



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

**PROPUESTA DE INDICADORES Y ESTRATEGIAS PARA EL
MANEJO DE CENOTES CON USO TURÍSTICO EN YUCATÁN**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

LICENCIADO EN MANEJO SUSTENTABLE DE ZONAS COSTERAS

PRESENTA

RICARDO MERLOS RIESTRA

DIRECTOR DE TESIS

DR. FERNANDO NUNO DÍAS MARQUES SIMÕES



SISAL, YUCATÁN
SEPTIEMBRE, 2019



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DATOS DEL ALUMNO

Ricardo Merlos Riestra
Tel. 551 678 6718
rmriestra@ciencias.unam.mx
Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ciencias
Unidad Multidisciplinaria de Docencia e Investigación Campus Sisal
Lic. en Manejo Sustentable de Zonas Costeras
Cuenta UNAM. 30418996-4

DATOS DE JURADO

Presidente	Dra. Laura Elena Vidal Hernández Universidad Nacional Autónoma de México
Secretario	Dr. Fernando Nuno Días Marques Simões Universidad Nacional Autónoma de México
Vocal	Mtro. Manuel Jesus Xool Koh Universidad Nacional Autónoma de México
Suplente	Dr. Samuel François Jouault Universidad Autónoma de Yucatán
Suplente	Mtro. Fernando Enseñat Soberanis Universidad Autónoma de Yucatán

DATOS DEL TRABAJO

Propuesta de indicadores y estrategias para el manejo de cenotes con uso turístico en Yucatán. Tesis de licenciatura UNAM. 89 p., 2019.

Agradecimientos

A mi familia, por nutrirme de cerca y a la distancia, por su apoyo y su espera; porque en este trabajo se refleja una parte de lo que me han enseñado y brindado, de lo que he aprendido de ustedes y de lo que soy. Gracias.

A la Universidad Nacional, quien me otorgó de nuevo la oportunidad de transformarme y crecer humana y profesionalmente, sin duda, sólo la UNAM.

Nuno, Gracias. Gracias por abrir la estancia de cenotes e involucrarme en este fascinante campo de estudio en el manejo. Por la sangre ligera que llevas, por tu asesoría, soporte, ideas y por contagiarme de esa pasión por aportar a la ciencia.

A mis asesores, por cada comentario y sugerencia escrita. Gracias por su respaldo en este trabajo.

A mis hermanitos y amigos. Gracias también a ustedes quienes influyen astrológicamente y con gran peso en mi vida, espero que lo sigan haciendo.

A mis compañeros de generación, y demás colegas de quienes sigo aprendiendo y espero compartir más experiencias. Especialmente al equipo de Cenoteando, quienes son también parte de este trabajo y con quienes se disfruta la investigación y el trabajo de campo en cada cenote visitado.

A los diferentes pobladores del bellissimo Yucatán, a quienes compartieron su tiempo, conocimiento y sus historias conmigo. Gracias a aquellos quienes me ofrecieron su ayuda, su compañía, y entre otras cosas me dieron muestras de la enorme calidez maya.

Dedicado a ustedes y a todos aquellos lectores.

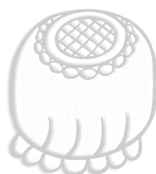


TABLA DE CONTENIDO

Resumen	1
1. Introducción	2
2. Marco Teórico	3
2.1 <i>Los cenotes</i>	3
2.1.1 <i>Formación de cenotes</i>	3
2.1.2 <i>Clasificación de cenotes</i>	4
2.2 <i>Península de Yucatán y relieve kárstico</i>	5
2.2.1 <i>Características ambientales del estado de Yucatán</i>	7
2.3 <i>Agua, vegetación y fauna en cenotes</i>	7
2.4 <i>Servicios ecosistémicos y ecología en los cenotes</i>	9
2.5 <i>Habitantes y usos históricos en los cenotes en Yucatán</i>	10
2.5.1 <i>Época prehispánica</i>	10
2.5.2 <i>Época colonial y pos-colonial</i>	11
2.5.3 <i>Siglo XX y XXI</i>	12
2.5.4 <i>Escenario socioeconómico presente en Yucatán</i>	13
2.6 <i>El turismo en cenotes de Yucatán</i>	13
2.6.1 <i>Aprovechamiento de los cenotes y su “ciclo de vida” como atractivos turísticos</i>	14
2.7 <i>Normatividad relacionada a los cenotes de Yucatán</i>	16
2.8 <i>Indicadores y marco de análisis para el manejo de cenotes</i>	19
3. Objetivos	21
4. Metodología	21
4.1 <i>Área de Estudio</i>	21
4.2 <i>Obtención de datos</i>	23
4.3 <i>Análisis de datos</i>	23
4.4 <i>Índice de aprovechamiento en cenotes con uso recreativo.</i>	24
4.5 <i>Índice de riesgo de degradación de cenotes</i>	27
5. Resultados	31
5.1 <i>Descripción de cenotes con actividades recreativas</i>	31
5.1.1 <i>Perturbaciones en cenotes con uso recreativo</i>	34
5.2 <i>Índice de aprovechamiento en cenotes recreativos</i>	37
5.3 <i>Índice de riesgo de degradación de cenotes</i>	42
6. Discusión	47
6.1 <i>Metodología multicriterio</i>	47
6.2 <i>Aprovechamiento de los cenotes con uso recreativo</i>	48
6.3 <i>Destino de los cenotes turísticos. ¿Un nuevo oro azul en Yucatán?</i>	50
6.4 <i>Riesgo de degradación de cenotes</i>	51
6.5 <i>Estrategias y oportunidades para el manejo de cenotes</i>	53
6.5.1 <i>Diversificación de las actividades y servicios en los cenotes recreativos</i>	53
6.5.2 <i>Tarjeta de reporte para cenotes, cuevas y grutas de Yucatán</i>	54
6.5.3 <i>Participación de mujeres y jóvenes en la gestión y operación de los cenotes</i>	55
6.5.4 <i>Certificación de sustentabilidad en cenotes turísticos</i>	56
6.5.5 <i>Geoconservación en Yucatán</i>	57
6.5.6 <i>Apadrina un cenote</i>	58

