES DE C</b>			
<b>CUBIERTA VEGETAL</b>	<b>NIVEL DE PRODUCTIVIDAD</b>		
	<b>ALTO</b>	<b>MODERADO</b>	<b>BAJO</b>
Suelo desnudo	1.0	-	-
Maíz	0.54	0.62	0.80
Maíz labranza cero	0.05	0.10	0.15
Maíz rastrojo	0.10	0.15	0.20
Algodón	0.30	0.42	0.49
Pastizal	0.004	0.01	0.10
Alfalfa	0.020	0.050	0.10
Trébol	0.025	0.050	0.10
Sorgo grano	0.43	0.55	0.70

TABLA DE VALORES DE C			
CUBIERTA VEGETAL	NIVEL DE PRODUCTIVIDAD		
	ALTO	MODERADO	BAJO
Sorgo grano rastrojo	0.11	0.18	0.25
Soya	0.48	-	-
Soya después de maíz con rastrojo	0.18	-	-
Trigo	0.15	0.38	0.53
Trigo rastrojo	0.10	0.18	0.25
Bosque natural	0.001	0.01	0.10
Sabana en buenas condiciones	0.01	0.54	-
Sabana sobrepastoreada	0.1	0.22	-
Maíz - sorgo, Mijo	0.4 a 0.9	-	-
Arroz	0.1 a 0.2	-	-
Algodón, tabaco	0.5 a 0.7	-	-
Cacahuete	0.4 a 0.8	-	-
Palma, cacao, café	0.1 a 0.3	-	-
Piña	0.1 a 0.3	-	-
Bosques área cubierta del 75 al 100%*	0.003 – 0.011	-	-
Bosques área cubierta del 45 al 70%*	0.010 – 0.040	-	-
Bosques área cubierta del 25 al 40% con residuos*	0.41	-	-
Bosques área cubierta del 25 al 40% sin residuos*	0.84	-	-

\*Tomado de: (29)

Para estimar la erosión del suelo consideramos que al interior del predio del proyecto, existe un bosque natural (selva baja subcaducifolia) que lo cubre en su totalidad, de acuerdo con el plano de vegetación presentado en el capítulo 5, o sea, con cobertura del 100%. Entonces el valor de C que se está tomando en cuenta para calcular la erosión potencial, es el de 0.003, por lo cual la fórmula sería<sup>30</sup>:

$$E_p = R * K * LS * C$$

$$E_p = (8,314.50) (0.021) (0.41) (0.003)$$

$$E = 0.21 \text{ t/ha año}$$

El valor del factor de erosión estimado, con el factor de cobertura C, es de 0.21 ton/ha/año, valor que se encuentra por debajo de la media permisible que es de 10 ton/ha/año, considerado como el valor el máximo para México<sup>31</sup>. Por consiguiente, la erosión estimada considerando el desarrollo del proyecto, será escasamente significativa y por lo tanto el proyecto es factible, ya que no se está sobrepasando el límite establecido.

<sup>29</sup> Jesús Gracia Sánchez. Pérdida de suelo en cuencas. Versión actualizada del Capítulo 17 del Manual de Ingeniería de Ríos que el Insituto de Ingeniería elaboró para la Comisión Nacional del Agua. Universidad Nacional Autónoma de México.

<sup>30</sup> Los valores de R, K y LS, fueron calculados en el Capítulo 8 del presente estudio.

<sup>31</sup><http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Publicaciones/Lists/CursoTaller%20Desarrollo%20de%20capacidades%20orientadas%20a/Attachments/6/04estim-eros-sue.pdf>



En sentido de lo anterior, tenemos que el proyecto de acuerdo con su naturaleza, no provocará la erosión de los suelos.

Cabe señalar que 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 siguientes:

**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.

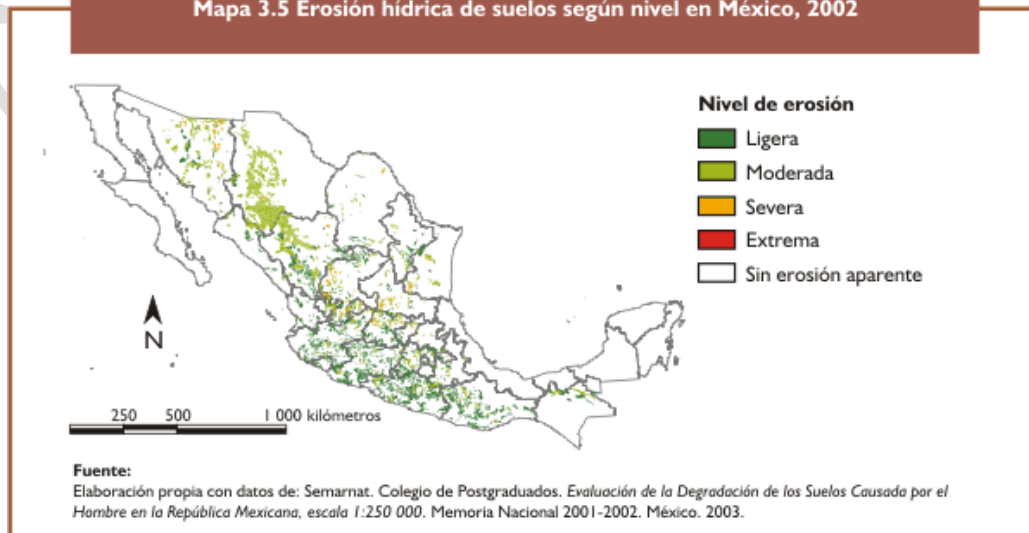
**Erosión eólica:** Corresponde a la provocada por el viento.

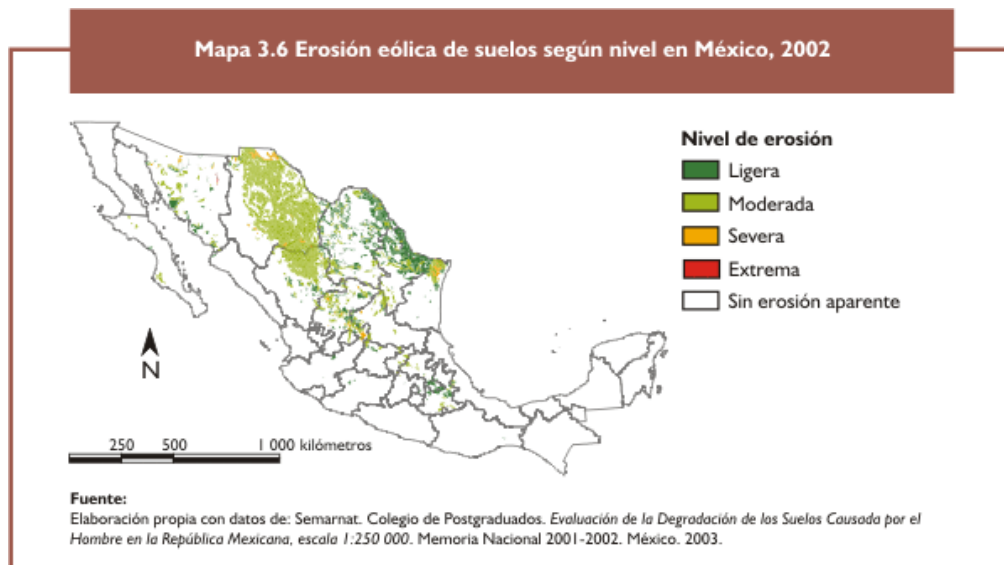
**Erosión Química:** Está muy asociada a la intensificación de la agricultura, ésta se debe a la reducción de su fertilidad por pérdida de nutrientes.

**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), para el estado de Quintana Roo la degradación de los suelos por causas hídricas o eólicas corresponde a cero, es decir, no existe erosión.

Mapa 3.5 Erosión hídrica de suelos según nivel en México, 2002





Así mismo se observa que la degradación química en la península de Yucatán, se da en el estado de Yucatán y en el estado de Quintana Roo solo en las zonas agropecuarias de la parte centro sur del estado, no así en la parte Norte que es donde se ubica el predio del proyecto.

José Ibáñez (2006), 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 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.

### 12.1.3. No se provocará la disminución de la captación de agua

Para poder determinar que no se provocará la disminución en la captación de agua, a continuación se presenta un análisis comparativo entre la cantidad de agua que es captada en la superficie de cambio de uso de suelo, y aquella que puede ser captada en la microcuenca.

#### A. Cantidad de agua captada en la superficie de cambio de uso de suelo

La captura de agua o desempeño hidráulico, es el servicio ambiental que producen las áreas arboladas al impedir el rápido escurrimiento del agua de lluvia precipitada,

proporcionando la infiltración de agua que alimenta los mantos acuíferos y la prolongación del ciclo del agua. El agua infiltrada o percolada, corresponde a la cantidad de agua que en realidad está capturando el bosque y que representa la oferta de agua producida por este (Torres y Guevara, 2002).

El potencial de infiltración de agua de un área arbolada, depende de un gran número de factores como: la cantidad y distribución de la precipitación, el tipo de suelo, las características del mantillo, el tipo de vegetación y geomorfología del área, entre otros. Esto indica que la estimación de captura de agua debe realizarse por áreas específicas y con información muy fina sobre la mayor parte de las variables arriba señaladas (Torres y Guevara, 2002).

La estimación de volúmenes de infiltración de agua en áreas forestales que a continuación se presenta, se desarrolló siguiendo el modelo de escurrimiento general a través de la estimación de coeficientes de escurrimiento (IMTA, 1999). El modelo asume que el coeficiente de escurrimiento ( $C_e$ ) se puede estimar como sigue:

$$C_e = K (P-500) / 200 \text{ cuando } K \text{ es igual o menor a } 0.15; \text{ y}$$

$$C_e = K (P-250) / 2000 + (K-0.15) / 1.5 \text{ cuando } K \text{ es mayor que } 0.15$$

$K$  es un factor que depende de la cobertura arbolada y del tipo de suelo, lo cual puede apreciarse en el cuadro 9 que se presenta en la página siguiente.

CUADRO 9. VALORES DE  $K$  PARA DIFERENTES TIPOS DE SUELO Y DIFERENTES COBERTURAS ARBOLADAS.

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	0.30

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, arcillas).

FUENTE: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua 1999.

Para la estimación de volúmenes de infiltración de agua en la superficie de cambio de uso de suelo sin el proyecto, se tomó como base la información del inventario forestal y el valor promedio de precipitación anual para la zona donde se ubica. También se consideró el supuesto del modelo que refiere que bosques con volúmenes superiores a 190 m<sup>3</sup>/ha son bosques con más del 75% de cobertura; los que se encuentran entre 100-190 m<sup>3</sup>/ha son bosques con 50-75% de cobertura; los que varían entre 35-100 m<sup>3</sup>/ha son bosques con 25-50% de cobertura y finalmente los que presentan volúmenes menores a 35 m<sup>3</sup>/ha son bosques con menos del 25% de cobertura. Así mismo, considerando que el predio se ubica dentro de una zona con posibilidades altas de funcionar como acuífero (según la carta de hidrología subterránea del INEGI), entonces asumimos que los suelos son tipo A (suelos permeables).

Considerando lo señalado anteriormente, tenemos que el valor de **P** (precipitación media anual) para la zona donde se ubica el predio es de 1,000 mm y el valor de **K** es de 0.07, considerando que la superficie de CUSTF se ubica en una zona donde los suelos son de tipo A; y dado que el volumen de su masa forestal es de 14.66 m<sup>3</sup>/ha (cobertura de menos del 25%), como se indica en el siguiente cuadro.

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	0.30

Sustituyendo los valores en la fórmula, obtenemos lo siguiente:

$$C_e = K (P-250) / 2000 + (K-0.15) / 1.5 \text{ (ya que el valor de K es mayor a 0.15)}$$

$$C_e = (0.22) (1,000 - 250) / 2000 + (0.22-0.15) / 1.5$$

$$C_e = (0.22) (750 / 2000) + (0.07 / 1.5)$$

$$C_e = (0.22) (0.375 + 0.046)$$

$$C_e = (0.22) (0.421)$$

$$C_e = (0.093)$$

Entonces tenemos que el coeficiente de escurrimiento (**C<sub>e</sub>**) en la superficie de cambio de uso de suelo, con cobertura vegetal de menos del 25%, es decir, sin el proyecto, es de 0.093.

Luego entonces, para calcular el escurrimiento medio anual, es necesario conocer el valor de la precipitación media, el área de drenaje y su coeficiente de escurrimiento. La fórmula a utilizar es la siguiente:

$$Ve = P * At * Ce$$

Donde:

Ve = Volumen medio anual de escurrimiento (m<sup>3</sup>)

A = Área total sujeta a cambio de uso de suelo (m<sup>2</sup>)

C = Coeficiente de escurrimiento anual

P = Precipitación media anual (m<sup>3</sup>)

De acuerdo con los sistemas de conversión, 1 mm equivale a 1 litro de agua por cada metro cuadrado, es decir, si se vierte 1 litro de agua en un metro cuadrado, la altura que alcanza es de 1 mm. Entonces tenemos que 1000 mm de precipitación media anual, equivalen a 1,000 litros de agua por metro cuadrado. Así mismo, tenemos que 1000 litros de agua equivalen a 1 m<sup>3</sup>, por lo tanto, tenemos que 1,000 mm de precipitación media anual de la zona en donde se ubica el predio equivalen a 1 m<sup>3</sup> de agua.

Sustituyendo los valores a partir de la ecuación antes citada, resultó lo siguiente:

$$Ve = P * At * Ce$$

$$Ve = 1 \text{ m}^3 * 366,571.65 \text{ m}^2 * 0.093$$

$$Ve = 33,951.87 \text{ m}^3/\text{m}^2$$

Por otra parte, el volumen de infiltración puede estimarse con la siguiente ecuación (Aparicio, 2006):

$$I = P - Ve$$

Donde:

I: Volumen estimado de infiltración en el área de interés (m<sup>3</sup>)

P: Precipitación media anual (m<sup>3</sup>) \* superficie de cambio de uso de suelo (m<sup>2</sup>)

E: Volumen estimado de escurrimiento en el área de interés (m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>)

Sustituyendo los valores en la ecuación, obtenemos lo siguiente:

$$I = P - Ve$$

$$I = (1 \text{ m}^3) (366,571.65 \text{ m}^2) - 33,951.87 \text{ m}^3/\text{m}^2$$

$$I = 366,571.65 \text{ m}^3/\text{m}^2 - 33,951.87 \text{ m}^3/\text{m}^2$$

$$I = 332,619.78 \text{ m}^3/\text{m}^2$$

Considerando los cálculos realizados en los apartados anteriores, podemos concluir que actualmente en la superficie de cambio de uso de suelo se capta un volumen de 332,619.78 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>, y se pierden 33,951.87 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> anuales por escurrimiento.

## B. Cantidad de agua captada en la microcuenca

Para calcular la cantidad de agua que puede ser captada en la microcuenca, la cual posee una precipitación media anual de 1,000 mm en promedio, se consideró la superficie de la UGA 21 "Zona urbana de Cancún" del POEL de Benito Juárez (modificación 2014), en la que se ubica el predio del proyecto, la cual posee una superficie total de 19,748.11 hectáreas con cobertura vegetal de acuerdo con la ficha técnica de dicha UGA, las cuales actúan en la captación de agua pluvial en el sistema; por lo tanto se trata de un sistema con 56.52% de cobertura vegetal, pues la superficie total de la UGA es de 34,937.17 hectáreas. En ese sentido el valor de **K** es de 0.12, considerando que el predio testigo se ubica en una zona donde los suelos son permeables (según la carta de hidrología subterránea del INEGI).

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	0.30

Sustituyendo los valores en la fórmula, obtenemos lo siguiente:

$$C_e = K (P-500) / 200 \text{ (ya que el valor de K es menor a 0.15)}$$

$$C_e = (0.12) (1,000 - 500) / 200$$

$$C_e = (0.12) (500 / 200)$$

$$C_e = 0.12 / 2.5$$

$$C_e = 0.048$$

Entonces tenemos que el coeficiente de escurrimiento (**C<sub>e</sub>**) en la unidad de análisis de la microcuenca (UGA 21 del POEL-BJ) es de 0.048.

Una vez calculado el coeficiente de escurrimiento, se procede a estimar el volumen de escurrimiento y el volumen de infiltración, anuales, conforme a lo siguiente

Volumen de escurrimiento anual:

$$Ve = P * At \text{ (superficie de la unidad de análisis con cobertura vegetal)} * Ce$$

$$Ve = P * At * Ce$$

$$Ve = 1 \text{ m}^3 * 349'371,700 \text{ m}^2 * 0.048$$

$$Ve = 16'769,841.6 \text{ m}^3/\text{m}^2$$

Volumen de infiltración anual:  $I = P - Ve$

$$I = P - Ve$$

$$I = (1 \text{ m}^3) (349'371,700 \text{ m}^2) - 16'769,841.6 \text{ m}^3/\text{m}^2$$

$$I = 349'371,700 \text{ m}^3/\text{m}^2 - 16'769,841.6 \text{ m}^3/\text{m}^2$$

$$I = 332'601,858.4 \text{ m}^3/\text{m}^2$$

Considerando los cálculos realizados en los apartados anteriores, podemos concluir que actualmente en la superficie de la unidad de análisis a nivel de la microcuenca (UGA 21 del POEL-BJ), se capta un volumen de 332'601,858.4 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> anuales, y se pierden 16'769,841.6 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> anuales por escurrimiento.

#### 12.1.4. Conclusiones

Considerando el volumen de captación de agua que ocurre en la superficie de CUSTF (332,619.78 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> anuales), en comparación con el volumen de captación de agua estimado para la unidad de análisis de la microcuenca (332'601,858.4 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>), podemos concluir que la captación de agua en cantidad no se verá comprometida con el cambio de uso de suelo propuesto, toda vez que sólo se estaría perdiendo el 0.10% de la captación total que ocurre en la unidad de análisis. Y si a esto le sumamos que el predio del proyecto conservará el 40% de su superficie como área permeable, entonces podemos asegurar categóricamente que la captación de agua en cantidad que acontece en la microcuenca, e incluso a nivel del predio, no se verá comprometida con el cambio de uso de suelo propuesto; de igual forma, podemos concluir que la captación de agua en cantidad, es más importante a nivel de la microcuenca, que aquella que ocurre a nivel de la superficie de CUSTF, considerando el volumen de agua que es captada en ambos sistemas.

#### 12.1.5. No se provocará el deterioro de la calidad del agua

Para no comprometer la calidad del acuífero subterráneo, y por lo tanto, evitar que se comprometa la captación de agua en calidad, el proyecto tiene contemplado llevar a cabo una serie de acciones que permitirán prevenir y en su caso, evitar la contaminación del acuífero, las cuales se describen a continuación:

- **Medida 1.** Se contará con un equipo de respuesta rápida ante un derrame accidental de hidrocarburos por uso de maquinaria; con la finalidad de prevenir la contaminación del acuífero derivado de sustancias potencialmente contaminantes.
- **Medida 2.** Se instalarán sanitarios portátiles tipo “Sanirent” durante el cambio de uso del suelo, a razón de 1 por cada 20 trabajadores, con lo cual se evitará la micción y defecación al aire libre, y en consecuencia se estará evitando la contaminación del acuífero por el vertimiento de aguas residuales directamente al suelo sin previo tratamiento. Cabe mencionar que las aguas residuales que se generen en los sanitarios, serán retirados del predio por la empresa prestadora del servicio, con lo que se garantiza que existirá un correcto manejo, retiro y disposición final de dichos residuos.
- **Medida 3.** Se instalarán contenedores herméticamente cerrados para el almacenamiento temporal de residuos sólidos urbanos, con la finalidad de llevar un estricto control sobre dichos residuos en la obra, evitando de esta manera que se generen lixiviados que pudieran derramarse al suelo y por ende, penetrar el subsuelo y contaminar el acuífero.