7. Conclusiones	60
8. Recomendaciones	62
9. Referencias	64

ANEXOS

Anexo I. Tabla indicativa sobre normativa vigente relacionada a los cenotes del Estado de Yucatán.	69
Anexo II. Esquema DAPSI(W)R(M) aplicado	71
Anexo III. Mapas de caracterización demográfica en municipios de la muestra	72
Anexo IV. Formato de encuesta	74
Anexo V. Descripción de variables	76
Anexo VI. Especies de flora y fauna reportadas en la literatura para cenotes, dentro o fuera de la NOM-059-SEMARNAT-2010	77
Anexo VII. Muestra de resultados de criterio C “Número de atributos físicos/biológicos”	80
Anexo VIII. Resultados del cruce de información criterios D, E, F y G vs variables de perturbación	81
Anexo IX. Actividades y servicios en cenotes con uso recreativo	82
Anexo X. Resultados grado de aprovechamiento en cenotes recreativos (p.1)	84
Anexo XI. Resultados del riesgo de degradación de cenotes (p.1)	86

Resumen

Los cenotes de la Península de Yucatán se encuentran dentro de los lugares turísticos más reconocidos y emblemáticos de México. Estas estructuras geológicas encierran importantes bienes naturales como el agua dulce, especies en peligro de extinción, especies polinizadoras y, en muchas ocasiones también resguardan materiales arqueológicos, restos humanos y fósiles. Sin embargo, los cenotes son ecosistemas frágiles y lamentablemente enfrentan varias amenazas, como el aumento del turismo y la contaminación. Debido a que se conocen limitadamente sus condiciones particulares y su estado actual, en el presente trabajo se desarrollaron dos índices. 1) El índice de aprovechamiento en cenotes con uso recreativo y, 2) El índice de riesgo de degradación de cenotes.

Los resultados generales para el primer índice muestran que, de las cuatro categorías diseñadas para los 90 cenotes recreativos muestreados, el 35% de los cenotes pertenecen a una categoría vacante, el 37% se encuentra en bajo aprovechamiento, 18% tiene una alta intensidad de uso y, 10% fueron clasificados dentro de uso masivo. En el cálculo del índice de riesgo de degradación de 148 cenotes, se halló que el 15% se encuentra en alto riesgo de degradación, 69% pertenece a una categoría media y, el 16% se halla en bajo riesgo de degradación. Los resultados para cada índice fueron estudiados de acuerdo a las regiones del Atlas de Turismo Alternativo en la Península de Yucatán y, concluye con la urgencia de implementar diferentes estrategias para la conservación y aprovechamiento adecuado de estos espacios.

Este trabajo ofrece nuevos resultados y es una herramienta más de consulta para la toma de decisiones. En él se expone la necesidad de generar datos y cruzar información en el ámbito descriptivo y turístico de los cenotes de Yucatán.

Summary

Cenotes of the Yucatan Peninsula are within the most recognized and emblematic tourist places of Mexico. These geological structures keep important natural assets such as fresh water, endangered species, pollinating species and, on many occasions they contain archaeological materials, human remains and fossils. However, cenotes are really fragile ecosystems and unfortunately they face several threats like the increase of tourist visitors and pollution. Because little is known about their particular conditions and current status, two indices were developed in this research: 1) the utilization index in cenotes with recreational use and, 2) the degradation risk index of cenotes.

General results for the first index shows that, from the four categories designed for the 90 recreational cenotes sampled, 35% of the cenotes belong to a vacant category, 37% were classified in low use, 18% have a high intensity use and, 10% were classified within a massive use. In calculating the degradation risk index for 148 cenotes, it was found that 15% are at high risk of degradation, 69% belongs to a medium category and only 16% of cenotes at low risk of degradation. The results for each index were by regions according to the Atlas of Alternative Tourism in the Yucatan Peninsula and concludes with the urgency of implementing different strategies for the conservation and sustainable use of these spaces.

This work offers new results and it is another consultation tool for decision-making. It also demonstrates the need for generate data and cross descriptive and touristic information about Yucatán cenotes.

1. Introducción

La Península de Yucatán, o Bloque Maya es el escenario donde se encuentran los cenotes. La ubicación de ellos es dispersa y muchas veces imprecisa; no todos tienen un nombre, no todos han sido descubiertos ni tampoco registrados. Se encuentran tierra adentro, en la ciudad, en el pueblo, en la selva, la ciénaga, las lagunas, a la orilla o dentro del mar, pero ninguno es igual a otro, por lo que conforman un espectro refinado de obras esculpidas y retocadas a través de decenas de miles de años.

Cenote o *tz'ono't* significa en maya "pozo o caverna con depósito de agua" y éstos son una muestra de las características geomorfológicas de la Península de Yucatán; son elementos protagonistas de la cultura maya y son parte de la identidad de la población peninsular. Los cenotes son ventanas que exponen el acuífero que subyace en la plataforma continental de la región y en ellos se evidencia el cíclico movimiento del agua hacia el mar, proceso cotidiano que ocurre sutil y lentamente por debajo de las rocas.

Considerados normativamente como ecosistemas costeros, estos espacios han sido útiles para la agricultura, la ganadería, la industria; y es en las últimas décadas cuando se han destinado presurosamente al sector turístico e, incluso para la especulación inmobiliaria debido a su belleza y atractivo. La demanda de turistas locales, nacionales y extranjeros no es tema nuevo en los cenotes, sin embargo, la oferta y demanda de estos atractivos turísticos es mayor año con año. Acorde al Plan Estatal de Desarrollo 2018-2024, el aprovechamiento de los cenotes se perfila como un potencial atractivo turístico. Asimismo, el anunciado proyecto nacional conocido como el "Tren Maya", contempla incrementar la infraestructura de comunicación en la región, lo que derivará en un aumento de la movilidad de los diferentes sectores económicos, incluido el turístico. Esta proyección junto con otros factores como el crecimiento poblacional, el incremento en la demanda de agua, su contaminación, la generación de residuos en la región, etcétera, representan una creciente presión que puede comprometer la integridad y calidad de los bienes naturales de la región, incluidos los cenotes.

En la región aún no se tiene información completa en temas de biodiversidad, arqueología, calidad del agua, ni se ha terminado de entender el comportamiento hidrogeológico, por tales motivos se necesita de más trabajos de investigación que aporten en ese sentido. La falta de información también comprende al fenómeno turístico, y es por ello que el presente trabajo de investigación aborda el análisis de la magnitud del turismo en los cenotes.

En este trabajo, se concibe la idea de que unos cenotes resultan más propensos a degradarse que otros, debido a que cada uno conjuga diferentes elementos biológicos, geológicos, culturales y, al mismo tiempo, cada uno está sujeto a diferentes presiones. En ese sentido el presente trabajo busca distinguir qué cenotes son más o menos susceptibles a la degradación o alteración de sus componentes. En resumen, el presente documento pretende ampliar la información del estado actual de los cenotes de Yucatán a través de la generación de nuevos indicadores, de manera que pueda ser útil para informar la decisión y contribuya a favorecer el aprovechamiento responsable de estos ecosistemas.

Gozar de los cenotes es un auténtico privilegio. El agua, la cultura y la vida que encierran, es vulnerable a sufrir daños no reparables. De modo que, para seguir admirándolos y disfrutar de ellos, es indispensable prevenir nuestros impactos –para con el ambiente, etc.–, y poner énfasis en acciones para la conservación y el manejo sustentable.

2. Marco Teórico

2.1 Los cenotes

Conocidos técnicamente como lagos kársticos y/o dolinas –inundadas-, a los “cenotes” se les puede encontrar con otros nombres en otras culturas y partes del mundo, por ejemplo, *Obruk* en Turquía, o *Sima* en España (Coratza *et al.*, 2012, p. 27). Dichas dolinas, son cavidades en la roca que pueden ser circulares o subcirculares, se encuentran aisladas o en grupos, sus bordes pueden ser inclinados o verticales y, su origen puede ser por disolución superficial o por colapso a causa de la existencia de fracturas que se entrecruzan en el interior de las rocas (Aguilar Duarte *et al.*, 2013, p. 245; Bautista *et al.*, 2005, p. 49).