Con las medidas antes descritas, sumadas a las descritas en el capítulo 10, se puede concluir que el proyecto no será una fuente generadora de agentes potencialmente contaminantes para el acuífero; por lo que se puede concluir que el cambio de uso de suelo propuesto, no pone en riesgo la prestación del servicio ambiental de captación de agua en calidad.

## 12.2. JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA

### 12.2.1. El uso de suelo propuesto es más productivo a largo plazo

En este apartado se demuestra que los usos alternativos del suelo que se proponen, son más productivos a largo plazo, que si se mantuviera el predio en sus condiciones originales.

De acuerdo con la información presentada en el capítulo 15 del presente estudio, la estimación del valor económico total de los recursos biológicos de la superficie de cambio



de uso de suelo, considerando los valores de uso (directo e indirecto) y no uso (opción, legado y existencia), asciende a la cantidad de **\$13'824,330.45** (son trece millones, ochocientos veinticuatro mil, trescientos treinta pesos 45/100 M. N.) por un plazo de 30 años equivalente al tiempo de vida útil del proyecto.

Por otra parte, el monto de la inversión programada para la ejecución del cambio de uso de suelo, considerando la renta de maquinaria, la contratación de mano de obra, la supervisión del proyecto, etc., es de **\$2'500,000.00** (son dos millones, quinientos mil pesos 00/100 M.N.); los cuales permearan a distintos sectores de la sociedad, desde el gobierno Municipal, Estatal y Federal, hasta comercios locales y especializados, así como a la gente de la localidad a través de la contratación de mano de obra.

Por otro lado, se tiene que la etapa constructiva del proyecto, la cual no se somete a evaluación, requiere de una inversión aproximada de **25'250,000.00** (son veinticinco millones doscientos cincuenta mil pesos 00/100 M.N.), misma que se destinará a la compra de materiales de construcción, a la contratación de mano de obra, pago de permisos diversos, y la construcción misma de las obras.

Finalmente, se estima que los recursos que se obtendrían por la venta de los lotes, generaría ingresos brutos de \$25'000,000.00 (son veinticinco millones de pesos 00/100 M. N.) anuales, por un plazo de 4 años lo que permitiría cubrir los gastos de operación y mantenimiento, solventando los costos de amortización de la inversión en un tiempo razonable, además de generar utilidades. Si esta cifra la extrapolamos a los 4 años proyectados, entonces los ingresos brutos ascienden a la cantidad de \$100'000,000.00 (son cien millones de pesos 00/100 M.N.).

Finalmente, durante la operación del proyecto, con la construcción de viviendas, áreas comerciales, de esparcimiento y recreación, se generarán ingresos al Municipio con el pago del impuesto predial, pago de permisos diversos, etc., lo que generaría un ingreso anual de aproximadamente 5'529,600.00 (son cinco millones, quinientos veintinueve mil seiscientos pesos 00/100 M.N.) anuales, que extrapolados a los 30 años de vida útil del proyecto, obtenemos un gran total de 165'888,000.00 (son ciento sesenta y cinco millones, ochocientos ochenta y ocho mil pesos 100/100 M. N.).

Así, los ingresos estimados por el uso mixto que se le pretende dar al terreno forestal en cuestión, asciende a un gran total de \$293'638,000.00 (son doscientos noventa y tres millones, seiscientos treinta y ocho mil pesos 00/100 M.N.). En este sentido, aunque el proyecto implica la remoción de vegetación, representa, desde el punto de vista económico, una aportación monetaria significativa, y es claramente mayor a los ingresos que implicaría el aprovechamiento de los recursos biológicos forestales, ya que éste

último tan sólo representa el 4.71% del monto económico calculado, derivado del aprovechamiento del predio para destinarlo a usos de suelo no forestales; por lo tanto, se concluye categóricamente que el cambio de uso de suelo propuesto será más productivo a largo plazo (a un tiempo estimado de 30 años), que si se mantuviera en sus condiciones originales.

### 12.3. JUSTIFICACIÓN SOCIAL

En éste punto es importante mencionar que el predio del proyecto se ubica en una zona con alto potencial para el desarrollo urbano de la Ciudad de Cancún, en particular se ubica dentro de una zona regulada por el Programa de Desarrollo Urbano de Cancún; y según dicho instrumento normativo, en el predio del proyecto se puede llevar a cabo un desarrollo de tipo habitacional a través de la construcción de viviendas, según los usos de suelo aplicables. En éste sentido, resulta importante hacer mención que el cambio de uso de suelo que se propone a través del presente estudio, dará paso a un proyecto urbano de tipo habitacional, el cual será sometido a evaluación en su momento procesal oportuno, ante las autoridades competentes.

Para entender la importancia social que tiene el proyecto propuesto, primeramente habrá que considerar la problemática actual que acontece en la zona donde éste se ubica, partiendo desde lo general hasta lo particular, como se describe a continuación:

A nivel Municipal, Benito Juárez ha rebasado los límites de crecimiento pronosticados en los Planes Directores anteriores al año 2000. En el año 1990 el municipio registró una población de 176,795 habitantes y para el 2007 alcanzó una población cercana a los 625 mil habitantes con una tasa media de crecimiento anual de 7.7 %.

Por otra parte, el crecimiento demográfico de la Ciudad de Cancún ha sido uno de los más sobresalientes en el país; lo cual ha generado, a su vez, que el desenvolvimiento urbano de este centro de población haya sido también explosivo. Cancún se encuentra en la zona turística denominada Corredor Cancún-Riviera Maya, la cual se ha convertido en la principal zona generadora de divisas y empleo relacionado con el turismo en el país, lo que explica su acelerado crecimiento.

De acuerdo al crecimiento de la población esperado para Cancún en los próximos años, y tomando en consideración que la densidad de población en las nuevas zonas de desarrollo deberá establecerse por debajo de los índices actuales, ubicándose en

alrededor de 40 habitantes por hectárea, encontramos que se requieren alrededor de 5,400 hectáreas sólo para el desarrollo de vivienda.

El crecimiento de la población y de las actividades económicas de la ciudad de Cancún ha rebasado las previsiones de su Programa original de desarrollo y las de su actualización, publicada en el año de 1993. Esta circunstancia ha dado como resultado el surgimiento de asentamientos irregulares, o la apertura improvisada de nuevas zonas urbanas sin la debida integración a la estructura urbana y al sistema vial y de transporte. En la mayoría de los casos, sin el establecimiento de derechos de vía adecuados para la infraestructura requerida.

La planeación anteriormente descrita fue rebasada por el rápido incremento de la población, sin que se atendieran en forma oportuna las crecientes demandas de previsión de vivienda, equipamiento e infraestructura para brindar las condiciones adecuadas a la población que migró hacia Cancún en busca de mejorar su situación económica (PDU de Cancún vigente).

Visto lo anterior, está por demás mencionar que el cambio de uso de suelo que se propone, resulta necesario realizarse para dar paso a la construcción del desarrollo que se pretende llevar a cabo y que en su momento se someterá a evaluación ante las autoridades competentes. El desarrollo contribuirá a reducir, aunque en menor escala, la actual demanda de vivienda que acontece en la zona en la que se circunscribe; por lo tanto, aportará un gran beneficio para la sociedad al proporcionar viviendas dignas para su bienestar y desarrollo familiar.

Aunado a lo anterior, resulta importante mencionar que todo desarrollo habitacional o urbano, conlleva la creación de áreas verdes ajardinadas, parques, áreas de equipamiento, centros comerciales, vialidades y áreas de recreo y esparcimiento para la gente que lo habite y de aquellos que viven en los desarrollos aledaños; lo que proveerá de bienestar social para la gente que reside en la Ciudad de Cancún.

Por último, no hay que dejar de mencionar la alta oferta de empleo directa e indirecta que generará el proyecto, puesto que sus dimensiones permiten estimar que se producirán 50 empleos sólo para la etapa de cambio de uso de suelo que se propone en el presente estudio; y adicionalmente se tiene contemplada la generación de otros 50 empleos adicionales de tipo temporal y 50 empleos permanentes durante la etapa constructiva (que no es objeto del presente estudio); y finalmente se espera generar alrededor de 4,000 empleos temporales durante la construcción de las viviendas, áreas comerciales, etc., en cada lote que se convierta en propiedad privada; por lo que en total se estarían generando 4,150 empleos: 4,100 temporales y 50 permanentes, considerando el cambio de uso de suelo del predio para destinarlo a actividades no forestales. Estas cifras permiten asumir, que el proyecto tendrá un alto impacto social, puesto que generará ingresos económicos para los trabajadores de la localidad y de los comercios locales que se dedican a la rama de la construcción.

### **13. DATOS DE INSCRIPCIÓN EN EL REGISTRO DE LA PERSONA QUE HAYA FORMULADO EL ESTUDIO Y, EN SU CASO, DEL RESPONSABLE DE DIRIGIR LA EJECUCIÓN**

#### **13.1. RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL DTU-A**

##### **13.1.1. Nombre del responsable técnico del estudio**

Ing. Reynaldo Martínez López.

#### **13.2. RESPONSABLE DE DIRIGIR LA EJECUCIÓN DEL CUSTF**

##### **13.2.1. Nombre del responsable de dirigir la ejecución del cambio de uso del suelo**

Ing. Reynaldo Martínez López.

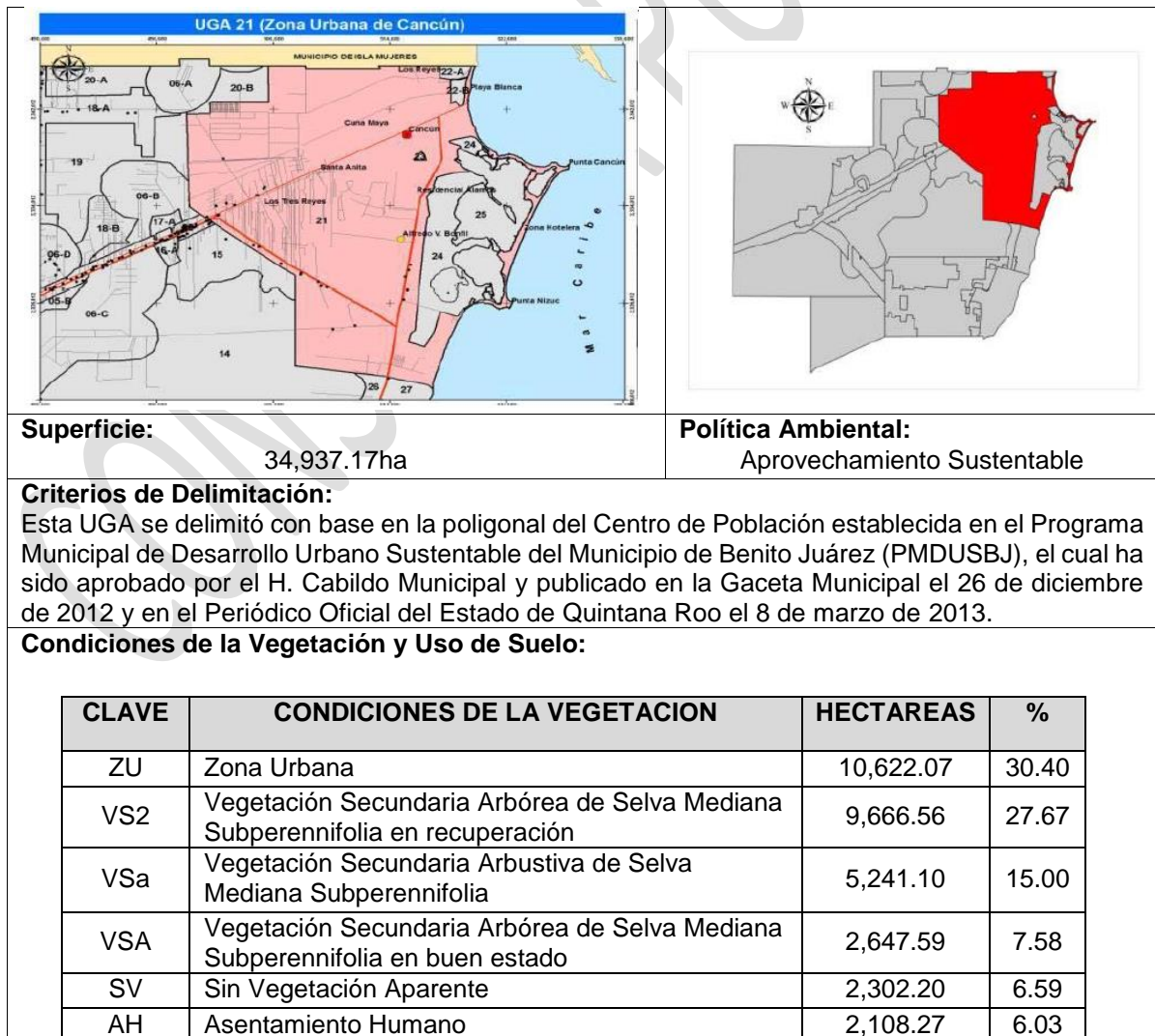
CONSULTA PÚBLICA

## 14. APLICACIÓN DE LOS CRITERIOS ESTABLECIDOS EN LOS PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO EN SUS DIFERENTES CATEGORÍAS

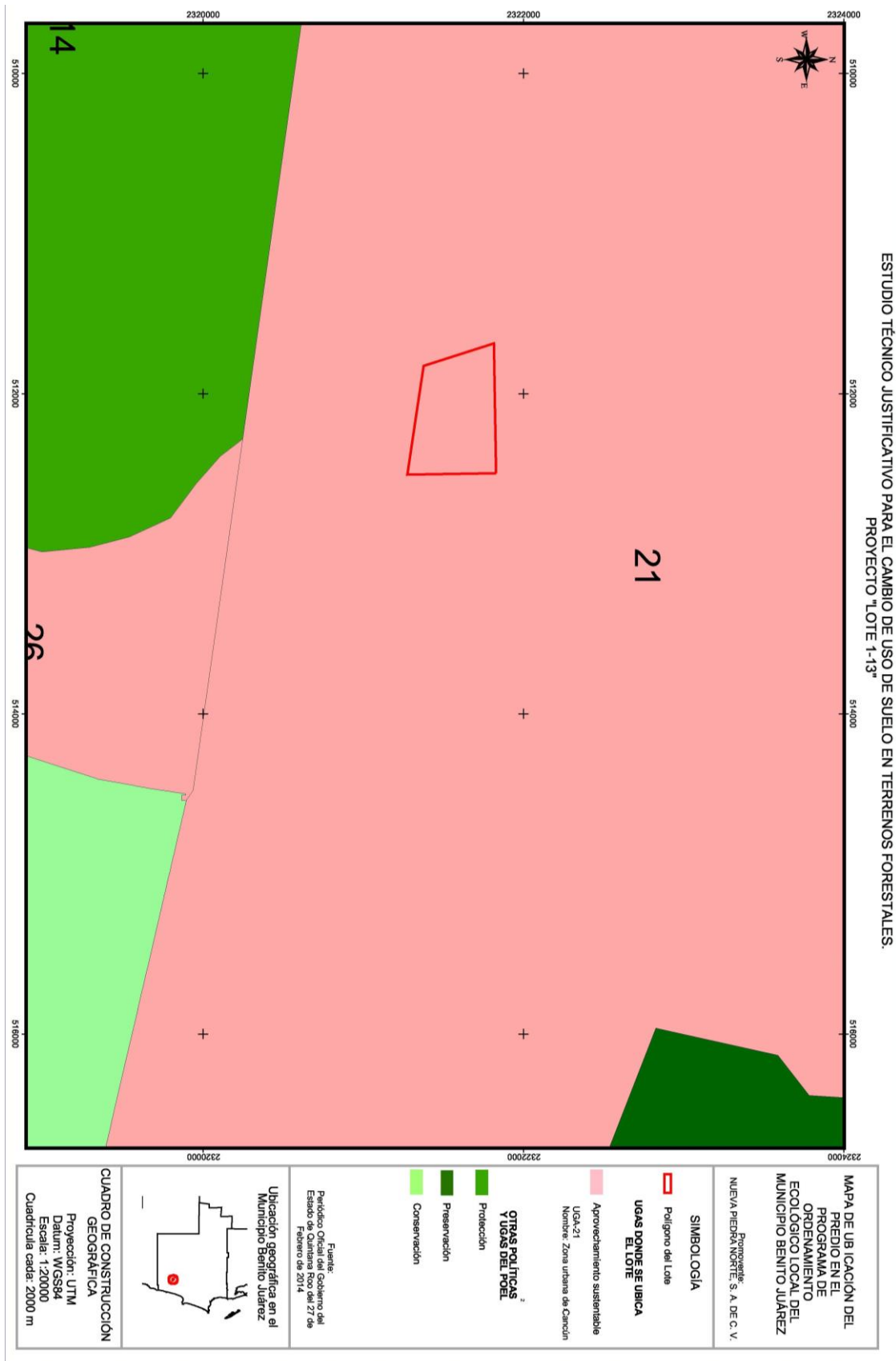
### 14.1. PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO (POET)

#### 14.1.1. POEL del Municipio de Benito Juárez

De acuerdo con el Decreto mediante el cual se modifica 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 del 2014; la superficie de cambio de uso de suelo que se somete a evaluación, se ubica dentro de la UGA 21 “Zona urbana de Cancún”, cuyos lineamientos se citan a continuación.



Ma	Manglar	1,023.16	2.93
SBS	Selva Baja Subcaducifolia	693.00	1.98
GR	Mangle Chaparro y gramínoideas	363.84	1.04
CA	Cuerpo de Agua	156.52	0.45
TU	Tular	76.68	0.22
MT	Matorral Costero	36.18	0.10
<b>TOTAL</b>		<b>34,937.17</b>	<b>100.00</b>
<b>% de UGA que posee vegetación en buen estado de conservación:</b>		<b>Superficie de la UGA con importancia para la recarga de acuíferos:</b>	
10.92 %		56.54 %	
<b>Objetivo de la UGA:</b>			
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.			
<b>Problemática General:</b>			
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.			
<b>Poblados o sitios importantes en esta UGA (habitantes):</b>			
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.			
<b>Lineamientos Ecológicos:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> <li>• Las autoridades competentes deben propiciar que el crecimiento urbano sea ordenado y compacto y estableciendo al menos 12 m<sup>2</sup> de áreas verdes accesibles por habitante, acorde a la normatividad vigente en la materia.</li> <li>• 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.</li> </ul>			
<b>Recursos y Procesos Prioritarios:</b> Suelo, Cobertura vegetal			
<b>Parámetros de aprovechamiento:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sujeto a lo establecido en su Programa de Desarrollo Urbano vigente.</li> </ul>			
<b>Usos Compatibles:</b>			
Los que se establezcan en su Programa de Desarrollo Urbano Vigente.			
<b>Usos Incompatibles:</b>			
Los que se establezcan en su Programa de Desarrollo Urbano Vigente.			



Por otra parte, cabe señalar que los criterios de regulación ecológica establecidos para el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio Benito Juárez han sido organizados en dos grupos:

- ▶ Los Criterios Ecológicos de aplicación general, 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.
- ▶ Los Criterios Ecológicos de aplicación específica, que son los criterios asignados a una unidad de gestión ambiental determinada.