En 1910, Cole reservó el término cenote para aquellos cuerpos de agua de la Península de Yucatán que sean profundos, circulares, con paredes verticales y sin pasajes laterales (1910, p. 324). No obstante, Redell (1977a) planteó que un cenote o zonote –deformación española del maya *tz’ono’t*– es el “término usado por los mayas para cualquier cámara subterránea que contenga agua permanente” (p. 220). Gaona-Viscayno (1980) declaró que con la palabra cenote, “designamos a toda cavidad kárstica que logre alcanzar el nivel freático”(p. 33). Y en 2002, Schmitter-Soto (2002) definió a los cenotes como “una enorme gama de cuerpos acuáticos que presentan distintos tipos de agua, diversos patrones de circulación y estratificación, diversas formas de la cavidad, diámetro de apertura, altura, profundidad, área del cuerpo de agua, etcétera” (p. 350).

Normativamente, los cenotes se definen como ecosistemas costeros puesto que se localizan en la “zona costera”, es decir, se encuentran dentro de la zona de interacción entre tierra y mar, esto es a menos de 200 mts. de profundidad mar adentro, hasta 100 km tierra adentro o 50 m de elevación (LGEEPA, Art. 3 Fr.XIII Bis).

2.1.1 Formación de cenotes

Para explicar la creación de cenotes hay que concebir que en el pasado y en el presente ocurren diferentes procesos que intervienen en su configuración y los siguientes mecanismos involucrados se han identificado:

1 Disolución de las rocas debido a

- Ácido carbónico; el CO₂ presente en la atmósfera, más aquél producido por la disolución y oxidación de la materia orgánica del suelo y la descomposición de las raíces en el subsuelo, se mezcla con el agua meteórica, permitiendo que el agua infiltrada logre disolver las rocas calizas de forma más, o menos agresiva (Schmitter Soto *et al.*, 2002; Velázquez-Olimán, 1995, p. 10).
- La mezcla de agua dulce y salada; esto provoca cambios en la profundidad y espesor de la haloclina, generando reactividad en rocas aragonitas y calcitas, es considerado el proceso más potente de disolución (Beddows *et al.*, 2007, p. 34).
- La presencia y concentración de sulfuro de hidrógeno o ácido sulfhídrico (H₂S) en cenotes con materia orgánica concentrada en proceso de descomposición (Schmitter Soto *et al.*, 2002, p. 218).

2 Colapso

- La fluctuación del nivel medio del mar entre periodos glaciario e interglaciario ocasiona que se cubran o queden espacios aéreos en las cavernas y cuevas. El agua que antes soportaba el peso del techo y las paredes se vacía en el periodo glaciario, lo que propicia el desplome por falta de soporte. Posteriormente, el regreso del mar –p. ej. actual periodo interglaciario- inunda nuevamente estos espacios ya colapsados (Beddows *et al.*, 2007, p. 34; Nava, 2017a).

3 Construcción

- Físicoquímica: La escorrentía que atraviesa el subsuelo a través de pequeñas grietas en las rocas disuelve y arrastra minerales, sin embargo, el agua pierde acidez al alcanzar el interior de las cuevas y con ello pierde la capacidad de acarrear la solución –carbonato de calcio. Lentamente estos pequeños cristales de carbonato de calcio son depositados en el interior de las cavidades por goteo, evaporación o flujo, dando origen a los *espelotemos*¹, tales como las coladas, cortinas, helictitas, pilares, estalactitas, estalagmitas y columnas (Beddows *et al.*, 2007, p. 34).
- Biológica: Recientemente en el cenote Zapote de Quintana Roo se descubrió que las decoraciones conocidas como *campanas del inframundo* tienen una génesis y fuerte influencia microbiana. Estos *biotemas* tienen forma de campana o trompeta, alcanzan una altura de dos metros, tienen alrededor de 80 cm de diámetro en su parte más ancha, particularmente se desarrollan por encima de la haloclina² y logran crecer por debajo del agua (Nava, 2017a).

2.1.2 Clasificación de cenotes

Como vimos en su definición, los cenotes se conforman por una gama de variables y características, es decir, condiciones de amplio espectro que representan un auténtico reto para su agrupamiento, clasificación y categorización. A continuación, se presentan algunas publicaciones científicas que han contribuido con la ardua tarea de clasificar a los cenotes de la Península de Yucatán.

De acuerdo a su localización: (Marín, 1990; Navarro-Mendoza, 1988)

- En costa: A uno o dos km de la costa, el agua salobre y marina presentan una mezcla regularmente homogénea, con termoclinas³ “débiles”, las paredes son de rocas no consolidadas y están cubiertas por materia orgánica. De 3 a 35 m de profundidad.
- Tierra adentro: Tienen agua dulce o ligeramente salobre, poseen profundidades mayores a los 100 metros y las paredes del agua a la superficie llegan a tener más de 20 metros de altura. Es posible además hallar “fuertes” termoclinas dependiendo de la época del año.

De acuerdo a sus características hidrogeoquímicas: (Schmitter Soto *et al.*, 2002, p. 218)

- Lóticos: Cenotes jóvenes donde el agua es clara, homogéneamente bien oxigenada y tiene un tiempo de residencia corto. Además, se encuentran bien interconectados con el agua subterránea a través de fracturas, grietas y mecanismos de disolución.
- Lenticos: Cenotes viejos donde la corriente del agua es lenta, su aspecto es turbio debido a los sedimentos en suspensión, presentan una persistente estratificación térmica y existe un intercambio de agua restringido debido al bloqueo de los canales de conexión por colapso o sedimentación.