Considerando lo anterior, a continuación se presenta un análisis con respecto a la congruencia del proyecto con los criterios generales y específicos, aplicables a la UGA 21 en la que se circunscribe el predio de interés.

#### A. Vinculación con los criterios generales

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
CG-01	<i>En el tratamiento de plagas y enfermedades de plantas en cultivo, 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 Substancias Tóxicas (CICOPLAFEST).</i>

#### Análisis:

Dada la naturaleza del proyecto que se refiere al cambio de uso de suelo a través de la remoción de vegetación forestal, no se contempla el uso de plantas de cultivos, jardines o áreas de reforestación, sin embargo durante el manejo de la vegetación nativa que será rescatada, en el caso que se requiera aplicar tratamientos de plagas y enfermedades, se dará cumplimiento a lo establecido en el presente criterio y sólo se utilizarán productos que afecten específicamente la plaga o enfermedad que se desea controlar, así como los fertilizantes preferentemente orgánicos que estén publicados en el catálogo de la CICOPLAFEST.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
CG-02	<i>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.</i>



**Análisis:**

El proyecto no contempla en ninguna de sus etapas el uso de agroquímicos de manera rutinaria ni intensiva; por lo tanto no es necesario elaborar un programa de monitoreo de la calidad del agua del subsuelo relacionado con el uso de dichas sustancias.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
CG-03	<i>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.</i>

**Análisis:**

En caso de que se resuelva no autorizar alguna superficie del predio solicitada para su aprovechamiento, se acatará lo establecido en este criterio; sin embargo, en esta etapa de evaluación del proyecto, no es posible determinar que superficie del predio no será autorizada para su aprovechamiento, pues dicha situación es completamente atribuible a esta Delegación Federal.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
CG-04	<i>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.</i>

**Análisis:**

El proyecto consiste exclusivamente en el cambio de uso de suelo, por lo tanto no se contempla la construcción de obras de drenaje pluvial o sanitario.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
CG-05	<i>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.</i>

**Análisis:**

El Artículo 132 de la LEEPAQROO, establece lo siguiente:

**ARTICULO 132.-** Para la recarga de mantos acuíferos, en las superficies de predios que se pretendan utilizar para obras e instalaciones, se deberá permitir la filtración de aguas pluviales al suelo y subsuelo. Por tal motivo, las personas físicas o morales quedan obligadas a proporcionar un porcentaje del terreno a construir, preferentemente como área verde, lo que en su caso siempre será permeable.

Para los efectos del párrafo anterior en los predios con un área menor de 100 metros cuadrados deberán proporcionar como área verde el 10% como mínimo; en predios con superficie mayor de 101 a 500 metros cuadrados, como mínimo el 20%; en predios cuya superficie sea de 501 a 3,000 metros cuadrados, como mínimo el 30%, y predios cuya superficie sea de 3,001 metros cuadrados en adelante, proporcionarán como área verde el 40% como mínimo.

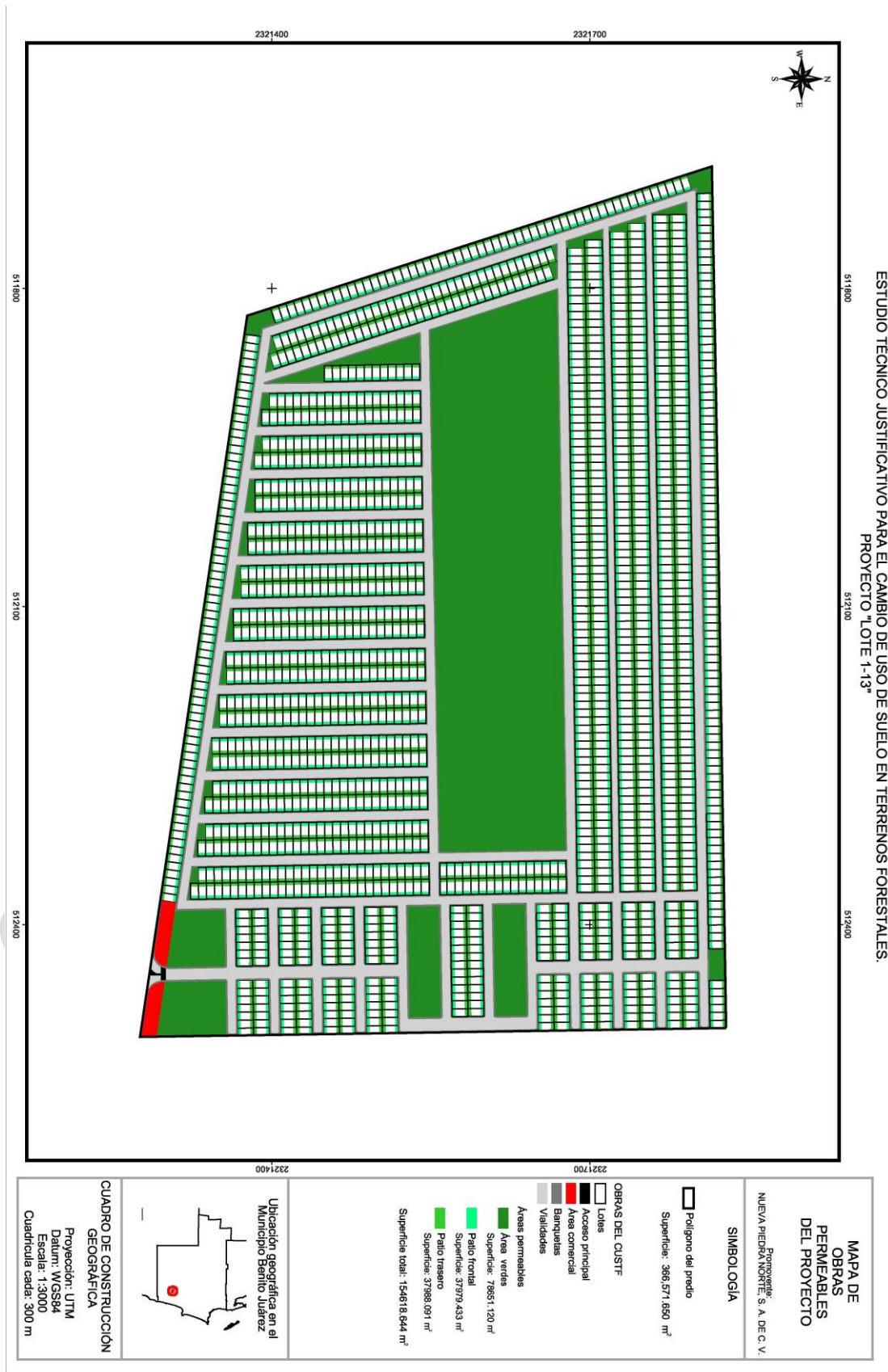
De acuerdo a lo indicado en el Artículo 132, para la recarga de mantos freáticos, en las superficies de predios que se pretendan utilizar, se deberá permitir la filtración de aguas pluviales al suelo y subsuelo, por lo anterior, a fin de dar cumplimiento con lo solicitado en el presente criterio, se pretende mantener el 42.18% de la superficie del predio como área permeable, es decir, una superficie de 154,618.64 m<sup>2</sup> (15.46 hectáreas), la cual estará conformada por áreas verdes, y patios traseros y frontales de los lotes de vivienda (ver plano de la página siguiente), tal como se indica en la siguiente tabla.

CONCEPTO	SUPERFICIE (m <sup>2</sup> )	PORCENTAJE (%)
Áreas verdes	78,651.120	21.46
Patios traseros de los lotes	37,979.433	10.36
Patios frontales de los lotes	37,988.091	10.36
<b>Total</b>	<b>155,518.64</b>	<b>42.18</b>

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
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.

### Análisis:

Se pretende aprovechar el 100% de la superficie del predio en cuestión, de tal modo que las áreas de aprovechamiento estarán agrupadas en toda su extensión.



CRITERIO	DESCRIPCIÓN
CG-07	<i>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.</i>

**Análisis:**

El predio del proyecto se encuentra en un área urbana por lo que queda exceptuado del cumplimiento del presente criterio.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
CG-08	<i>Los humedales, rejolladas inundables, petenes, cenotes, cuerpos de agua superficiales, presentes en los predios deberán ser incorporados a las áreas de conservación.</i>

**Análisis:**

No se registraron humedales, rejolladas inundables, petenes, cenotes, ni cuerpos de agua superficiales al interior del predio del proyecto, por lo tanto, sólo se da observancia el presente criterio.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
CG-09	<i>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.</i>

**Análisis:**

El predio del proyecto se ubica dentro de la UGA 21 "Zona urbana de Cancún", la cual se distingue por ser una unidad de gestión ambiental urbana; por lo tanto el proyecto queda exceptuado de la aplicación del presente criterio.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
CG-10	<i>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.</i>

**Análisis:**

Esta etapa del proyecto que se somete a evaluación, se refiere exclusivamente al cambio de uso de suelo, a través de la remoción de vegetación forestal; por lo que no se contempla la construcción de ningún tipo de obra; en tal sentido, el contenido del presente criterio no le es aplicable al proyecto.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
CG-11	<i>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 alineamiento ecológico de la UGA, aplicando el principio de equidad y proporcionalidad.</i>

#### **Análisis:**

Compete a las autoridades correspondientes la autorización del porcentaje de desmonte para el proyecto en cuestión, quienes determinarán lo conducente con respecto a este criterio.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
CG-12	<i>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.</i>

#### **Análisis:**

Tanto en el POEL de Benito Juárez, como en el PDU de Cancún, no se indican porcentajes de desmonte para los usos de suelo aplicables al predio del proyecto; por lo tanto no resulta procedente establecer porcentajes de desmonte.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
CG-13	<i>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.</i>

#### **Análisis:**

El proyecto contempla la ejecución de un programa de rescate de flora y un programa de rescate de fauna, previo al desarrollo de cualquier obra o actividad, los cuales se anexan al presente estudio.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
CG-14	<i>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.</i>

**Análisis:**

Resulta importante señalar que para el predio del proyecto, no existe instrumento normativo alguno que determine el porcentaje de desmonte permitido, ni la superficie máxima de aprovechamiento permitida para el proyecto en cuestión.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
CG-15	<i>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 procedimiento que no permitan su regeneración y/o propagación.</i>

**Análisis:**

Durante el inventario faunístico realizado en el predio del proyecto, no se identificaron ejemplares de especies exóticas considerados como invasoras por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
CG-16	<i>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”.</i>

**Análisis:**

El proyecto no contempla actividades relacionadas con la introducción y manejo de palma de coco (*Cocos nucifera*); por lo que éste criterio sólo se considera de carácter informativo.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
CG-17	<i>Sólo se permite el manejo de especies exóticas cuando:</i> <ol style="list-style-type: none"> <li>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.</li> <li>2. La actividad no se proyecte en cuerpos naturales de agua,</li> <li>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.</li> <li>4. Se garantice el confinamiento de los ejemplares y se impida su dispersión o distribución al medio natural.</li> <li>5. Deberán estar dentro de una Unidad de Manejo Ambiental o PIMVS.</li> </ol>

**Análisis:**

El proyecto no contempla actividades relacionadas con el manejo de especies exóticas; por lo que el presente criterio se considerará de carácter informativo.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
CG-18	<i>No se permite la acuicultura en cuerpos de agua en condiciones naturales, ni en cuerpos de agua superficiales con riesgo de afectación a especies nativas.</i>

**Análisis:**

El proyecto no contempla actividades relacionadas con la acuicultura; por lo que el presente criterio se considerará de carácter informativo.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
CG-19	<i>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.</i>

**Análisis:**

Durante la ejecución del cambio de uso de suelo, el predio en su totalidad, y por ende el proyecto, contará con acceso controlado las 24 horas del día, por lo que se da cumplimiento a este criterio.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
CG-20	<i>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.</i>

**Análisis:**

No se identificaron cenotes, rejolladas inundables, ni cuerpos de agua al interior del predio del proyecto

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
CG-21	<i>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.</i>

**Análisis:**

En el predio del proyecto no se registró la existencia de vestigios arqueológicos; por lo que el presente criterio se considerará de carácter informativo.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
CG-22	<i>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.</i>

**Análisis:**

El proyecto no pretende llevarse a cabo sobre derechos de vía de tendidos de energía eléctrica de ningún tipo; por lo tanto, el contenido del presente no es aplicable al proyecto.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
CG-23	<i>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 externos y para minimizar la fragmentación de ecosistemas.</i>

**Análisis:**

El proyecto solamente se refiere al cambio de uso de suelo por la remoción de la vegetación forestal, por lo que no contempla instalaciones eléctricas, en tal sentido el presente criterio se considerará de carácter informativo, puesto que dicha actividad es parte de una etapa distinta a la indicada en el presente DTU-A.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
CG-24	<i>Los taludes de los caminos y carreteras deberán ser reforestados con plantas nativas de cobertura y herbáceas que limiten los procesos de erosión.</i>

**Análisis:**

El proyecto no implica la construcción de caminos ni carreteras únicamente se refiere al cambio de uso de suelo por remoción de vegetación forestal. Por lo tanto el contenido del presente criterio solo se considerará de carácter informativo.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
CG-25	<i>En ningún caso la estructura o cimentación deberán interrumpir la hidrodinámica natural superficial y/o subterránea.</i>

**Análisis:**

Durante esta etapa del proyecto que se somete a evaluación, no se llevará a cabo el desplante de cimentaciones o estructuras de ningún tipo; únicamente se refiere al cambio



de uso de suelo por remoción de vegetación forestal. Por lo tanto el contenido del presente criterio solo se considerará de carácter informativo.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
CG-26	<p><i>De acuerdo con lo que establece el Reglamento Municipal de Construcción, los campamentos de construcción o de apoyo y todas las obras en general deben:</i></p> <p><i>A. Contar con al menos una letrina por cada 20 trabajadores.</i></p> <p><i>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).</i></p> <p><i>C. Establecer las medidas necesarias para el almacenamiento, retiro, transporte disposición final de los residuos sólidos generados.</i></p> <p><i>D. Establecer medidas para el correcto manejo, almacenamiento, retiro, transporte y disposición final de los residuos peligrosos.</i></p>

#### **Análisis:**

El proyecto no requiere la instalación de campamentos de construcción o de apoyo. Por lo tanto el presente criterio se considerará de carácter informativo. Se instalará un sanitario por cada 20 trabajadores. No se requiere la pernocta de los trabajadores en el sitio. Se destinará un área temporal específica para el consumo de alimentos, que contará con techo de lámina de cartón y madera, con lava manos y piso de cemento, que al final del proyecto será desmantelado. Se aplicará un plan de manejo de residuos que incluye acciones de manejo para los residuos sólidos urbanos que se generen en estas áreas.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
CG-27	<p><i>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. Pevio 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.</i></p>

#### **Análisis:**

El presente criterio solo se considerará de carácter informativo, ya que no es congruente con la naturaleza del proyecto, toda vez que no se trata de ninguna actividad relacionada con el diseño y construcción de sitios de disposición final de Residuos Sólidos Urbanos.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
CG-28	<i>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.</i>

**Análisis:**

El proyecto no generará residuos ni materiales derivados de obras, excavaciones o dragados, toda vez que estas no son actividades que formen parte del proceso de cambio de uso de suelo. Los residuos sólidos urbanos serán tratados en forma independiente, y serán trasladados al relleno sanitario de la ciudad de Cancún. El manejo de residuos peligrosos, en caso de presentarse, serán manejados acorde al plan de manejo de residuos que se anexa al presente estudio.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
CG-29	<i>La disposición final de residuos sólidos únicamente podrá realizarse en los sitios previamente aprobados para tal fin.</i>

**Análisis:**

Los residuos sólidos urbanos que se generen durante el cambio de uso de suelo, serán trasladados al relleno sanitario de la ciudad de Cancún.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
CG-30	<i>Los desechos biológico infecciosos no podrán disponerse en el relleno sanitario y/o en depósitos temporales de servicio municipal.</i>

**Análisis:**

El proyecto no generará desechos biológico infecciosos en ninguna de sus etapas de desarrollo, por lo que el presente criterio sólo se considera de carácter informativo.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
CG-31	<i>Los sitios de disposición final de RSU deberán contar con un banco de material pétreo autorizado dentro del área proyectada, mismos que se deberá ubicar aguas arriba de las celdas de almacenamiento y que deberá proveer diariamente del material de cobertura.</i>

**Análisis:**

El presente criterio solo se considerará de carácter informativo, ya que no es congruente con la naturaleza del proyecto, toda vez que no se trata de alguna actividad relacionada con sitios de disposición final de Residuos Sólidos Urbanos.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
CG-32	<i>Se prohíbe la quema de basura, así como su entierro o disposición a cielo abierto.</i>

**Análisis:**

En ninguna etapa del proyecto se tiene contemplada la quema de basura, su entierro o disposición, sea temporal o final, a cielo abierto, dando cumplimiento a lo establecido en el presente criterio.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
CG-33	<i>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.</i>

**Análisis:**

Dentro de la superficie de aprovechamiento del proyecto, se instalarán contenedores específicos para el acopio temporal de residuos sólidos (ver plan de manejo de residuos), y al final de cada jornada, dichos contenedores serán vaciados y su contenido será trasladado al relleno sanitario de la ciudad de Cancún.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
CG-34	<i>El material pétreo, sascab, piedra caliza, tierra negra, tierra de desplame, 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.</i>

**Análisis:**

El proyecto se refiere al cambio de uso de suelo por la remoción de la vegetación, por lo que no requiere el uso de materiales pétreos, sascab, piedra caliza, tierra negra, tierra de desplame, madera, materiales vegetales y/o arena, para procesos constructivos, toda vez estas no forman parte de las actividades que se someten e evaluación a través del presente estudio.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
CG-35	<i>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.</i>

**Análisis:**

PROYECTO: "CAMBIO DE USO DE SUELO DEL LOTE 1-13"	PROMUEVE: NUEVA PIEDRA NORTE, S. A. DE C. V.
--	--

Corresponde a esta autoridad determinar la superficie de cambio de uso de suelo para el presente proyecto; así como la autorización de las actividades que en dicha superficie se lleven a cabo.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
CG-36	<i>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.</i>

### Análisis:

El presente criterio solo se considerará de carácter informativo, ya que no es congruente con la naturaleza del proyecto, toda vez que no se trata de alguna actividad relacionada con actividades agrícolas, pecuarias o forestales.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
CG-37	<i>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.</i>

### Análisis:

Durante el despalme del terreno se llevará a cabo el rescate de la tierra vegetal (sustrato con materia orgánica), previa separación de los residuos vegetales y pétreos, con la finalidad de que sea utilizada para acciones de ajardinado en la etapa constructiva dentro del mismo proyecto, y un porcentaje para el rescate y mantenimiento de las plantas; en caso de tener excedentes, estos se dispondrán donde la autoridad competente en la materia lo determine.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
CG-38	<i>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.</i>

### Análisis:

El presente criterio solo se considerará de carácter informativo, ya que no es congruente con la naturaleza del proyecto, toda vez que no tiene relación con cuartos de hotel, residencias campestres, cabañas rurales y/o cabañas ecoturísticas.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
CG-39	<i>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.</i>

**Análisis:**

El presente documento técnico unificado, en su modalidad A, se somete a evaluación ante esta autoridad con la finalidad de obtener la autorización para llevar a cabo el cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

**B. Vinculación con los criterios de regulación ecológica de carácter específico**

Los criterios específicos aplicables al predio del proyecto, son los que se enlistan en el siguiente cuadro:

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							

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-01	<i>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.</i>

**Análisis:**

En proyecto consiste en el cambio de uso de suelo por remoción de vegetación, por lo que no contempla la instalación y/u operación de sistemas de tratamiento de reciclaje de aguas residuales, solamente se instalarán sanitarios móviles para el manejo de las aguas residuales que se generen durante el cambio de uso de suelo, a razón de 1 por cada 20 trabajadores; y en su caso, la empresa arrendadora de dichos sanitarios, será la responsable de llevar a cabo su retiro del predio y disposición final.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-02	<i>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 personas físicas el empleo de biodigestores para que en sus domicilios particulares se realice de manera permanente un tratamiento de aguas negras domiciliarias.</i>

**Análisis:**

El proyecto consiste en un cambio de uso de suelo por remoción de la vegetación, por lo que no implica procesos constructivos, se instalarán sanitarios móviles para el manejo de las aguas residuales que se generen durante el cambio de uso de suelo, a razón de 1 por cada 20 trabajadores; y en su caso, la empresa arrendadora de dichos sanitarios, será la responsable de llevar a cabo su retiro del predio y disposición final.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-03	<i>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.</i>

**Análisis:**

En esta etapa del proyecto que se somete a evaluación, que no implica procesos constructivos, se instalarán sanitarios móviles para el manejo de las aguas residuales que se generen durante el cambio de uso de suelo, a razón de 1 por cada 20 trabajadores; y en su caso, la empresa arrendadora de dichos sanitarios, será la responsable de llevar a cabo su retiro del predio y disposición final.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-04	<i>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.</i>

**Análisis:**

El presente criterio solo se considerará de carácter informativo, ya que no es congruente con la naturaleza del proyecto, toda vez que no tiene relación con sistemas de producción agrícola.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-05	<i>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.</i>

**Análisis:**

El presente criterio solo se considerará de carácter informativo, ya que no es congruente con la naturaleza del proyecto, toda vez que no tiene relación con campos de golf.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-06	<i>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.</i>

**Análisis:**

El presente criterio solo se considerará de carácter informativo, ya que no es congruente con la naturaleza del proyecto, toda vez que no tiene relación con campos de golf, ni desarrollos turísticos.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-07	<i>No se permite la disposición de aguas residuales sin previo tratamiento hacia los cuerpos de agua, zonas inundables y/o subsuelo, por lo que se promoverá que se establezca un sistema integral de drenaje y tratamiento de aguas residuales.</i>

**Análisis:**

En esta etapa del proyecto que se somete a evaluación, que no implica procesos constructivos, se instalarán sanitarios móviles para el manejo de las aguas residuales que se generen durante el cambio de uso de suelo, a razón de 1 por cada 20 trabajadores; y en su caso, la empresa arrendadora de dichos sanitarios, será la responsable de llevar a cabo su retiro del predio y disposición final.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-08	<i>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.</i>

**Análisis:**

Es importante mencionar que la jardinería corresponde a la etapa constructiva del proyecto, misma que no se somete a evaluación a través del presente estudio, en

consecuencia, será responsabilidad del promovente el cumplimiento de este lineamiento, cuando se lleve a cabo la evaluación de la etapa de construcción ante las autoridades competentes.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-09	<i>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.</i>

#### **Análisis:**

Como ya se mencionó se pretende mantener el 42.18% de la superficie total del predio como área permeable, que estará conformada por áreas verdes, y de los patios traseros y frontales de los lotes de vivienda, dichas superficies podrán mitigar el aumento de la temperatura y la sensación térmica en las zonas urbanas, así como la protección de las zonas de infiltración de aguas y recarga de mantos acuíferos, dotando de espacios de recreación, con elementos de los estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo. El desarrollo de parques y espacios recreativos, corresponden a la etapa constructiva que no se somete a evaluación a través del presente estudio.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-10	<i>Los cenotes, rejolladas inundables y cuerpos de agua presentes en los centros de población deben formar parte de las áreas verdes, augurando que la superficie establecida para tal destino del suelo garantice el mantenimiento de las condiciones ecológicas de dichos ecosistemas.</i>

#### **Análisis:**

No se registraron cenotes, rejolladas inundables, ni cuerpos de agua al interior del predio del proyecto.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-11	<i>Para el ahorro del recurso agua, las nuevas construcciones deberán implementar tecnologías que aseguren el ahorro y uso eficiente del agua.</i>

#### **Análisis:**

El proyecto que se somete a evaluación consiste en el cambio de uso de suelo por remoción de la vegetación forestal, por lo tanto no contempla construcciones en las



cuales se puedan implementar tecnologías que aseguren el ahorro y uso eficiente del agua.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-12	<i>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.</i>

#### **Análisis:**

El presente criterio solo se considerará de carácter informativo, ya que no es congruente con la naturaleza del proyecto, toda vez que no tiene relación con plantas de tratamiento de aguas residuales o de desactivación de lodos.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-13	<i>La canalización del drenaje pluvial hacia espacios verdes, cuerpos de agua superficiales o pozos de absorción, debe realizarse previa filtración de sus agua 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.</i>

#### **Análisis:**

El proyecto se refiere al cambio de uso de suelo por remoción de la vegetación. La construcción del drenaje pluvial corresponde a la etapa constructiva, misma que no se somete a evaluación a través del presente estudio.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-14	<i>Los crematorios deberán realizar un monitoreo y control de sus emisiones a la atmósfera.</i>

#### **Análisis:**

El proyecto se refiere al cambio de uso de suelo por remoción de la vegetación, por lo que el presente criterio solo se considerará de carácter informativo, ya que no es congruente con las características del predio del proyecto, toda vez que no se trata de un crematorio.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-15	<i>Los cementerios deberán impermeabilizar paredes y pisos de las fosas, con el fin de evitar contaminación del suelo, subsuelo y manto freático.</i>

**Análisis:**

El proyecto se refiere al cambio de uso de suelo por remoción de la vegetación, por lo que el presente criterio solo se considerará de carácter informativo, ya que no es congruente con las características del predio del proyecto, toda vez que no se trata de un cementerio.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-16	<i>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.</i>

**Análisis:**

El presente criterio solo se considerará de carácter informativo, ya que no es congruente con la ubicación del predio del proyecto, toda vez que no se encuentra en una franja costera.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-17	<i>Serán susceptible de aprovechamiento los recursos biológicos forestales, tales como semilla, que generen los árboles urbanos, con fines de propagación por parte de particulares, mediante la autorización de colecta se recursos biológicos forestales.</i>

**Análisis:**

El presente criterio solo se considerará de carácter informativo, ya que no es congruente con las características del predio del proyecto, toda vez que no contempla el aprovechamiento de recursos biológicos forestales, generados por árboles urbanos.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-19	<i>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.</i>

**Análisis:**

El presente criterio solo se considerará de carácter informativo, ya que no es congruente con las características del predio del proyecto, toda vez que no se contempla la explotación de bancos de materiales.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-20	<i>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.</i>

**Análisis:**

No se registraron cenotes, rejolladas, cuevas ni cavernas al interior del predio del proyecto.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-21	<i>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.</i>

**Análisis:**

El presente criterio solo se considerará de carácter informativo, ya que no es congruente con las características del predio del proyecto, toda vez que no tiene relación alguna con bancos de materiales.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-22	<i>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.</i>

**Análisis:**

El presente criterio solo se considerará de carácter informativo, ya que no es congruente con las características del predio del proyecto, toda vez que no tiene relación alguna con actividades de extracción y exploración de materiales pétreos.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-23	<i>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.</i>

**Análisis:**

El presente criterio solo se considerará de carácter informativo, ya que no es congruente con las características del predio del proyecto, toda vez que no tiene relación alguna con actividades de extracción de materiales pétreos.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-24	<i>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.</i>

**Análisis:**

Se ejecutará un plan de manejo de residuos sólidos y líquidos, el cual se anexa al presente estudio, mismo que incluye acciones para el manejo, almacenamiento temporal y disposición final de los distintos residuos que se generen durante el cambio de uso de suelo, incluyendo aquellos que se consideren de manejo especial y los sólidos urbanos.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-25	<i>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.</i>

**Análisis:**

El promovente tiene la obligación de dar cumplimiento con lo establecido en el presente criterio; sin embargo, el mismo se refiere a la etapa constructiva del desarrollo, la cual no se somete a evaluación a través del presente estudio, pues la SEMARNAT no es la autoridad competente para evaluar y pronunciarse con respecto a dicha etapa del proyecto, tal como fue aclarado en apartados anteriores.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-26	<i>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 las 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 de especies 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.</i>

**Análisis:**

El promovente tiene la obligación de dar cumplimiento con lo establecido en el presente criterio; sin embargo, el mismo se refiere a la etapa constructiva del desarrollo, la cual no se somete a evaluación a través del presente estudio, pues la SEMARNAT no es la

autoridad competente para evaluar y pronunciarse con respecto a dicha etapa del proyecto, tal como fue aclarado en apartados anteriores.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-27	<i>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.</i>

#### Análisis:

El proyecto se refiere al cambio de uso de suelo por remoción de la vegetación, sin embargo se acatará lo establecido en el presente criterio en las etapas posteriores de desarrollo del proyecto.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-28	<i>Para evitar las afectaciones por inundaciones, se prohíbe el establecimiento de fraccionamientos habitacionales así como infraestructura urbana dentro del espacio excavado de las sascaberas en desuso y en zonas donde los estudios indiquen que existe riesgo de inundación (de acuerdo al Atlas de riesgos del municipio oy/ del estado).</i>

#### Análisis:

El proyecto consiste en el cambio de uso de suelo por remoción de la vegetación, sin embargo no se pretende realizar en espacios excavados de sascaberas en desuso, ni de zonas sujetas a inundaciones. Por otra parte, es importante mencionar que actualmente no existe un "Atlas de riesgos a nivel Municipal ni Estatal" para Quintana Roo.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-29	<i>En la construcción de fraccionamientos dentro de 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.</i>

#### Análisis:

En proyecto consiste en el cambio de uso de suelo por remoción de la vegetación, por lo que no implica procesos constructivos; y en su caso, será responsabilidad del promovente el cumplimiento de este lineamiento, cuando se someta a evaluación la etapa constructiva del proyecto, ante las autoridades competentes.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-30	<i>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.</i>

**Análisis:**

No se registraron zonas inundables al interior del predio del proyecto.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-31	<i>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.</i>

**Análisis:**

El predio no colinda con áreas destinadas a la conservación de la biodiversidad y/o del agua, por lo que se ha optado por utilizar las áreas verdes del proyecto, como los sitio de reubicación de la flora y la fauna, conforme a los programas de rescate correspondiente.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-32	<i>Deberá preservarse 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 a 15 cm, en buen estado fitosanitario y que no representen riesgo de accidentes para los usuarios.</i>

**Análisis:**

Se acatará lo establecido en el presente criterio, de tal manera que el 50% de las áreas verdes del proyecto, mantendrán vegetación natural de Selva baja subcaducifolia; así mismo, se mantendrán todos los árboles nativos que cuenten con DAP mayores a 15 cm, en buen estado fitosanitario y que no representen riesgo de accidentes para los usuarios.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-33	<i>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.</i>

**Análisis:**

El presente criterio solo se considerará de carácter informativo, ya que no es congruente con las características del predio del proyecto, toda vez que no se trata de una zona industrial ni de una central de abasto.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-34	<i>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, de deberá incluir el sitio de reubicación de los ejemplares, aprobado por la autoridad ambiental competente.</i>

#### Análisis:

En el programa de rescate de fauna que se anexa al presente estudio, se indica el destino que se le dará a los ejemplares rescatados, a fin de que esta autoridad determine lo conducente.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-35	<i>No se permite introducir o liberar fauna exótica en parques y/o áreas de reservas urbanas.</i>

#### Análisis:

El proyecto no contempla introducir o liberar fauna exótica, por lo tanto solo se considerará el presente criterio como de carácter informativo.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-36	<i>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.</i>

#### Análisis:

El presente criterio solo se considerará de carácter informativo, ya que no es congruente con las características del predio del proyecto, toda vez que no cuenta con la presencia de ecosistemas de manglar.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-37	<i>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, sólo podrá realizarse cuando se haya ocupado el 85% del territorio de la etapa de desarrollo urbano previa.</i>

**Análisis:**

En el sitio del proyecto no se ubica dentro de reservas territoriales para el desarrollo urbano, por lo que el contenido del presente criterio no le resulta aplicable.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-38	<i>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.</i>

**Análisis:**

El proyecto consiste en el cambio de uso de suelo por la remoción de la vegetación forestal, por lo que el desarrollo del mismo, no implican la construcción de estacionamientos públicos o privados, por lo tanto el contenido del presente criterio no resulta aplicable.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-39	<i>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.</i>

**Análisis:**

El presente criterio solo se considerará de carácter informativo, ya que el predio no colinda con humedales ni se encuentra en un ANP (ver plano de la página siguiente).

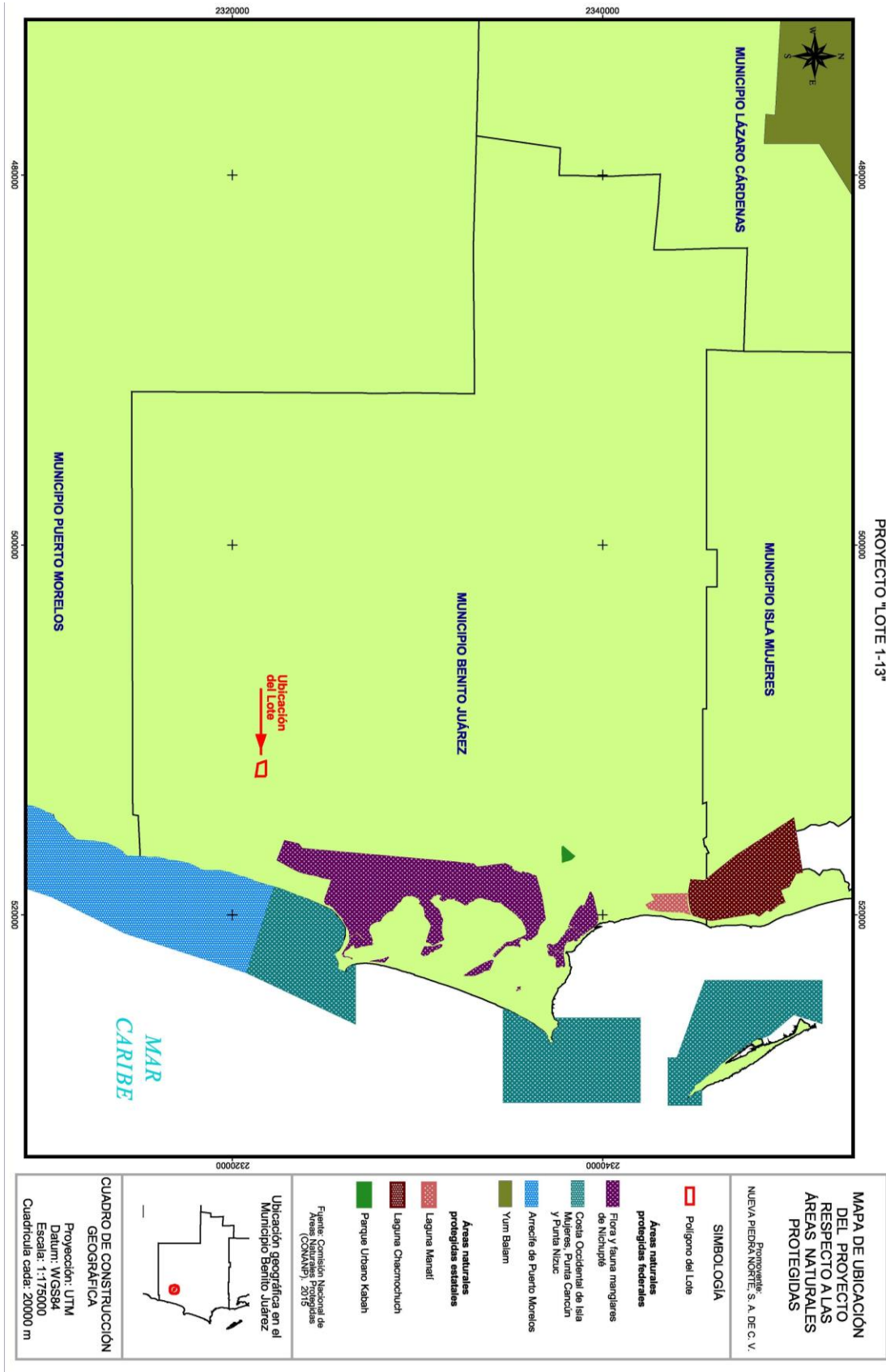
CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-40	<i>En las previsiones de crecimiento de las áreas urbanas colindantes con las ANPs, se deberán mantener corredores biológicos que salvaguarden la conectividad entre los ecosistemas existentes.</i>

**Análisis:**

El presente criterio solo se considerará de carácter informativo, ya que no es congruente con la ubicación del predio del proyecto, toda vez que no se encuentra en un área colindante con alguna ANP (ver plano de la página siguiente).



ESTUDIO TÉCNICO JUSTIFICATIVO PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES.  
PROYECTO "LOTE 1-13"



CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-41	<i>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 spp, ente otros.</i>

**Análisis:**

El predio del proyecto no colinda ANPs ni parques municipales, por lo que éste criterio sólo se considerará de carácter informativo (ver plano de la página anterior).

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-43	<i>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 fecalismsos al aire libre.</i>

**Análisis:**

El proyecto se refiere al cambio de uso de suelo por la remoción del a vegetación forestal, por lo que el presente criterio solo se considerará de carácter informativo, ya que no es congruente con las características y ubicación del predio del proyecto, toda vez que no se ubica dentro de áreas verdes urbanas, ni se encuentra en un área urbana de conservación.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-44	<i>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.</i>

**Análisis:**

El presente criterio se considerará como informativo ya que no es congruente con la ubicación del mismo, toda vez que no se encuentra en un predio colindante con la zona federal marítimo terrestre.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-45	<i>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.</i>

**Análisis:**

Se dará cumplimiento al presente criterio en caso de que las autoridades competentes designen la realización de actividades de reforestación como parte del desarrollo del proyecto, utilizando de manera prioritaria especies nativas acorde al ambiente donde se desarrollara el proyecto, tal como lo establece el criterio en comentario.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-46	<i>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.</i>

#### **Análisis:**

El presente criterio solo se considerará de carácter informativo, ya que no es congruente con la naturaleza del proyecto, toda vez que no se trata de alguna actividad relacionada con la industria concretera o similar.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-47	<i>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.</i>

#### **Análisis:**

El presente criterio solo se considerará de carácter informativo, ya que no es congruente con la ubicación del proyecto, toda vez que no se encuentra en una zona federal marítimo terrestre.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-48	<i>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.</i>

#### **Análisis:**

Se acatará lo establecido en el presente criterio, manteniendo 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

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-49	<i>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.</i>

**Análisis:**

El presente criterio solo se considerará de carácter informativo, ya que no es congruente con la ubicación del proyecto, toda vez que no se encuentra en un predio colindante con playa apta para la anidación de tortugas marinas.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-50	<i>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.</i>

**Análisis:**

El presente criterio solo se considerará de carácter informativo, ya que no es congruente con las características y ubicación del proyecto, toda vez que no se encuentra en una zona de dunas ni se pretende su reforestación.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-51	<i>La selección de sitios para la rehabilitación de dunas y la creación infraestructura de retención de arena deberá tomar en cuenta los siguientes criterios:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Que haya evidencia de la existencia de dunas en los últimos 20 años.</i></li> <li>• <i>Que los vientos prevalecientes soplen en dirección a las dunas.</i></li> <li>• <i>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.</i></li> <li>• <i>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.</i></li> <li>• <i>Las dunas rehabilitadas deberán ser reforestadas.</i></li> </ul>

**Análisis:**

El presente criterio solo se considerará de carácter informativo, ya que no es congruente con las características y ubicación del proyecto, toda vez que no se encuentra en una zona de dunas ni se pretende su rehabilitación.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-52	<i>En las playas de anidación de tortugas marinas se deben realizar las siguientes medidas precautorias:</i>

- Evitar la remoción de la vegetación nativa y la introducción de especies exóticas en el hábitat de anidación.
- Favorecer y propiciar la regeneración natural de la comunidad vegetal nativa y el mantenimiento de la dinámica de acumulación de arena del hábitat de anidación.
- Retirar de la playa, durante la temporada de anidación, cualquier objeto movible que tenga la capacidad de atrapar, enredar o impedir el paso de las tortugas anidadoras y sus crías.
- Eliminar, reorientar o modificar cualquier instalación o equipo que durante la noche genere una emisión o reflexión de luz hacia la playa de anidación o cause resplandor detrás de la vegetación costera, 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.