De acuerdo a la concentración de clorofila *a* (*Ch. a*) en agua: Schmitter Soto *et al.* (2002) adaptado de Carlson (1977)

- Oligotróficos: Concentraciones menores a 3 mg/m³ de clorofila *a*
- Mesotróficos: Concentraciones de 3– 20 mg/m³ de clorofila *a*
- Eutrófico: Concentraciones de 20–150 mg/m³ de clorofila *a*

¹ Nombre genérico de cualquier formación o depósito mineral secundario formado en una cueva por acción del agua.

² Borde o capa delgada dentro de un cuerpo de agua que separa a dos masas de agua con densidad diferente debido a su salinidad.

³ Borde o capa delgada dentro de un cuerpo de agua o aire que separa dos masas de temperatura diferente.

De acuerdo a su morfología o etapa del proceso de apertura: (Hall, 1936) (Figura 1.1)

- Cavernas o gruta, con entrada lateral que desciende a una cámara que contiene agua. (*áaktun*)*
- En forma de cántaro con abertura pequeña en relación al tamaño del espejo de agua. (*ch'e'en*)*
- Cilíndricos de paredes verticales con abertura equivalente al espejo de agua. (*ts'ono'ot*)*
- En forma de platos o cenotes-aguada se encuentran en superficie y generalmente azolvados, en época de estiaje el cuerpo de agua se reduce notablemente. (*áak'alche'*)*

De acuerdo a su morfología: Cole (1910), Pearse (1936) y Finch (1973) citado en Redell (1977b, p. 220)

- Cuidad con forma de campana con una pequeña abertura en superficie
- Cuidad vertical con amplia abertura y con agua a más de 7.6 m (25 pies) debajo de la superficie.
- Cuidad vertical con amplia abertura y con agua a menos de 7.6 m (25 pies) debajo de la superficie.
- Cuidad amplia con muros en pendiente que llevan al agua.
- Pasaje lateral que lleva a la cámara que contiene el agua.

Cenote dentro de gruta, caverna o cerrado



Cenote en forma de cántaro o semiabierto



Cenote cilíndrico o abierto de caída libre



Cenote en forma de plato o abierto a flor de tierra



Figura 1.1 Ejemplos sobre la clasificación de cenotes según Hall F.G. (1936)

2.2 Península de Yucatán y relieve kárstico

Dentro de la historia geológica de la región, la Península de Yucatán (PY) es conocida también como el Bloque de Yucatán o Bloque Maya. Constituye una porción de la Tierra que mide aproximadamente 450 mil km² incluyendo la plataforma continental, y es la región geológica más joven del México (Morales, 2009, p. 17). Aquí, no se hallan actividades volcánicas o procesos orogénicos, en cambio, el mayor fenómeno geológico experimentado en esta región es la sedimentación lenta y constante de restos calcáreos que hoy alcanzan un espesor de hasta 6 km (Morales, 2009, p. 27).

* <http://www.mayas.uady.mx/diccionario/index.html>

Durante el Paleoceno, la PY se encontraba debajo de un mar de poca profundidad, en donde habitaban organismos acuáticos compuestos por calcio, tales como los corales, los bivalvos, los caracoles, etcétera (INEGI, 2002a, p. 13). En esta superficie, el impacto de un meteorito causó una gran extinción ecológica en el periodo Cretácico-Terciario, hace aproximadamente 66 millones de años (Figura 1.2). Este suceso cambió la historia de la Tierra a escala planetaria. El objeto extraterrestre entre 10 a 18 km de diámetro impactó la corteza terrestre dejando como evidencia el cráter de Chicxulub, el cual coincide con la alineación semicircular de cenotes o *Anillo de cenotes*. Esta alineación forma una primera frontera con más de 180 km de diámetro, y funciona como una zona preferencial de flujo que acarrea el agua subterránea hasta el Golfo de México (Delgado *et al.*, 2010, p. 1431; INEGI, 2002b, p. 21).

Tras el paso de millones de años, la abundancia actual de rocas carbonatadas en la región es producto del constante depósito, erosión y litificación de los organismos calcáreos. Eventualmente, la porción continental de la Península comenzó a emerger hace 12 millones de años a una tasa de unos centímetros cada siglo, y adquirió una forma de relieve llano o plana y de poca elevación sobre el nivel del mar –10 metros en promedio— con ligeros contrastes topográficos (Figura 1.3). Este proceso de emersión aún continúa (INEGI, 2002b, pp. 13–15; Morales, 2009, p. 17; Padilla y Sánchez, 2007; Schmitter Soto *et al.*, 2002, p. 216).