**Análisis:**

El presente criterio solo se considerará de carácter informativo, ya que no es congruente con la ubicación del proyecto, toda vez que no se encuentra en una playa.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
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.

**Análisis:**

El presente criterio solo se considerará de carácter informativo, ya que no es congruente con la ubicación del proyecto, toda vez que no se encuentra en una zona de dunas ni cerca de estas.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-54	<i>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.</i>

**Análisis:**

El presente criterio solo se considerará de carácter informativo, ya que no es congruente con las características y ubicación del proyecto, toda vez que no se encuentra en una zona de dunas ni se contempla la instalación de drenaje pluvial.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-55	<i>La construcción de infraestructura permanente o temporal debe quedar fuera de las dunas pioneras (embrionarias).</i>

**Análisis:**

El presente criterio solo se considerará de carácter informativo, ya que no es congruente con las características y ubicación del proyecto, toda vez que no se encuentra en una zona de dunas pionera o embrionarias, ni cerca de estas.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-56	<i>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.</i>

**Análisis:**

El presente criterio solo se considerará de carácter informativo, ya que no es congruente con las características y ubicación del proyecto, toda vez que no se encuentra en una zona de dunas ni se contemplan construcciones de madera o material degradable.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-57	<i>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.</i>

**Análisis:**

El presente criterio solo se considerará de carácter informativo, ya que no es congruente con las características y ubicación del proyecto, toda vez que no se encuentra en una zona de playas ni se contempla la restauración de playas

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-58	<i>Se prohíbe la extracción de arena en predio ubicados sobre la franja litoral del municipio con cobertura de matorral costero.</i>

**Análisis:**

El presente criterio solo se considerará de carácter informativo, ya que no es congruente con las características y ubicación del proyecto, toda vez que no se encuentra sobre la franja litoral del municipio ni se pretende la extracción de arena.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-59	<i>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.</i>

**Análisis:**

El proyecto se refiere únicamente al cambio de uso de suelo por la remoción de la vegetación, por lo que no se contemplan la creación ni el manejo de áreas verdes, pues estas corresponden a la etapa constructiva, en tanto que las podas y deshierbes corresponden a la etapa operativa, mismas que no se someten a evaluación.

## 15. ESTIMACIÓN ECONÓMICA DE LOS RECURSOS BIOLÓGICOS FORESTALES DEL ÁREA SUJETA AL CAMBIO DE USO DE SUELO

De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), el Valor Económico Total (VET) de los recursos biológicos, es formalmente igual a la suma de todos los valores de uso directos e indirectos, más los valores de no-uso y de opción, de acuerdo con la siguiente expresión<sup>32</sup>:

$$\text{VET} = \text{VUD} + \text{VUI} + \text{VO} + \text{VL} + \text{VE}$$

Donde:

- **VUD= Valores de uso Directo.** Son los beneficios que resultan, entre otros, de los usos reales, tales como alimentos, abonos y pieles, así como usos culturales o rituales.
- **VUI= Valores de uso indirecto.** Son los beneficios derivados de las funciones del ecosistema. Por ejemplo, los servicios ambientales que provee la cobertura vegetal en un predio.
- **VO= Valores de opción.** Se derivan del valor asignado a la protección de un activo o un bien por la opción de utilizarlo en una fecha futura. Es una especie de valor de seguro (dada la incertidumbre sobre el futuro y la aversión al riesgo) frente a la aparición de, por ejemplo, una nueva enfermedad animal o una sequía o cambio climático.
- **VL= Valores de Legado.** Miden el beneficio que recibe un individuo a partir del conocimiento de que otros se podrán beneficiar de un recurso en el futuro.
- **VE= Valores de Existencia.** Se derivan simplemente de la satisfacción de saber que existe un determinado activo o bien (p. ej., ballenas azules).

A continuación se presenta la valoración económica de los recursos biológicos, de acuerdo con la metodología propuesta por la FAO, considerando todos los valores implicados en el cálculo final (VET).

<sup>32</sup> <http://www.fao.org/docrep/012/a1250s/a1250s19.pdf>



## 15.1. VALORES DE USO DIRECTO (VUD)

### 15.1.1. Materias primas forestales maderables

Para la estimación de éste valor, consideramos el costo de las materias primas forestales que pueden derivar del área sujeta al cambio de uso de suelo, en el supuesto de que se obtenga un beneficio por la venta de la madera (uso directo), para lo cual se consideró el volumen comercial (VC) que se obtendría de la superficie de CUSTF; así como el volumen que se obtendría de las ramas primarias para la producción de leña; y finalmente el volumen del estrato arbustivo para la producción de carbón. Así mismo, se consideraron los “**Precios de productos forestales maderables**” presentados en el reporte del primer trimestre octubre/diciembre de 2016<sup>33</sup>, emitido por la Comisión Nacional Forestal, tal como se describe a continuación:

#### A. Madera

En la siguiente tabla se presentan los cálculos obtenidos del volumen comercial que se obtendría en la superficie de cambio de uso de suelo con la remoción de la vegetación arbórea, los cuales se realizaron utilizando la siguiente ecuación:

$$VC = g * hfl * ff$$

Donde:

**VC**= volumen comercial

**g**= área basal

**hfl**= altura del fuste limpio o altura comercial

**ff**= factor de forma (0.5 conforme a lo descrito en el apartado que antecede)

CÁLCULOS DE VOLUMEN COMERCIAL		
ESPECIES	VC/HA	VC/CUSTF
<i>Bursera simaruba</i>	0.075	2.75
<i>Byrsonima bucidaefolia</i>	0.050	1.83
<i>Coccoloba barbadensis</i>	0.031	1.14
<i>Croton reflexifollus</i>	0.008	0.30
<i>Diphysa carthagenensis</i>	0.025	0.93
<i>Erythroxylum confusum</i>	0.464	17.01
<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	0.025	0.92
<i>Ficus cotinifolia</i>	0.007	0.27
<i>Ficus padifolia</i>	0.004	0.14

<sup>33</sup><http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/39/6985Precios%20de%20productos%20forestales%20maderables%20I%20202016.pdf>

<b>CÁLCULOS DE VOLUMEN COMERCIAL</b>		
<b>ESPECIES</b>	<b>VC/HA</b>	<b>VC/CUSTF</b>
<i>Gliricidia sepium</i>	0.057	2.09
<i>Gymnanthes lucida</i>	0.016	0.59
<i>Gymnopodium floribundum</i>	0.040	1.48
<i>Haematoxylum campechianum</i>	1.510	55.35
<i>Jatropha gaumeri</i>	0.008	0.28
<i>Lonchocarpus xuul</i>	0.036	1.33
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	0.030	1.09
<i>Manilkara zapota</i>	1.646	60.33
<i>Metopium brownei</i>	0.145	5.31
<i>Myrcianthes fragrans</i>	0.014	0.51
<i>Ottoschulzia pallida</i>	0.042	1.53
<i>Piscidia piscipula</i>	0.165	6.04
<i>Plumeria rubra</i>	0.022	0.81
<i>Randia longiloba</i>	0.028	1.03
<i>Thouinia paucidentata</i>	0.009	0.33
<i>Vitex gaumeri</i>	0.076	2.78
<b>TOTAL</b>	<b>4.53</b>	<b>166.18</b>

De acuerdo con los datos presentados en la tabla anterior, tenemos un volumen comercial de 166.18 m<sup>3</sup> que se obtendrían a partir de las materias primas forestales que derivarían del cambio de uso de suelo, es decir, el volumen del árbol considerando sólo el fuste limpio o comercial de los árboles (no se consideran ramas, puntas o partes dañadas).

Una vez calculado el volumen comercial de las materias primas forestales, enseguida se presentan los precios de los productos forestales maderables, de acuerdo con la CONAFOR (2016), conforme a lo siguiente:

- Los precios que se presentan son en pesos mexicanos y son precios promedio ponderados.
- Los precios en clima tropical son ponderados por el volumen de la producción forestal maderable estatal de maderas preciosas.
- Para el clima tropical los estados incluidos son Campeche, Quintana Roo, Tabasco y Veracruz.

**OTRAS TROPICALES**

Precios Libre a Bordo para trocería por metro cúbico

Obtenidos en:	Tipo de precio	Primario
Aserraderos	LAB en brecha	1,389.55
	LAB en aserradero	2,220.69
Predios	LAB en brecha	1,293.45

Precio Libre a Bordo (LAB). Sistema donde el vendedor cotiza su precio de venta en la fábrica u otro punto de producción y el comprador paga todo el precio de transporte.

Para el caso particular del proyecto, sólo se considera el precio por metro cúbico Libre a Bordo para trocería obtenida en predio (\$1,293.45 por m<sup>3</sup>), ya que esta se refiere a madera en rollo (Precio Libre a Bordo en brecha del metro cúbico en predios: corresponde al precio de la trocería en el predio puesta en la brecha para ser cargada al camión); y dado que no se tiene la intención de transformar la madera en aserraderos.

Considerando todo lo antes mencionado, con un volumen comercial obtenido de 166.18 m<sup>3</sup> que se obtendrían de la superficie de CUSTF y un precio por metro cúbico Libre a Bordo para trocería obtenida en predio de \$1,293.45 por m<sup>3</sup>, entonces el valor económico de los recursos biológicos forestales para la obtención de madera, asciende a la cantidad de \$214,945.52 (son doscientos catorce mil, novecientos cuarenta y cinco pesos 52/100 M. N.).

**B. Leña**

Se considera que las materias primas forestales que pueden ser utilizadas para la producción de leña, provienen de las ramas gruesas, brazuelos y puntas de árboles adultos. Estos componentes de un árbol corresponden, en forma general, al 16% del volumen total del árbol<sup>34</sup>, es decir, si le restamos el 16% al volumen total árbol obtenido de la superficie de CUSTF, entonces obtenemos el volumen de leña.

A continuación se presentan los valores de volumen para leña obtenidos conforme a la ecuación planteada.

<sup>34</sup> Energía, Agua, Medio ambiente, Territorialidad y Sostenibilidad de Xavier Elias Castells. ISBN 978-84-9969-124-4.

<b>VOLUMEN DE LEÑA EN LA SUPERFICIE DE CUSTF</b>		
<b>ESPECIES</b>	<b>VOL. TOTAL (100%)</b>	<b>VOL. LEÑA (16%)</b>
<i>Bursera simaruba</i>	5.32	0.85
<i>Byrsonima bucidaefolia</i>	4.83	0.77
<i>Coccoloba barbadensis</i>	2.62	0.42
<i>Croton reflexifollus</i>	0.45	0.07
<i>Diphysa carthagenensis</i>	2.31	0.37
<i>Erythroxylum confusum</i>	43.48	6.96
<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	2.56	0.41
<i>Ficus cotinifolia</i>	0.64	0.10
<i>Ficus padifolia</i>	0.43	0.07
<i>Gliricidia sepium</i>	4.60	0.74
<i>Gymnanthes lucida</i>	1.22	0.19
<i>Gymnopodium floribundum</i>	4.05	0.65
<i>Haematoxylum campechianum</i>	131.70	21.07
<i>Jatropha gaumeri</i>	0.32	0.05
<i>Lonchocarpus xuul</i>	1.87	0.30
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	2.41	0.39
<i>Manilkara zapota</i>	135.92	21.75
<i>Metopium brownei</i>	11.30	1.81
<i>Myrcianthes fragrans</i>	1.03	0.16
<i>Ottoschulzia pallida</i>	3.62	0.58
<i>Piscidia piscipula</i>	12.29	1.97
<i>Plumeria rubra</i>	2.21	0.35
<i>Randia longiloba</i>	3.58	0.57
<i>Thouinia paucidentata</i>	1.05	0.17
<i>Vitex gaumeri</i>	10.61	1.70
<b>TOTAL</b>	<b>390.42</b>	<b>62.47</b>

De acuerdo con los resultados presentados en la tabla anterior, y considerando que se estima que se obtendrían 62.47 m<sup>3</sup> como materias primas forestales para leña, y tomando en cuenta que en el mercado local, el metro cúbico de leña cuesta alrededor de \$240.00 (son doscientos cuarenta pesos 00/100 M. N.), entonces el costo de los recursos biológicos forestales para la obtención de leña asciende a la cantidad de \$14,992.13 (son catorce mil novecientos noventa y dos pesos 13/100 M. N.).

### C. Carbón

Para estimar el valor económico de los recursos biológicos forestales por la producción de carbón, se tomó en consideración el volumen total árbol calculado para el estrato arbustivo, así como el valor económico del metro cúbico de carbón en el mercado local, el cual es de \$2.50 por kilogramo (son dos pesos con cincuenta centavos 00/100 M.N.) a pie de horno, considerando que un costal de 20 kilogramos se vende en \$50.00 (son cincuenta pesos 00/100 M.N.). Así mismo, se tomó en consideración que para fabricar

una tonelada de carbón de leña se necesitan unos 6 m<sup>3</sup> de leña<sup>35</sup>. A continuación se presentan los resultados del cálculo de volumen de las materias primas forestales a nivel del estrato arbustivo.

<b>VOLUMEN TOTAL ÁRBOL-ESTRATO ARBUSTIVO</b>		
<b>ESPECIES</b>	<b>VT/HA</b>	<b>VT/CUSTF</b>
<i>Acacia gaumeri</i>	0.011	0.40
<i>Acoelorrhaphe wrightii</i>	0.126	4.63
<i>Bursera simaruba</i>	0.030	1.11
<i>Coccoloba spicata</i>	0.104	3.81
<i>Dendropanax arboreus</i>	0.001	0.05
<i>Diphysa carthagenensis</i>	0.145	5.31
<i>Erythroxylum confusum</i>	1.062	38.94
<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	0.039	1.44
<i>Gliricidia sepium</i>	0.088	3.22
<i>Guazuma ulmifolia</i>	0.129	4.72
<i>Gymnanthes lucida</i>	0.002	0.06
<i>Gymnopodium floribundum</i>	0.424	15.53
<i>Haematoxylum campechianum</i>	0.221	8.09
<i>Jatropha gaumeri</i>	0.210	7.70
<i>Lantana involucrata</i>	0.005	0.17
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	0.234	8.58
<i>Metopium brownei</i>	0.043	1.58
<i>Myrcianthes fragrans</i>	0.441	16.17
<i>Nectandra coriacea</i>	0.011	0.41
<i>Piscidia piscipula</i>	0.068	2.50
<i>Randia longiloba</i>	0.417	15.29
<i>Swartzia cubensis</i>	0.005	0.18
<i>Vitex gaumeri</i>	0.189	6.93
<b>TOTALES</b>	<b>4.01</b>	<b>146.82</b>

Como puede observarse en la tabla anterior, se calcula un volumen total árbol de 146.82 m<sup>3</sup> de materias primas forestales que pueden ser aprovechadas como leña a nivel del estrato arbustivo, por lo tanto, considerando que para obtener una tonelada de carbón vegetal se requieren 6 m<sup>3</sup> de leña, entonces se puede obtener un total de 24.47 toneladas de carbón vegetal, con un costo de \$2,500.00 (son dos mil quinientos pesos 00/100 M.N.) por tonelada, por lo que el valor económico de los recursos biológicos forestales por la obtención de leña, asciende a la cantidad de \$61,175.00 (son sesenta y un mil ciento setenta y cinco pesos 00/100).

<sup>35</sup><http://www.fao.org/docrep/p2070s/p2070s04.htm>

#### **D. Costo total de las materias primas forestales maderables**

Considerando los valores calculados en los apartados que anteceden, correspondientes al valor de madera (\$214,945.52), leña (\$14,992.13) y carbón vegetal \$61,175.00), se obtiene un monto total de \$291,112.65 (son doscientos noventa y un mil, ciento doce pesos 65/100 M. N.), que equivale al costo de las materias primas forestales maderables que derivarían del cambio de uso de suelo.

#### **15.1.2. Materias primas forestales no maderables**

##### **A. Tierra vegetal**

En la estimación del costo de los recursos biológicos forestales del área sujeta a cambio de uso de suelo, también se consideró el valor de la tierra vegetal que se obtendría del despalle, el cual se calcula en el orden de los 500 m<sup>3</sup> por hectárea; considerando una capa de tierra vegetal (sustrato con materia orgánica) de 5 cm en promedio o 0.05 m dentro del predio (100 m x 100 m x 0.05 m). Por lo tanto, considerando que en el mercado local el costo de tierra por metro cúbico es de \$500.00 (son quinientos pesos M.N. 00/100), entonces el costo de la tierra vegetal que se obtendría de la superficie de CUSTF (36.657 ha x 500 m<sup>3</sup>= 18,328.50 m<sup>3</sup>), asciende a la cantidad de \$9'164,250.00 (son nueve millones, ciento sesenta y cuatro mil, doscientos cincuenta pesos 00/100 M.N.).

##### **B. Plantas**

Se estima que en la superficie de cambio de uso de suelo, existe una cantidad aproximada de 405,847 plántulas en calidad de regeneración, por lo tanto, si consideramos que el valor promedio de venta al mayoreo de una planta en vivero es de \$5.00 (son cinco pesos M.N. 00/100) por planta, entonces el costo de las plántulas en calidad de regeneración, asciende a la cantidad de \$2'029,235.00 (son dos millones, veintinueve mil, doscientos treinta y cinco pesos 00/100 M.N.).

#### **C. Costo total de las materias primas forestales no maderables**

En conclusión, se tiene que el valor económico de los recursos biológicos forestales no maderables, considerando el valor económico de la tierra vegetal (\$9'164,250.00) y plantas en calidad de regeneración (\$2'029,235.00), asciende a la cantidad de \$11'193,485.00 (son once millones, ciento noventa y tres mil, cuatrocientos ochenta y cinco pesos 00/100 M. N.).

### 15.1.3. Conclusiones

De acuerdo el valor de uso directo de las materias primas forestales maderables y no maderables que se obtendrían de la superficie de CUSTF, se alcanza un gran total de \$11'484,597.65 (son once millones, cuatrocientos ochenta y cuatro mil, quinientos noventa y siete pesos 65/100 M. N.).