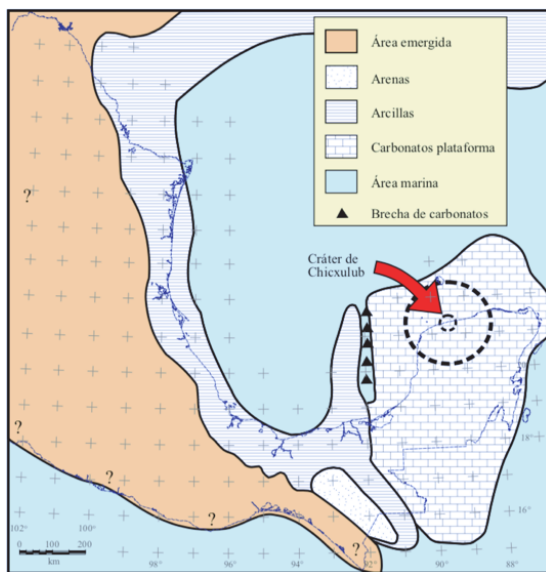


Figura 1.2 Paleografía de inicios del Paleoceno del sureste mexicano. Tomado de Padilla y Sánchez 2007.

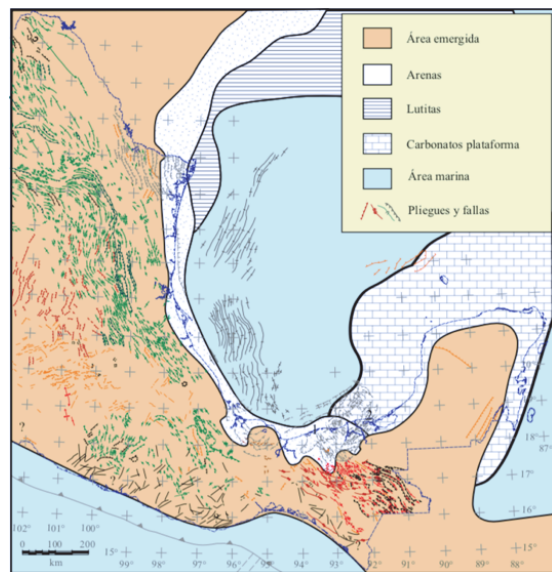


Figura 1.3 Paleografía del Pleistoceno tardío del sureste mexicano. Tomado de Padilla y Sánchez 2007.

Cuando una porción de la superficie terrestre está constituida por rocas solubles de carbonatos de calcio, ésta se identifica como una región kárstica (Fragoso *et al.*, 2014, p. 128; Morales, 2009, p. 45). Un relieve kárstico, karst, krs, carst o carso, se refiere al paisaje formado principalmente por la disolución de rocas solubles, como la caliza y la dolomita. En el karst, se combinan mecanismos de disolución, colapso y construcción de la roca caliza los cuales resultan en complejos sistemas hidrológicos con topografías externas e internas de diferentes escalas y tamaños (Bautista *et al.*, 2011, p. 17, 2005, p. 38; Beddows *et al.*, 2007, p. 34; LeGrand, 1973a, p. 859). Es importante mencionar que para que pueda desarrollarse el karst, las rocas carbonatadas deben situarse por arriba del nivel del mar permitiendo que el agua pluvial pueda filtrarse a través de ellas (LeGrand, 1973b, p. 859).

En la PY, la carencia de relieves altos, las fracturas en la superficie y la alta permeabilidad del suelo no permiten la formación de ríos superficiales. En cambio, son frecuentes las depresiones inundadas e inundables. Es por ello que el agua de lluvia se infiltra rápidamente en el subsuelo y esto ocasiona la dilución de las calizas, lo que explica el origen y volumen del agua dulce subterránea en cavernosidades como grutas, cavernas o cenotes (García Gil *et al.*, 2002, p. 7; Velázquez-Olimán, 1995, p. 10).

LeGrand (1973) destaca la importancia de conocer y entender la permeabilidad de los sistemas kársticos y algunos de los diferentes problemas relacionados son:

1. La escasez y poca predictibilidad del abastecimiento del agua subterránea
2. La escasez de corrientes superficiales de agua
3. Inestabilidad del suelo cavernoso
4. Filtración de los reservorios superficiales de agua
5. Ambiente poco apto para la disposición de residuos antropogénicos.

2.2.1 Características ambientales del estado de Yucatán

La historia geológica y las características ambientales en el territorio yucateco resultan en condiciones kársticas heterogéneas. En esta parte México es muy común encontrar afloramientos de la roca madre y el grupo de suelo que predomina son los llamados leptosoles, es decir, suelos delgados de poca profundidad que representan el 80% de la región. El 20% restante pertenece a otros grupos de suelos, que al igual que el leptosol, se encuentran en “parches” distribuidos heterogéneamente (Bautista, 2010; Bautista *et al.*, 2005, p. 50). Esta escasez de suelo se debe a la erosión vertical y los efectos de la karstificación, puesto que la infiltración de agua y disolución de calizas deja mínimos residuos en superficie (Morales, 2009, p. 37; Schmitter-Soto *et al.*, 2002, p. 342).