### 15.2. VALORES DE USO INDIRECTO (VUI):

Para el cálculo de éste valor, se utilizó la estimación del costo de los servicios ambientales que provee el ecosistema que se desarrolla en el predio, particularmente, aquellos relacionados con la captura de carbono, los servicios ambientales hidrológicos, y la protección de la biodiversidad, tal como se describe a continuación.

#### A. Captura de carbono

La captación de carbono y su almacenamiento en los bosques, y al mismo tiempo la liberación de éste y su impacto en el calentamiento global, tienen un valor que excede el ámbito nacional, cuestión puesta en alto relieve por la Convención Marco del Cambio Climático de la Naciones Unidas. Las estimaciones del almacenamiento y de la liberación de carbono dependen principalmente del tipo de bosque, del cambio en el uso del suelo, de la edad del bosque y del tipo de ecosistema (cerrado o abierto). El carbono captado y almacenado por el bosque tiene un valor ambiental positivo, mientras que su liberación a la atmósfera por el cambio de uso de suelo acarrea daños ambientales al propiciar el calentamiento atmosférico global. En la siguiente tabla se presenta la estimación económica del valor de la captura de carbono por hectárea para distintos bosques, entre los cuales se encuentra el bosque tropical caducifolio, tipo de ecosistema de mayor similitud con el que se ubica en el sitio del proyecto, pues se trata de una Selva subperennifolia.

<i>Bosque templado caducifolio</i>	<i>Bosque tropical caducifolio</i>	<i>Bosque templado</i>	<i>Bosque tropical siempreverde</i>
600	1 800	3 000	3 600

Tomado de: <http://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/librosDig/pdf/divBiolMexEPais8.pdf>

El proyecto que se propone implica el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, a través de la remoción de vegetación forestal correspondiente a Selva baja subcaducifolia, en una superficie de 36.657 ha, de tal forma que con base en los estimados que se presentan en el cuadro anterior, a los recursos forestales del área de cambio de uso de

suelo les corresponde un valor de 1,800 dólares por hectárea, ya que se trata de una selva subcaducifolia (un bosque siempre verde sería una selva perennifolia), es decir, que las 36.657 ha de cambio de uso de suelo representan un valor de 65,982.60 dólares por concepto de depósitos de carbono, los cuales a un tipo de cambio aproximado de \$13.00 pesos mexicanos, corresponden a \$857,773.80 (son ochocientos cincuenta y siete mil, setecientos setenta y tres pesos 80/100 M.N.).

## **B. Servicios ambientales hidrológicos**

Los montos que a continuación se presentan, se obtuvieron del Componente V. Servicios ambientales, de las Reglas de Operación del Programa Nacional Forestal 2016<sup>36</sup>, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 31 de diciembre de 2015.

El pago por el servicio ambiental hidrológico se realiza por períodos de 5 años de acuerdo con las Reglas de Operación del Programa Nacional Forestal 2016<sup>37</sup>, según las cuales se puede llegar a pagar hasta \$1,100 pesos por hectárea por año. Por lo tanto, la superficie de cambio de uso de suelo solicitada (36.657 ha) podría obtener un monto anual por pago de servicios ambientales hidrológicos de \$40,322.70 pesos mexicanos, lo que en un plazo de 30 años que es el equivalente al tiempo de vida útil del proyecto, arroja un monto total de \$1'209,681.00 (son un millón, doscientos nueve mil, seiscientos ochenta y un pesos 00/100 M.N.).

## **C. Protección de la biodiversidad**

Los montos que a continuación se presentan, se obtuvieron del Componente V. Servicios ambientales, de las Reglas de Operación del Programa Nacional Forestal 2016, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 31 de diciembre del 2015.

El pago por el servicio ambiental por la conservación de la biodiversidad, según las Reglas de Operación del Programa Nacional Forestal 2016, puede ser hasta de \$550 pesos por hectárea por año. Por lo tanto, la superficie de cambio de uso de suelo solicitada (36.657 ha) podría obtener un monto anual por pago de servicios ambientales por la protección de la biodiversidad de \$20,161.35 pesos mexicanos, lo que en un plazo de 30 años que es el equivalente al tiempo de vida útil del proyecto, arroja un monto total de \$604,840.50 (son seiscientos cuatro mil, ochocientos cuarenta pesos 50/100 M.N.).

<sup>36</sup> <http://www.conafor.gob.mx/web/apoyos/apoyos-2016/>

<sup>37</sup> [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5328575&fecha=31/12/2015](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5328575&fecha=31/12/2015)



#### D. Costo total del valor de uso indirecto

En resumen, el valor total (VUI) por la prestación de los servicios ambientales del ecosistema que se desarrolla en el predio (captura de carbono, hidrológicos y protección de la biodiversidad), asciende a la cantidad de \$1'814,521.50 (son un millón, ochocientos catorce mil, quinientos veintiún pesos 50/100 M.N.).

#### 15.3. VALOR DE OPCIÓN (VO):

Considerando que se trata de un concepto que deriva del valor asignado a la protección de un activo o un bien por la opción de utilizarlo en una fecha futura, para la estimación de éste componente se consideró el **valor farmacéutico** de las especies que se encuentran presentes en la superficie de cambio de uso de suelo, tomando en cuenta que su permanencia a futuro, podría derivar en la conservación de recursos farmacéuticos aún no descubiertos que pueden ser aprovechados a largo plazo. A continuación se describe el monto de éste valor.

De acuerdo con el Gobierno de México y Banco Mundial (1995), se estima que el valor farmacéutico de los recursos forestales del país podría relacionarse con valores que van desde los 26 y hasta los 4,600 millones de dólares anuales. Dicho estudio parte de la riqueza de especies farmacéuticas relacionadas con el bosque tropical húmedo (grado de biodiversidad alta). En la siguiente tabla se presentan los valores por hectárea así como los valores totales para el bosque húmedo tropical y para todos los Bosques del país.

Grado de biodiversidad	Valor para el bosque húmedo tropical		Valor de todos los bosques
	(Dólares / ha / año)	Millones de dólares por año	Millones de dólares por año
Bajo	1	5	26
Medio	6	66	332
Alto	90	875	4 646

Tomado de: <http://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/librosDig/pdf/divBiolMexEPais8.pdf>

Considerando los datos de la tabla anterior y partiendo del supuesto de que el bosque húmedo tropical (ecosistema similar al que se desarrolla en el predio) con un grado de biodiversidad bajo (ver capítulo 5), tiene un valor farmacéutico de 1 dólar por hectárea por año, entonces para la vegetación que se desarrolla en la superficie de cambio de uso de suelo (36.657 ha), con un valor de biodiversidad bajo, el costo sería de 36.66 dólares, lo cual a un tipo de cambio aproximado de \$13.00 pesos mexicanos, asciende a la cantidad de \$476.58 pesos mexicanos anuales, lo que a un plazo de 30 años que

equivalen al tiempo de vida útil del proyecto, arroja un total de \$14,297.40 (son catorce mil doscientos noventa y siete pesos 40/100 M.N.).

#### 15.4. VALOR DE LEGADO (VL):

Es el valor que se le asigna a los recursos naturales para que las futuras generaciones tengan la oportunidad de usarlos. Para la estimación de éste valor se utilizó del método de valoración contingente<sup>38</sup> que consiste en averiguar los cambios en el bienestar de las personas ante cambios hipotéticos (contingente) de un bien o servicio ambiental. Este método, ha sido comúnmente empleado para obtener la valoración económica de áreas naturales que cumplen una función de recreación en la función de utilidad familiar.

El objetivo del método o modelo de valoración contingente es encontrar la valoración económica de aquellos bienes y servicios que carecen de un mercado a través de la creación de un mercado hipotético. Sin embargo su comprensión intuitiva es mucho más sencilla que eso. Simplemente se les pregunta a los individuos por la máxima cantidad de dinero que pagarían por un bien o servicio ambiental si tuvieran que comprarlo, es decir, que la persona entrevistada se encuentra en un escenario parecido al que diariamente se enfrenta en el mercado: comprar o no una cantidad determinada de un bien a un precio dado, como hacen con los demás bienes, con la diferencia fundamental de que en esta ocasión el mercado es hipotético y, por lo general no tiene que pagar la cantidad revelada.

Visto, lo anterior, se deja de manifiesto que la aplicación del método de valoración contingente, se llevó a cabo a través de una encuesta realizada a 100 personas, donde las preguntas realizadas representaron el mercado hipotético, del cual, la oferta se encontró representada por la persona entrevistadora y la demanda por la entrevistada. El formato de la encuesta se tomo de Azqueta (1994), cuya estructura se describe como sigue:

- » En la primera parte, se expuso la información acerca del bien o servicio en cuestión, de modo que el entrevistado tuvo todas las herramientas para identificar el problema a tratar.
- » El segundo bloque, incluyó información respecto a las modificaciones de cantidad, que se llevarán a cabo en el bien o servicio ambiental. Dentro de este segundo bloque

<sup>38</sup> [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lec/leal\\_r\\_cl/capitulo2.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lec/leal_r_cl/capitulo2.pdf)

también se incluyó información del modo de pago, es decir, se le informó que tendrá que pagar por dicha modificación vía impuestos.

- » Por último, en el tercer bloque de información, se incluyeron todos aquellos datos socioeconómicos del entrevistado que son relevantes en la toma de decisiones de valoración y que también son imprescindibles en el correcto manejo del método como: ingresos, edad, profesión, etc.

La encuesta se llevó a cabo vía correo electrónico, dado su bajo costo de operación y la inclusión de ayuda visual (gráficos, imágenes, fotos, etc.). Para la encuesta se utilizó el sistema de preguntas múltiples, de tal manera que al entrevistado le fue presentada una tabla con diferentes opciones para obtener una valoración total al final del ejercicio.

Cabe mencionar que de las 100 personas que fueron incluidas en la encuesta, sólo 65 contestaron las preguntas y enviaron de regreso sus respuestas. Del total de esta muestra se determinó la media como medida de agregación, con el supuesto de utilizarse como estimador de lo que la persona tipo estaría dispuesta a pagar para obtener una mayor cantidad o calidad de un bien.

A continuación se presentan los resultados de las encuestas, considerando el mercado hipotético de preservar una superficie de una hectárea de selva, para que las futuras generaciones tengan la oportunidad de usarlos.

# de entrevistado	Profesión y ocupación	Monto anual sugerido
1	Ama de casa	\$3,000.00
2	Biólogo	\$17,000.00
3	Biólogo	\$7,000.00
4	Biólogo	\$10,900.00
5	Biólogo	\$14,000.00
6	Ingeniero forestal	\$13,200.00
7	Abogado	\$3,500.00
8	Ingeniero forestal	\$5,500.00
9	Abogado	\$4,500.00
10	Arquitecto	\$3,000.00
11	Ama de casa	\$3,200.00
12	Ingeniero forestal	\$9,500.00
13	Arquitecto	\$3,200.00
14	Arquitecto	\$3,000.00
15	Biólogo	\$10,000.00
16	Biólogo	\$8,500.00
17	Biólogo	\$11,200.00
18	Ingeniero forestal	\$16,500.00
19	Administrador de empresas	\$7,000.00
20	Administrador de empresas	\$6,500.00
21	Ingeniero ambiental	\$7,500.00

# de entrevistado	Profesión y ocupación	Monto anual sugerido
22	Abogado	\$3,500.00
23	Consultor ambiental	\$11,500.00
24	Ama de casa	\$3,200.00
25	Ingeniero forestal	\$8,800.00
26	Consultor ambiental	\$10,500.00
27	Consultor ambiental	\$14,000.00
28	Consultor ambiental	\$3,500.00
29	Biólogo	\$3,200.00
30	Biólogo	\$8,500.00
31	Biólogo	\$3,800.00
32	Ingeniero forestal	\$3,200.00
33	Ecólogo	\$13,000.00
34	Administrador de empresas	\$3,200.00
35	Docente	\$3,000.00
36	Ecólogo	\$18,800.00
37	Docente	\$8,500.00
38	Ingeniero ambiental	\$23,000.00
39	Biólogo	\$13,200.00
40	Biólogo	\$7,500.00
41	Biólogo	\$9,000.00
42	Ama de casa	\$3,200.00
43	Biólogo	\$4,000.00
44	Biólogo	\$5,200.00
45	Ingeniero forestal	\$18,500.00
46	Consultor ambiental	\$24,500.00
47	Abogado	\$3,500.00
48	Docente	\$3,000.00
49	Administrador de empresas	\$7,500.00
50	Consultor ambiental	\$8,500.00
51	Biólogo	\$14,000.00
52	Biólogo	\$4,800.00
53	Biólogo	\$12,000.00
54	Ingeniero forestal	\$15,000.00
55	Docente	\$7,000.00
56	Docente	\$8,500.00
57	Consultor ambiental	\$25,500.00
58	Consultor ambiental	\$14,500.00
59	Ama de casa	\$2,850.00
60	Administrador de empresas	\$10,900.00
61	Abogado	\$7,000.00
62	Ingeniero forestal	\$14,500.00
63	Biólogo	\$3,000.00
64	Biólogo	\$5,500.00
65	Ama de casa	\$2,500.00
<b>MONTO TOTAL SUGERIDO</b>		<b>\$566,050.00</b>
<b>MEDIA DEL MONTO TOTAL SUGERIDO (435,050.00 / 65)</b>		<b>\$8,708.46</b>

En conclusión, se estima que el **valor de legado** por la preservación de una hectárea de Selva, asciende a la cantidad de \$8,708.46 (son ocho mil, setecientos ocho pesos 46/100 M. N.), que extrapolado a las 36.657 hectáreas de CUSTF propuestas, se obtiene un

valor total de legado igual a \$319,226.02 (son trescientos diecinueve mil, doscientos veintiseis pesos 02/100 M.N.).

### 15.5. VALOR DE EXISTENCIA (VE):

Aunque a la mayoría de las especies de flora y fauna no se les ha asignado un valor económico directo o indirecto, muchas personas desean que continúen existiendo, independientemente de su uso. A esta valoración o respeto por la vida de otros seres vivos se le denomina valor de existencia. Este valor adquiere una expresión económica a través de las donaciones realizadas por personas o instituciones para contribuir a la protección de ecosistemas o especies particulares<sup>39</sup>.

Para poder estimar éste valor, se utilizó la encuesta descrita en el punto número 15.4 del presente capítulo, pero a diferencia de la misma, las preguntas estuvieron dirigidas a el caso (no mercado) hipotético de la cantidad de dinero que estaría dispuesto a **donar** una persona, para preservar una superficie de una hectárea de selva, para la protección del ecosistema y todos los recursos naturales bióticos y abióticos que lo integran, cuyos resultados se presentan a continuación.

# de entrevistado	Profesión y ocupación	Monto anual sugerido
1	Ama de casa	\$2,500.00
2	Biólogo	\$3,500.00
3	Biólogo	\$4,000.00
4	Biólogo	\$6,450.00
5	Biólogo	\$8,000.00
6	Ingeniero forestal	\$8,600.00
7	Abogado	\$2,750.00
8	Ingeniero forestal	\$3,750.00
9	Abogado	\$3,250.00
10	Arquitecto	\$3,000.00
11	Ama de casa	\$2,200.00
12	Ingeniero forestal	\$8,250.00
13	Arquitecto	\$2,600.00
14	Arquitecto	\$2,500.00
15	Biólogo	\$6,000.00
16	Biólogo	\$5,250.00
17	Biólogo	\$6,100.00
18	Ingeniero forestal	\$9,250.00
19	Administrador de empresas	\$4,500.00
20	Administrador de empresas	\$4,250.00
21	Ingeniero ambiental	\$4,500.00
22	Abogado	\$3,000.00
23	Consultor ambiental	\$6,250.00
24	Ama de casa	\$2,600.00
25	Ingeniero forestal	\$5,400.00

<sup>39</sup> <http://www.cicy.mx/Documentos/CICY/Sitios/Biodiversidad/pdfs/Cap9/01%20Valor%20economico%20de%20la%20biodiversidad.pdf>

# de entrevistado	Profesión y ocupación	Monto anual sugerido
26	Consultor ambiental	\$6,250.00
27	Consultor ambiental	\$8,000.00
28	Consultor ambiental	\$3,000.00
29	Biólogo	\$3,200.00
30	Biólogo	\$5,500.00
31	Biólogo	\$2,800.00
32	Ingeniero forestal	\$3,200.00
33	Ecólogo	\$7,000.00
34	Administrador de empresas	\$3,200.00
35	Docente	\$3,000.00
36	Ecólogo	\$10,500.00
37	Docente	\$5,000.00
38	Ingeniero ambiental	\$12,500.00
39	Biólogo	\$10,200.00
40	Biólogo	\$2,500.00
41	Biólogo	\$5,000.00
42	Ama de casa	\$2,800.00
43	Biólogo	\$4,000.00
44	Biólogo	\$5,200.00
45	Ingeniero forestal	\$11,000.00
46	Consultor ambiental	\$14,000.00
47	Abogado	\$3,500.00
48	Docente	\$3,000.00
49	Administrador de empresas	\$5,000.00
50	Consultor ambiental	\$4,500.00
51	Biólogo	\$6,000.00
52	Biólogo	\$3,000.00
53	Biólogo	\$5,000.00
54	Ingeniero forestal	\$7,000.00
55	Docente	\$3,500.00
56	Docente	\$5,500.00
57	Consultor ambiental	\$12,000.00
58	Consultor ambiental	\$7,300.00
59	Ama de casa	\$4,050.00
60	Administrador de empresas	\$6,000.00
61	Abogado	\$4,500.00
62	Ingeniero forestal	\$5,000.00
63	Biólogo	\$3,000.00
64	Biólogo	\$3,500.00
65	Ama de casa	\$2,250.00
<b>MONTO TOTAL SUGERIDO</b>		<b>\$339,900.00</b>
<b>MEDIA DEL MONTO TOTAL SUGERIDO (208,900.00 / 65)</b>		<b>\$5,229.23</b>

En conclusión, se estima que el **valor por existencia** de una hectárea de Selva, asciende a la cantidad de \$5,229.23 (son cinco mil, doscientos veintinueve pesos 23/100 M. N.), que extrapolado a las 36.657 hectáreas de CUSTF propuestas, se obtiene un valor total por existencia igual a \$191,687.88 (son ciento noventa y un mil, seiscientos ochenta y siete pesos 88/100 M.N.).

**15.6. CÁLCULO DEL VALOR ECONÓMICO TOTAL:**

Valor Económico Total (VET):

$$\begin{aligned} \text{VET} &= \text{VUD} + \text{VUI} + \text{VO} + \text{VL} + \text{VE} \\ \text{VET} &= \$11'484,597.65 + \$1'814,521.50 + \$14,297.40 + \$319,226.02 + \$191,687.88 \\ \text{VET} &= \mathbf{\$13'824,330.45} \end{aligned}$$

En conclusión, se estima que el valor económico total de los recursos biológicos de la superficie de cambio de uso de suelo, considerando los valores de uso (directo e indirecto) y no uso (opción, legado y existencia), asciende a la cantidad de **\$13'824,330.45** (son trece millones, ochocientos veinticuatro mil, trescientos treinta pesos 45/100 M. N.) por un plazo de 30 años equivalente al tiempo de vida útil del proyecto.

## 16. ESTIMACIÓN DEL COSTO DE LAS ACTIVIDADES DE RESTAURACIÓN CON MOTIVO DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO

Para la estimación del costo de las actividades de restauración con motivo del cambio de uso del suelo, se consideró la experiencia propia que se tiene en campo, en la ejecución de programas de reforestación, restauración y conservación de recursos naturales, así como prácticas directas en campo con la ejecución de programas de rescate de vegetación. Aunado a lo anterior, se consideraron los costos locales de mano de obra, material y equipo de apoyo que se requieren para llevar a cabo las distintas actividades propuestas en este capítulo, los cuales se determinaron a través de entrevistas con la gente y el personal encargado de los comercios locales.

### 16.1. ESCENARIOS PARA LA RESTAURACIÓN

#### 16.1.1. Escenario 1

Ser parte del supuesto de que el predio fue limpiado de forma mecánica eliminando la vegetación, no se puede esperar un proceso de restauración pasiva; por lo tanto, para lograr promover la restauración de las condiciones de la vegetación y de los servicios ambientales que de ella emanan, bajo esta premisa se consideran diversas actividades tendientes a promover dicho proceso.

##### A. Corto plazo (1 a 2 años)

Partiendo de la condición de afectación antes descrita, se señala como primer paso, la adición al terreno de una capa de tierra fértil de cuando menos 20 centímetros sobre la roca expuesta, con la finalidad de contar con el sustrato necesario para que las plantas tengan una fuente de nutrientes y un soporte para su desarrollo.

Considerando la superficie de cambio de uso de suelo (36.657 ha), para lograr formar una capa de tierra de 20 cm de espesor, se necesitarán de por lo menos 73,314 m<sup>3</sup> de tierra (366,571.65 m<sup>2</sup> x 0.20 m), así como la dispersión de 1,000 kilogramos de semillas (estimaciones directas realizadas en campo, de acuerdo con experiencias previas), de especies pioneras, tempranas y tardías, propias de la Selva baja subcaducifolia que se desarrolla en la superficie de cambio de uso de suelo.

Con el acarreo y distribución de la tierra, también se incorpora al terreno una gran cantidad de semillas mezcladas con la tierra; una vez dispersa la tierra sobre el terreno solamente será necesaria la aportación de agua para que se inicie el proceso de



germinación de muchas especies colonizadoras; este grupo inicial de cobertura del suelo presente en el proceso natural de sucesión ecológica se compone por especies herbáceas de ciclos de vida cortos, de poca altura; la adición de los 2,000 kg de semillas de las especies arbóreas, fortalecerá el proceso de colonización y asegurará el inicio del desarrollo de la sucesión de las especies perennes de interés en la cobertura permanente.

Con la germinación, crecimiento y desarrollo de nuevas plantas, se reinician los servicios ambientales suspendidos como captura de carbono, generación de oxígeno, provisión de agua en calidad y cantidad y estabilización del proceso de evaporación.

El desarrollo de especies herbáceas anuales, asegura la floración y producción de semillas; esta oferta de alimento comenzará con la atracción de fauna silvestre como chupadores de néctar (aves e insectos Lepidópteros, Himenópteros, etc.), insectívoros como reptiles, aves y pequeños mamíferos como ratones. En el primer año serán pocas las especies que se establezcan tal es el caso de himenópteros como avispas, hormigas o termitas.

La poca cobertura del dosel únicamente se presenta como atractivo para fuente de alimento, el establecimiento de aves y mamíferos está más condicionado a la estabilidad en protección, temperatura y grado de luminosidad que brinda la vegetación de una selva bien desarrollada. En esta etapa, el área empieza a prestar nuevamente los servicios ambientales detenidos parcialmente como es el caso de captura de Carbono, recarga de mantos acuíferos, paisaje y protección de la biodiversidad.

### **16.1.2. Escenario 2**

#### **B. Mediano plazo (3 a 10 años)**

A partir de los 3 años las especies anuales o bianuales son sustituidas por especies perennes; esta fase es conocida como “fase de surgimiento o de estructuración”, misma que está compuesta por una combinación de las especies existentes dentro de la regeneración natural del ecosistema.

Las actividades a realizar a partir de esta fase, son de protección contra incendios forestales, además de realizar evaluaciones en sitios permanentes para determinar la sustitución natural de especies y asegurándose de que las especies tardías se establezcan.

En esta fase, se fortalece la formación de suelo, y los servicios que prestan las selvas se establecen en cuanto a la captura de carbono, vida silvestre, captación de agua y protección de erosión de los suelos. Se comienza a ver una estructura más definida de la vegetación y es conocida como Vegetación Secundaria, con individuos muy bifurcados, tallos de forma irregular, una gran presencia de especies arbustivas y herbáceas, con alturas máximas de 3 metros.

En cuanto a fauna se refiere, en esta fase ya se pueden observar procesos de colonización de ratones, aves, insectos y pequeños reptiles; la estructura aún continúa en un proceso activo de selección natural con la pérdida de herbáceas y la incorporación de especies tardías. La reforestación con estas especies se realizará en el periodo de lluvias y la recomendación en el desarrollo de la plántula, es que debe tener entre 10 a 20 cm, ya que la siembra es más práctica y el estrés a nivel radicular es menor.

A partir del inicio de esta fase la afectación por concepto de sequías, deja de ser un posible factor de riesgo para el proceso de restauración de la vegetación.

### 16.1.3. Escenario 3

#### C. A largo plazo (10 años en adelante)

Fase de madurez u óptima, donde las especies sobresalientes codominan o dominan los estratos superiores (donde participan especies heliófitas, esciófitas y hemisciófitas).

En esta fase ya no se realizan actividades de fomento encaminadas al establecimiento de nuevas especies; la vegetación ya ha alcanzado niveles de autosuficiencia, los árboles ya cuentan con alturas superiores a los 8 metros, con fustes bien definidos; a partir de los 10 años se pueden encontrar árboles con diámetros normales de 15 cm, para especies de rápido crecimiento, la cobertura de copa ya es superior al 90%, y las condiciones de protección de la vegetación hacia la fauna silvestre, es tal que ya se inicia el proceso de colonización de especies de mamíferos, creándose nuevos hábitats.

A partir de los 20 años de edad ya se puede considerar una Selva Juvenil con dominancia del estrato superior de especies heliófitas y en esa edad ya se puede notar la presencia de un grupo importante de especies esciófitas que inician la colonización del estrato de piso; esta incorporación de nuevas especies tolerantes a la sombra, es el resultado del establecimiento de nuevos nichos de fauna silvestre que se encargan de dispersar semillas traídas desde zonas cercanas cubiertas con vegetación de Selva.

A partir de esta etapa, la continuidad de la sucesión ecológica de la Selva que fue promovida en el predio, ya se puede señalar que las condiciones de diversidad, estructura, funcionalidad y generación de servicios ambientales, tendrán las mismas características de la vegetación que actualmente se desarrolla en el predio. Los riesgos constantes en relación a la suspensión del proceso de restauración de esta selva, están relacionados a la presencia de fenómenos meteorológicos, como es el caso de huracanes.

#### **16.1.4. Proceso de restauración de la vegetación**

Para comenzar a llevar a cabo el proceso de restauración del sitio, se partiría de la superficie del predio ya desmontada y despalmada, en tres fases.

##### Fase 1 (1 a 2 años)

- Retorno de la capa de tierra
- Siembra al voleo de especies pioneras
- Colonización de herbáceas y pioneras.

##### Fase 2 (3 a 10 años): Vegetación Secundaria

##### Fase 3 (10 años en adelante): Selva baja subcaducifolia en estado juvenil

#### **16.1.5. Estimación del costo de las actividades de restauración**

Lograr que se desarrolle nuevamente una Selva baja subcaducifolia en una superficie de 36.657 ha donde hubo remoción total de la cubierta vegetal, es posible siempre y cuando se generen condiciones favorables de fomento y protección.

A continuación se desarrolla una estimación propia del costo en precios actuales de las actividades necesarias para promover y asegurar el desarrollo de una Selva baja subcaducifolia en una superficie de 36.657 ha, tomando como referencia los costos de restauración de experiencias previas en campo.

#### **A. Restitución de la capa edáfica**

Respecto a este componente, se ha propuesto establecer una capa de tierra fértil de un grosor promedio de 20 cm aproximadamente; el ejercicio consiste en calcular el costo de la recuperación de esta proporción de tierra, en el supuesto de que la superficie de CUSTF se encuentre desprovisto de ella.

**Obtención de la tierra.** La necesidad de tierra fértil para lograr cubrir la superficie de cambio de uso de suelo con un espesor de 20 cm, es de 73,314 m<sup>3</sup> como se mencionó anteriormente; el metro cúbico de tierra vegetal puede alcanzar los \$500.00 (son quinientos pesos M.N. 00/100), por lo tanto, el monto por la restauración de la capa edáfica, asciende a la cantidad de **\$36'657,000.00** (son treinta y seis millones, seiscientos cincuenta y siete mil pesos 00/100 M.N.).

**Transporte de la tierra.** Para el transporte de la tierra se ocuparán camiones de volteo con la capacidad de 20 m<sup>3</sup> de tierra por viaje, con un costo de \$500.00 pesos por viaje. En la zona donde se ubica el predio del proyecto un camión de volteo realiza al día un promedio de 5 viajes, por lo que puede transportar un volumen total de 100 m<sup>3</sup> en un día (20 m<sup>3</sup> \* 5 viajes/día), lo que tiene un costo de \$2,500.00 pesos mexicanos al día. Entonces se requieren 734 días para realizar 3,670 viajes y poder transportar los 73,314 m<sup>3</sup> de tierra que se requiere; lo que tendría un costo total por concepto de transporte igual a **\$1'835,000.00** (son un millón, ochocientos treinta y cinco mil pesos 00/100 M.N.).

**Dispersión de la tierra.** Otra de las actividades para regresar la tierra a su situación actual consiste en dispersar la tierra por toda la superficie afectada; esta actividad es realizada por una maquinaria pesada denominada "minicargador frontal" la cual tiene un costo de \$600.00 por hora de trabajo.

El rendimiento por día con jornadas de 8 horas de trabajo para este tipo de maquinarias es de 1/2 hectárea, por lo que se requiere 74 jornadas (592 horas) para poder dispersar la tierra fértil adquirida sobre una superficie de 36.657 ha de la superficie de CUSTF, lo cual generaría un costo de **\$355,200.00** (son trescientos cincuenta y cinco mil doscientos pesos 00/100 M.N.).

**Costo total.** En resumen, establecer la capa de tierra orgánica dentro de la superficie de CUSTF, tendrá un costo de **\$38'847,200.00** (son treinta y ocho millones, ochocientos cuarenta y siete mil, doscientos pesos 00/100 M.N.) considerando las actividades de compra y acarreo de la tierra, así como su dispersión dentro de la superficie de CUSTF.

## **B. Establecimiento de la vegetación de regeneración**

**Producción de las plantas.** El inventario forestal implementado, ha permitido cuantificar las existencias de elementos de flora que se desarrollan en el predio; con esta información fue posible realizar la estimación del número de individuos en condición de plántula que serán afectados durante el proceso de desmonte por el cambio de uso de suelo. La valoración de las plántulas se realizará en función al valor promedio de venta al mayoreo que tienen en vivero, que es de \$5.00 (son cinco pesos M.N. 00/100) por

planta. Por lo tanto, para la superficie solicitada para el CUSTF se estima la existencia de 405,847 plántulas en condición de regeneración, y en ese sentido, el costo de producción de igual número de plantas sería de \$2'029,235.00 (son dos millones, veintinueve mil, doscientos treinta y cinco pesos 00/100 M.N.).

**Transporte de las plantas.** Para poder transportar las plantas del vivero, se rentaría un camión de carga de 3 toneladas cuyo costo de renta por hora es de \$600 pesos en el mercado local; por lo tanto, considerando que un camión de 3 toneladas realiza un viaje por hora desde su zona de origen hasta el predio; y por cada viaje transporta alrededor de 10,000 plantas; resulta pues la necesidad de 41 horas de renta para realizar 41 viajes que puedan transportar las 405,847 plántulas que se requieren para el establecimiento de la regeneración natural; entonces, el transporte de las plantas hasta el predio tendría un costo total de \$24,600 (son veinticuatro mil seiscientos pesos 00/100 M.N.).

**Sembrado de las plantas.** Una vez que se tienen las plantas en el predio se procede a la siembra de las mismas; para esta actividad se contratarían jornaleros (el promedio aproximado de siembra de un jornalero es de 120 plantas por jornal según experiencias previas en campo); cuyo costo por jornal en la zona (8 horas de trabajo), es de \$150.00 (son ciento cincuenta pesos M.N. 00/100); entonces, si consideramos que se requiere el sembrado de 405,847 plántulas para el establecimiento de la vegetación de regeneración, el número de jornales requeridos sería igual a 3382, y por lo tanto se tiene como resultado que las actividades de sembrado tendría un costo total de: \$507,300.00 (quinientos siete mil, trescientos pesos 00/100 M.N.).

**Obtención de semillas.** Como apoyo a las especies pioneras de regeneración se pretende también dispersar en la superficie de cambio de uso de suelo, un total de 1,000 kg de semillas como se mencionó anteriormente, los cuales tienen un costo de \$50.00 (son cincuenta pesos M.N. 00/100) por kilogramo (precio de venta al mayoreo en los comercios locales); por lo que al hacer la multiplicación por el número de kilogramos requeridos, nos da un total de \$50,000.00 (son cincuenta mil pesos 00/100 M.N.).

**Dispersión de semillas al voleo.** La dispersión de semillas al voleo en la superficie de cambio de uso de suelo, requiere de la contratación de jornaleros, cuyo costo por jornal (8 horas de trabajo) es de \$150.00 como se mencionó anteriormente; con rendimiento estimado es de 10 kilogramos por jornal (según experiencias previas en campo); por lo tanto, se requiere de 100 jornales para la dispersión de los 1000 kg de semillas (10 kg en cada jornal por 100 jornales= 1000 kg), lo que nos da un costo total de \$15,000.00 (son quince mil pesos 00/100 M.N.) por éste concepto.

**Costo total.** En resumen, para sembrar el mismo número de plantas que se estima remover en la superficie de cambio de uso de suelo (vegetación de regeneración) se

estima un costo total de: **\$2'626,135.00** (son dos millones, seiscientos veintiséis mil, ciento treinta y cinco pesos 00/100 M.N.).

### C. Protección

Es importante evitar afectaciones que impliquen la suspensión del proceso de restauración; una de estas variables controlables es la afectación por incendios forestales, por lo que se requiere definir los puntos críticos de los límites del predio y establecer brechas cortafuego permanentes; esta actividad no se contabiliza como costo inicial, ya que se parte del supuesto de que el predio se encuentra completamente desprovisto de vegetación y el mantenimiento durante los siguientes 15 años se podrá realizar cada 6 meses, lo cual implica un costo anual estimado de \$3,000.00 pesos anuales por cuestiones de protección (según experiencias en campo) y que en 15 años asciende a la cantidad de \$45,000.00 (son cuarenta y cinco mil pesos 00/100 M.N.).

### D. Mantenimiento

El costo de mantenimiento del sitio restaurado, implica diferentes conceptos ligados a los procesos de restauración descritos en los apartados anteriores, como son: la obtención de plantas para reposición de plantas muertas; transporte de plantas para reposición de las muertas; replante de las plantas que murieron en la plantación inicial; y el deshierbe de la superficie restaurada.

Cabe mencionar que en el caso de la reposición de plantas muertas incluyendo todas las actividades involucradas, considera la reposición del 40% de las plantas sembradas en la plantación inicial.

Los costos estimados de mantenimiento se presentan en la siguiente tabla.

Actividad específica	Unidad de medida	Costo unitario (\$)	Cantidad requerida	Costo (\$)
Obtención de planta para reposición de plantas muertas	Planta	5.00	162,339	811,695.00
Transporte de planta para reposición de plantas muertas	Viaje	500.00	17	8,500.00
Replante de plantas que murieron en la plantación inicial	Jornal	150.00	1,353	202,950.00
Deshierbe	Hectárea	60,000.00	36.657	2'199,420.00
			<b>Costo total</b>	<b>3'222,565.00</b>

Observaciones:

- 162,339 plantas representa el 40% de la plantación inicial que es de 405,847 plantas.
- Un camión de volteo transporta 10,000 plantas en una hora de viaje, con costo de \$500.00 por hora de renta.
- Un jornalero siembra 120 plantas en un jornal de trabajo, con costo de \$150.00 por jornal trabajado.
- Se requiere deshierbar 36.657 hectáreas cada 6 meses durante dos años, con un costo de \$15,000.00 por hectárea deshierbada en la localidad.

En conclusión, el costo total por concepto de mantenimiento de la superficie restaurada con motivo del cambio de uso de suelo, asciende a la cantidad de **3'222,565.00** (son tres millones, doscientos veintidós mil, quinientos sesenta y cinco pesos 00/100 M.N.).

#### E. Asesoría técnica

Nuestros costos de asesoría técnica para realizar la restauración del sitio, asciende a la cantidad de \$25,000.00 (son cincuenta mil pesos M.N. 00/100) por este concepto en una superficie equivalente a 36.657 hectáreas de CUSTF.

### 16.2. COSTO TOTAL DE LAS ACTIVIDADES DE RESTAURACIÓN

CONCEPTO	COSTO (\$)
Restitución de la capa edáfica	38'847,200.00
Establecimiento de la vegetación de regeneración	2'626,135.00
Protección	45,000.00
Mantenimiento	3'222,565.00
Asesoría técnica	25,000.00
<b>COSTO TOTAL</b>	<b>44'765,900.00</b>

En resumen el costo total de las actividades tendientes a promover la recuperación, conservación y protección de una superficie de 7.488 ha en un plazo de hasta 15 años, de acuerdo con los cálculos citados en los numerales anteriores, asciende a la cantidad de **\$44'765,900.00** (son cuarenta y cuatro millones, setecientos sesenta y cinco mil, novecientos pesos 00/100 M.N.).

## 17. EN SU CASO, LOS DEMÁS REQUISITOS QUE ESPECIFIQUEN LAS DISPOSICIONES APLICABLES

### 17.1. PLANES O PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO

De acuerdo con el plano de la página 3 del presente capítulo, y conforme a la delimitación oficial de los diferentes instrumentos de planeación urbano que rigen a los municipios del Estado de Quintana Roo, se puede determinar que el predio del proyecto se ubica dentro del polígono regulado por el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Cancún, publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo el 16 de octubre del 2014.

Específicamente se ubica dentro del uso de suelo Mixto (40 viviendas por hectárea). El PDU establece que el uso Mixto (Mx), se trata de una zonificación que permite la convivencia de giros de vivienda, comercio, oficinas, equipamiento y pequeña industria y se plantea para zonas de concentración de actividades. En este sentido, el uso de suelo al que estará destinado el terreno forestal, es congruente con el uso de suelo aplicable de acuerdo con este instrumento de planeación urbana; pues el plan maestro del proyecto contempla el uso comercial, habitacional (lotes para viviendas), equipamiento e infraestructura como vialidades y banquetas.