Yucatán se encuentra dentro de una franja tropical. El clima dominante es cálido subhúmedo con lluvias en verano (Aw), con una temperatura media que oscila entre los 24° y 28° Celsius. Su clima se ve influenciado por diversos factores como el aire marítimo tropical caribeño, las masas de aire polar, los vientos alisios, la ausencia de grandes estructuras orográficas y, la presencia de tormentas, huracanes y sequías (Comisión Nacional del Agua, 2012, p. 15; INEGI, 2002a, pp. 11–12).

La precipitación pluvial anual mantiene un gradiente que aumenta de 200-400 mm desde la costa noroeste, hasta 1000-1200 mm en dirección sureste (Schmitter-Soto *et al.*, 2002, p. 343), pero gran parte del volumen de recarga se pierde por evaporación (Batllori Sampedro & Febles Patrón, 2002, p. 70). Se pueden distinguir tres temporadas estacionales en el año—secas (marzo-mayo), lluvias (junio-octubre) y nortes (noviembre-febrero)— (Schmitter Soto *et al.*, 2002, p. 216), las cuales se reflejan en la vegetación del estado. Los tipos de vegetación en Yucatán incluyen arbustos de duna costera, manglar, selva baja espinosa, selva baja caducifolia, selva baja y mediana subcaducifolia, selva baja y mediana subperenifolia, sabana, pastizales halófilos e inducidos y en menor medida selva perene (Delgado *et al.*, 2010, p. 1424; INEGI, 2002a, pp. 7–9).

2.3 Agua, vegetación y fauna en cenotes

Se tiene la certeza que el agua dulce de los cenotes representa una lente que flota sobre agua salada, y es la densidad entre ambas lo que las separa (Back & Lesser, 1981, p. 122). El origen del agua dulce es resultado

del régimen pluvial infiltrado estacionalmente a través del suelo y subsuelo, mientras que el origen del agua salada se debe a la intrusión salina y la disolución de rocas evaporitas (Schmitter Soto *et al.*, 2002, p. 218).

Siendo el acuífero kárstico de Yucatán una lente de agua dulce que flota sobre agua salada, el espesor saturado del lente -40 m en promedio-, es lo que controla por presión a la cuña de agua salada presente en la zona costera. Dicho espesor saturado del lente agua dulce, por tanto, va creciendo conforme se aleja del litoral (Batllori Sampedro & Febles Patrón, 2002, p. 70; Bautista *et al.*, 2011, p. 15; Velázquez-Olimán, 1995, p. 10).

La dirección en la que se mueve el agua subterránea inicia desde las zonas de mayor precipitación, es decir, desde el sur del estado con menor gradiente pluvial hacia el norte y noroeste (Suárez-Morales & Rivera-Arriaga, 1998, p. 39). Las masas de agua provenientes de tierra adentro se descargan a manera de manantiales emergentes en lagunas costeras, ciénegas o directamente en el Golfo de México. En palabras de Cole (1910), “el agua burbujea en el fondo [...] donde se observa cómo la arena se agita constantemente” (p.329).

Los cenotes pueden considerarse como “islas de vida acuática” (Schmitter Soto *et al.*, 2002, p. 221), y éstos junto con otras cavidades como las rejolladas, sartenejas y cavernas, permiten el incremento de la diversidad biológica, puesto que disponen de un gran porcentaje de humedad relativa. Esta condición otorga al suelo y al ambiente características microclimáticas sin las que muchas especies vegetales no podrían existir (Flores Guido, 2010; Reddell, 1977b, p. 219) debido a representan “las únicas fuentes de agua disponible para la fauna silvestre en la estación seca” (García Gil *et al.*, 2002, p. 23).

En algunos cenotes abiertos o semiabiertos, se pueden encontrar largas raíces de árboles que cuelgan y se exponen verticalmente en el vacío o se encuentran tendidas sobre la pendiente de las paredes hasta tocar el espejo de agua. Incluso se puede apreciar cómo éstas raíces se abren paso al vital líquido en cenotes dentro de grutas, pues “la presión que ejercen es capaz de fracturar las rocas y penetrar la coraza calcárea” (Morales, 2009, p. 37). Gota a gota estas raíces eventualmente se van cubriendo con los carbonatos y resultan en llamativas decoraciones, como aquellas en las grutas de Sahnacat. La importancia de tales raíces aéreas y sumergidas en los cenotes, se debe a que representan una zona de alimentación, desove y refugio para las especies acuáticas, sin la cual se rompe con parte del flujo energético de estos sistemas (Morales, 2009, p. 76; Schmitter-Soto *et al.*, 2002, p. 374).