Los lineamientos aplicables a este uso de suelo son los siguientes:

*Artículo 15. Disposiciones generales.-*

*La ocupación del espacio debe atender lo que establece la Ley de Fraccionamientos del Estado de Quintana Roo y las restantes disposiciones legales con atribuciones en la materia.*

*En las área denominada Zona Norponiente, en los planos de Zonificación Secundaria, se recomienda sean Desarrollos Certificados (anteriormente denominados DUIS) y cuenten con la aprobación bajo los criterios estipulados por parte de la Secretaria de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU) y Sociedad Hipotecaria Federal (SHF). En el caso de densidades brutas y/o mixtas, aplicarán los usos establecidos en los capítulos cuarto y quinto de zonas habitacionales y comerciales, con excepción de los conjuntos habitacionales. Adicionalmente podrá aplicar las normas establecidas en el capítulo décimo tercero, sección segunda en las normas excepcionales, a fin de generar usos mixtos y garantizar la continuidad de la estrategia de los corredores urbanos y la consolidación de las centralidades.*



*En el caso de usos habitacionales multifamiliares se privilegiara ubicarse preferentemente frente áreas abiertas, verdes y cerca de la red vial de mayor jerarquía, así como respetar las secciones viales establecidas y promover corredores para la movilización no motorizada.*

En relación a lo anterior, se hace de su conocimiento que el presente estudio sólo implica el cambio de uso del suelo a través de la remoción de vegetación forestal para destinarlo a actividades no forestales; por lo tanto, no se someten a evaluación las obras que se construirán a futuro, ni la operación de las mismas, ya que las mismas son competencia del Instituto de Impacto y Riesgo Ambiental (INIRA) del Estado de Quintana Roo, tal como lo marca el artículo 7, fracción X, del Reglamento de la Ley de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo, en materia de impacto ambiental, el cual se cita como sigue:

*“Artículo 7.- La realización de las siguientes obras o actividades, se sujetarán al procedimiento de evaluación en materia de Impacto Ambiental, mismo que será autorizado por la Secretaría a través del Instituto:*

...

*X.- Fraccionamientos y unidades habitacionales, desarrollos inmobiliarios que no se encuentren en ecosistemas costeros y nuevos centros de población;”*

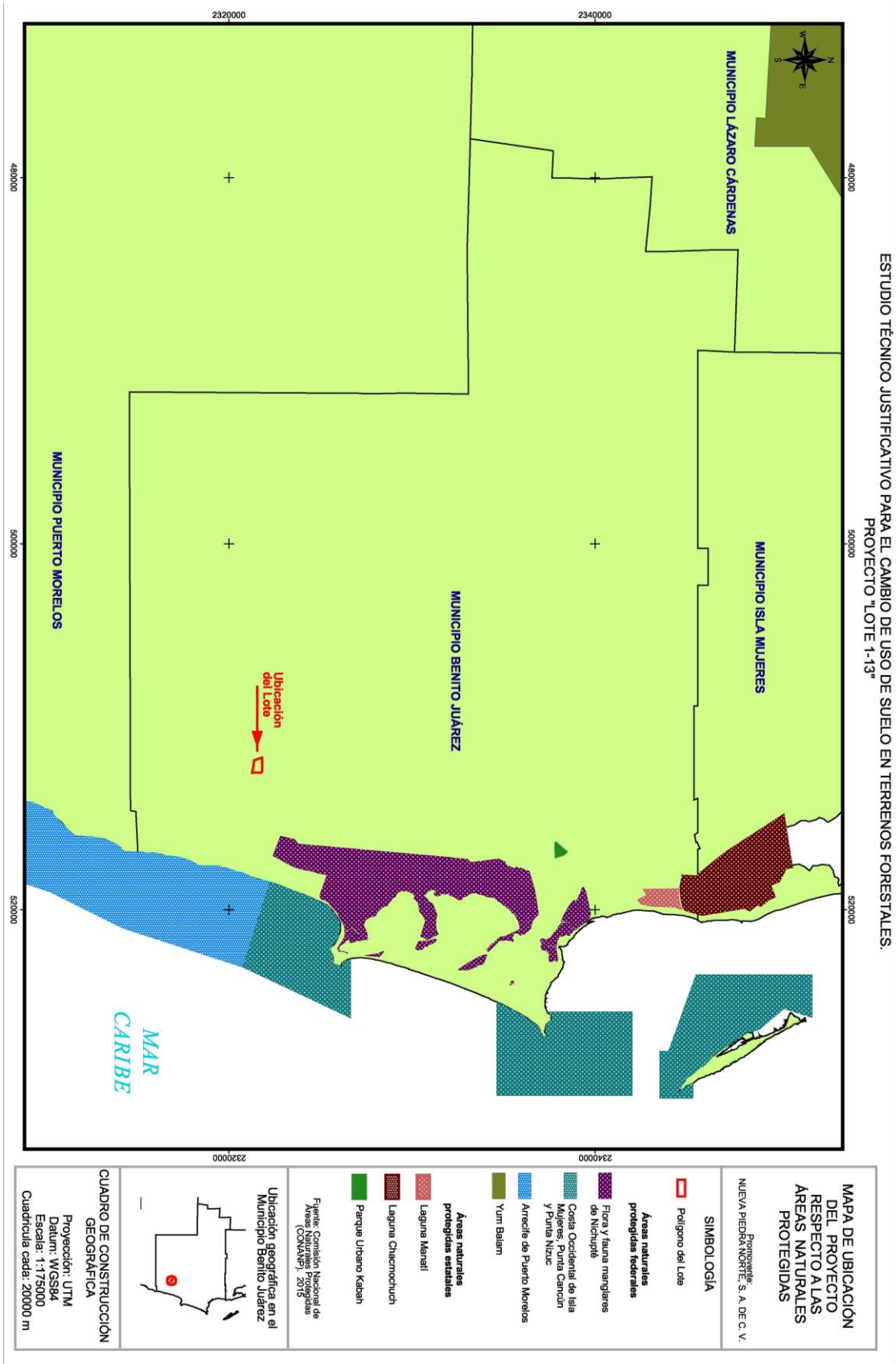
## **17.2. ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS**

De acuerdo con el plano de la página 4 del presente capítulo, se advierte que el predio del proyecto se ubica fuera de los polígonos oficialmente decretado de las Áreas Naturales Protegidas (Municipales, Estatales o Federales), siendo la más próxima a este el ANP denominada “Arrecife de Puerto Morelos”.

## **17.3. REGIONES TERRESTRES PRIORITARIAS**

De acuerdo con el plano de la página 7 del presente capítulo, se advierte que el predio del proyecto se ubica fuera de los polígonos oficialmente decretado de las Regiones Terrestres Prioritarias.





#### 17.4. ÁREAS DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS AVES

De acuerdo con el plano de la página 7 del presente capítulo, se advierte que el predio del proyecto se ubica dentro del polígono oficialmente decretado del Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) número 177 denominada “Corredor Central Vallarta – Punta Laguna”.

Es una zona de remanentes de selvas medianas subperennifolias y Akalchés (selvas inundables) continuos. Es el área más norteña de ocurrencia de especies incluidas en la NOM-059 y CIPAMEX con registros recientes, como *Ciccaba nigrolineata*. Funciona como un corredor de enlace entre la Reserva de Sian Ka'an en Quintana Roo y el estado de Yucatán. La porción más occidental de este tipo de vegetación funciona como reserva ejidal reconocida regionalmente y está propuesta para ser incluida en el SINAP. En la zona existen colonias del mono araña (población restringida a Punta Laguna). Actualmente se llevan a cabo estudios de comportamiento en el área.

#### 17.5. REGIONES HIDROLÓGICAS PRIORITARIAS

De acuerdo con el plano de la página 5 del presente capítulo, se advierte que el predio del proyecto se ubica dentro del polígono oficialmente decretado de la Región Hidrológica Prioritaria 105 denominada “Corredor Cancún – Tulum”.

Entre la problemática que acontece en esta RHP, tenemos lo siguiente:

- Modificación del entorno: perturbación por complejos turísticos, obras de ingeniería para corredores turísticos, deforestación, modificación de la vegetación (tala de manglar) y de barreras naturales, relleno de áreas inundables y formación de canales.
- Contaminación: aguas residuales y desechos sólidos.
- Uso de recursos: pesca ilegal en la laguna de Chakmochuk y plantaciones de coco Cocos nucifera tasiste.

En relación a la problemática detectada en la RHP 105, es importante mencionar que el proyecto no contribuye de ninguna manera con la pesca ilegal en la laguna Chakmochuk, ni con plantaciones de coco o tasiste, pues no se pretende la introducción de dichas plantas; así mismo, el proyecto pretende implementar una serie de medidas preventivas para evitar la contaminación del acuífero por aguas residuales o desechos sólidos, las cuales se encuentran descritas en el presente estudio. El proyecto tampoco contribuye

con la problemática relacionada con obras de ingeniería para corredores turísticos, desforestación, tala de manglar, relleno de áreas inundables y formación de canales.

A pesar de que el cambio de uso de suelo propuesto ocasiona la perturbación y modificación de la vegetación, es importante mencionar que esto se realiza en apego a los usos de suelo permitidos por el POEL-BJ y el PDU de centro de población de Cancún, así mismo, no existen zonas inundables o cuerpos de agua se pongan en riesgo con el CUSTF; y finalmente se puede argumentar que el presente estudio se realiza para solicitar la autorización para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, a través de la remoción de vegetación forestal, en apego a la legislación ambiental vigente y aplicable.

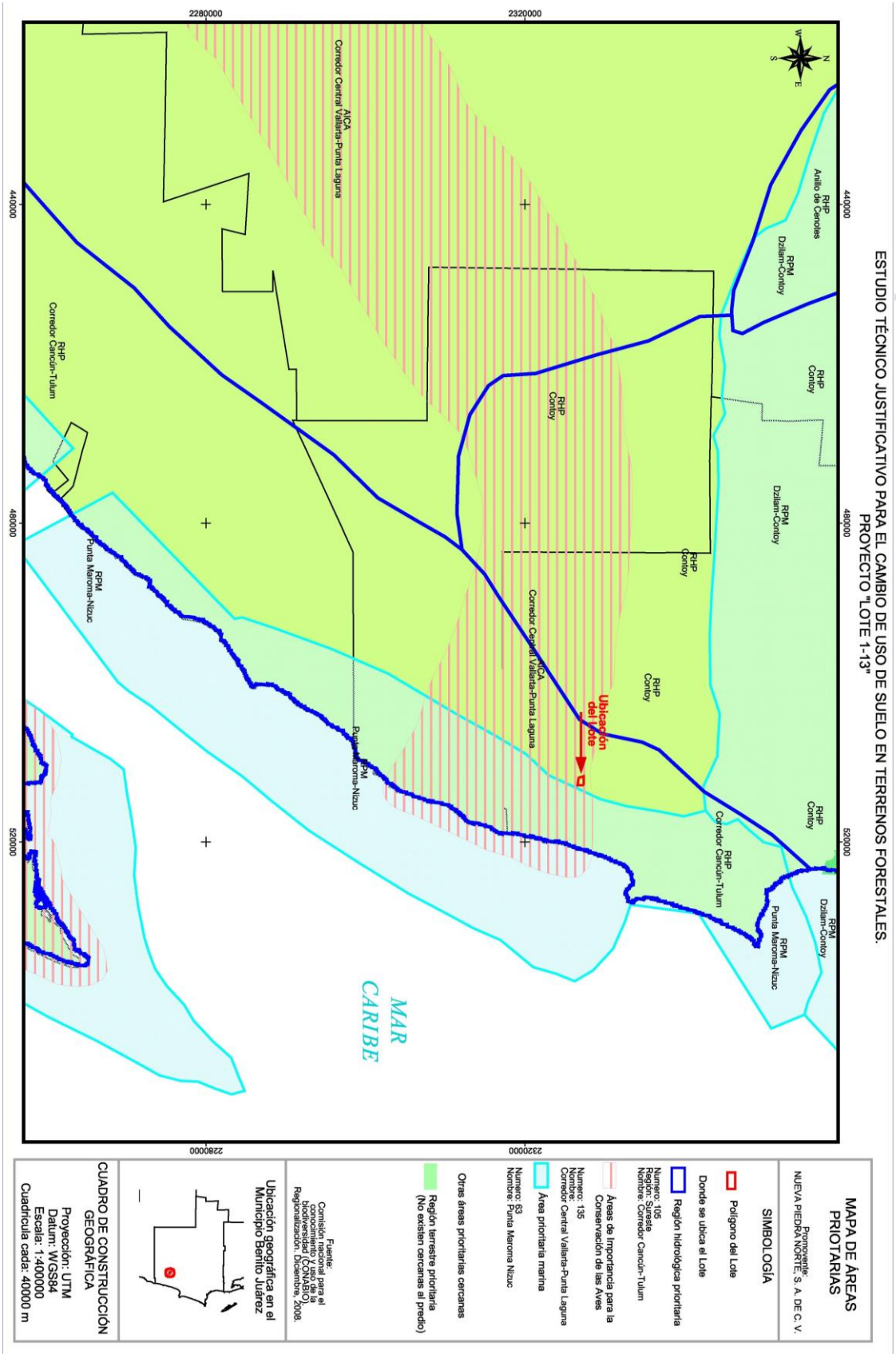
### 17.6. REGIONES MARINAS PRIORITARIAS

De acuerdo con el plano de la página 7 del presente capítulo, se advierte que el predio del proyecto se ubica dentro del polígono oficialmente decretado de la Región Marina Prioritaria número 63 denominada "PUNTA MAROMA-PUNTA NIZUC".

La problemática que acontece en esta RMP es la siguiente:

- Modificación del entorno: por tala de manglar, relleno de áreas inundables (pérdida de permeabilidad de la barra), remoción de pastos marinos, construcción sobre bocas, modificación de barreras naturales. Daño al ambiente por embarcaciones pesqueras, mercantes y turísticas. Existe desforestación (menor retención de agua) e impactos humanos (Cancún y otros desarrollos turísticos). Blanqueamiento de corales.
- Contaminación: por descargas urbanas y falta de condiciones de salubridad.
- Uso de recursos: presión sobre peces (boquinete) y langostas. Pesca ilegal en la laguna Chakmochuk; campamentos irregulares en el área continental del Municipio de Isla Mujeres.
- Especies introducidas de *Cassuarina spp* y *Columbrina spp*.

Al respecto se tiene que el proyecto no contempla la introducción de especies como *Cassuarina spp* y *Columbrina spp*; tampoco contempla actividades de pesca de ningún tipo; ni el establecimiento de campamentos irregulares. En el caso de las aguas residuales que se esperan generar durante el cambio de uso del suelo, se aplicarán medidas específicas para evitar que se conviertan en un foco de contaminación o de problemas de salud. Al interior de la superficie de aprovechamiento no existen manglares ni áreas inundables. Se mantendrá el 40% del predio como área permeable; y no se llevara a cabo la remoción de pastos marinos, construcción sobre bocas, o la modificación de barreras naturales.



## **18. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES**

Bajo protesta de decir verdad, se declara que los resultados presentados en la Manifestación de Impacto Ambiental, se obtuvieron a través de la aplicación de las mejores técnicas y metodologías comúnmente utilizadas por la comunidad científica del país y del uso de la mayor información disponible, tal como se describe en los siguientes apartados:

### **18.1. SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA**

Para la elaboración del presente estudio, se utilizaron diversos equipos y materiales de última generación, para obtener resultados confiables y fidedignos, los cuales se describen a continuación:

#### **18.1.1. Planos georreferenciados**

Para la elaboración de los planos georreferenciados que han sido presentados en los capítulos que integran éste manifiesto, se utilizó el programa Quantum GIS (1.6.0). Los planos arquitectónicos que ilustran la composición estructural del proyecto, fueron realizados con el programa AutoCAD 2015.

#### **18.1.2. Coordenadas**

Todas las coordenadas presentadas en los diversos capítulos que integran el presente manifiesto, fueron recabadas a través de un sistema de geoposicionamiento satelital (GPS), de la marca Garmin, modelo 64s. Las coordenadas se presentan con proyección en unidades UTM (Universal Transversal de Mercator), que a su vez se encuentran referidas al Datum WGS 84, dentro de la Zona 16Q, Norte, que corresponde a la República Mexicana. Estas mismas coordenadas fueron corroboradas por medio del programa Quantum GIS (1.6.0).

### **18.2. FOTOGRAFÍAS**

Las fotos que enriquecen los textos descritos en el presente manifiesto, fueron tomadas a través de una cámara digital marca Canon T3, con una resolución máxima de 12 megapíxeles efectivos.

Las imágenes presentadas en los diversos capítulos que integran éste manifiesto, particularmente las satelitales, fueron obtenidas del programa Google Earth Pro, de uso libre en internet, con coordenadas proyectadas en unidades UTM (Universal Transversal de Mercator), que a su vez se encuentran referidas al Datum WGS84, dentro de la Zona 16Q, Norte, que corresponde a la República Mexicana.

Las imágenes gráficas (no imágenes satelitales, ni fotografías), fueron tomadas directamente de la red de internet.

### 18.3. LITERATURA CONSULTADA

- Arriaga Cabrera, L., V. Aguilar Sierra, J. Alcocer Durand, R. Jiménez Rosenberg, E. Muñoz López, E. Vázquez Domínguez (coords.). 1998. Regiones hidrológicas prioritarias. Escala de trabajo 1:4 000 000. 2ª. edición. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- Arriaga Cabrera, L., E. Vázquez Domínguez, J. González Cano, R. Jiménez Rosenberg, E. Muñoz López, V. Aguilar Sierra (coordinadores). 1998. Regiones marinas prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.
- Arriaga, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (coordinadores). 2000. Regiones terrestres prioritarias de México. Escala de trabajo 1:1 000 000. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.
- Arellano Rodríguez, J. Alberto, J. Salvador Flores Guido, J. Tun Garrido y Ma. Mercedes Cruz Bojórquez. 2003. Nomenclatura, forma de vida, uso, manejo y distribución de las especies vegetales de la Península de Yucatán. Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida.
- Diario Oficial de la Federación. 1988. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.
- Diario Oficial de la Federación. 2000. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.
- Diario Oficial de la Federación. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.



- ▶ Diario Oficial de la Federación. 2010. 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.
- ▶ Gaceta Oficial del Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo. 2011. Caracterización Ambiental del Municipio de Benito Juárez.
- ▶ Gómez Orea, D. 2002. Evaluación de Impacto Ambiental. 2ª Edición. Editorial Mundi-Prensa libros, S.A. 750 pp.
- ▶ Juan M. Torres, R. y Alejandro Guevara, S. 2002. El potencial de México para la producción de servicios ambientales: captura de carbono y desempeño hidráulico. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales-Instituto Nacional de Ecología.
- ▶ Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, Vol. 1. Zaragoza, 84 pp.
- ▶ Navarro S., A. AICA: C-26, Omiltemi. En: Benítez, H., C. Arizmendi y L. Marquez. 1999. Base de Datos de las AICAS. CIPAMEX, CONABIO, FMCN, y CCA. (<http://www.conabio.gob.mx> .México).
- ▶ Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-011-CNA-2000. “Conservación del Recurso Agua – Que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales”.
- ▶ Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo. 2014. Decreto mediante el cual se actualiza el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo.
- ▶ Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo. 2014. Decreto mediante el cual se actualiza el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Cancún.
- ▶ Rodríguez, P. y E. Vázquez-Domínguez. 2003. Escala y diversidad de especies. In: Monrroe, J.J. y J. Llorente B. (eds.). Una perspectiva Latinoamericana de la biogeografía. Comisión Nacional Para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 109-114 pp.

#### **18.4. Páginas electrónicas consultadas**

- ▶ <http://www.conabio.gob.mx>
- ▶ <http://www.conanp.gob.mx>
- ▶ <http://www.conafor.gob.mx>
- ▶ <http://www.crunchoil.com>
- ▶ <http://www.ine.gob.mx>
- ▶ <http://www.inegi.gob.mx>
- ▶ <http://www.semarnat.gob.mx>

CONSULTA PÚBLICA