En cenotes cercanos a la línea de costa se puede apreciar la cercanía de la especie *Rhizophora mangle* – mangle rojo- y otros árboles halófitos⁴ que rara vez sobrepasan los 10 metros de altura (Schmitter-Soto *et al.*, 2002, p. 350). Tierra adentro, los cenotes se ubican en la selva baja caducifolia y mediana subcaducifolia y los árboles que se encuentran en la periferia de estos cuerpos de agua, tal como la especie *Ficus cotinifolia* o álamo, logran alcanzar más de 20 metros. A la fecha, los habitantes locales saben que álamos verdes, altos y frondosos son uno de los indicadores que permite localizar a los cenotes con buena precisión.

Helechos, briófitas y otras plantas crecen también en las paredes de los cenotes, y aquellos a cielo abierto pueden contener una variedad de algas y de plantas acuáticas (Reddell, 1977a, p. 219). Se sabe que los mayas antiguos cuidaban la vegetación circundante de los cenotes, y llamaban “toolché” a esta franja arbolada de 10 m de ancho o más, la cual era preservada para evitar el asolvamiento del cenote debido a las lluvias y el arrastre de sedimento (Morales, 2009, p. 75).

⁴ Grupo de plantas tolerantes a diferentes gradientes de salinidad presente en el suelo y el agua.

Las dolinas y los cenotes forman parte de la variedad de cavidades subterráneas en el mundo, las cuales pueden contener extraordinarios niveles de diversidad biológica. A pesar de ser espacios aislados y reducidos, son el hábitat de grupos filogenéticos únicos y de especies que a veces sólo pueden ser encontradas en unos pocos sitios (Medellin *et al.*, 2017, p. 49).

En los cenotes de Yucatán es característico encontrar peces ciegos, bagres, crustáceos, tortugas, ranas, cocodrilos, iguanas, murciélagos, golondrinas, zopilotes, cigüeñas, especies troglobíticas⁵, así como una gama de ejemplares a cargo de la entomología. Desafortunadamente, de acuerdo con la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, los ecosistemas de agua dulce tienden a reportar la proporción más alta de especies en peligro de extinción (2005, p. 4).

Para consultar una lista extensa de fauna en cenotes consultar Redell (1977), Schmitter Soto *et al.* (2002), Suárez Morales y Riviera Arriaga (1998), y Méndez González (2012).

2.4 Servicios ecosistémicos y ecología en los cenotes

La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio define como servicios ecosistémicos a los diversos beneficios que las personas obtenemos de los ecosistemas; esto incluye a los servicios de provisión, de regulación, de soporte y los servicios culturales (Hassan *et al.*, 2005, p. 27). El aumento en la demanda de alimentos, agua, madera, fibras y combustible es responsable de la mayoría de los cambios en los ecosistemas. Estos cambios generan la degradación de los servicios ecosistémicos, y tiene un efecto significativamente negativo en el bienestar humano (Millennium Ecosystem Assessment, 2005).

Algunos de los servicios ecosistémicos tangibles e intangibles que obtenemos a partir de los cenotes, se resumen en la tabla 1.1. Por ejemplo, los cenotes conforman un drenaje natural, forman parte de un sistema altamente permeable de cavernas que actúa como vertedero y línea de conducción de grandes masas de agua. En esta compleja red cavernosa, las infiltraciones se mueven rápidamente hacia abajo, se confinan en el subterráneo y constituyen el único acuífero de la región. No obstante, la alta permeabilidad de las rocas transporta también infiltraciones contaminadas que no terminan de oxidarse o purificarse en el suelo, lo que compromete el agua dulce disponible en la PY (LeGrand, 1973b, p. 862).

De acuerdo a Hunter *et al.* (2017), las cavidades subterráneas -como los cenotes- formarían parte del grupo de “pequeñas características naturales” (SNF por sus siglas en inglés *Small Natural Features*). Éstos, “son sitios con una importancia ecológica desproporcionada para su tamaño, pues proveen recursos clave para especies, juegan papeles clave en los procesos ecológicos que influyen en un área más grande, y a veces, soportan una diversidad, abundancia y productividad inusual” (p.88).

Una muestra del valor y rol ecológico de los cenotes, es el trabajo de MacSwiney y colaboradores (2009, 2007), al demostrar que diferentes especies de murciélagos insectívoros y frugívoros en Yucatán dependen de su vegetación circundante para encontrar refugio, alimentarse y encontrar agua (p.144; p.506). Estos murciélagos dependen de la oscuridad, la vegetación y el agua de los cenotes, para que ellos a su vez puedan realizar otros servicios ambientales, como el control de plagas, la polinización, la fertilización del suelo, y la dispersión de semillas necesarias para la regeneración de selvas (Medellin *et al.*, 2017; Sridhar *et al.*, 2006).

⁵ Especies animales ligadas estrictamente a hábitats subterráneos, tales como las cuevas o grutas.

Tipos de servicios ecosistémicos que brindan los cenotes		
SERVICIOS DE PROVISIÓN	SERVICIOS DE REGULACIÓN	SERVICIOS CULTURALES
Productos obtenidos de los cenotes	Beneficios obtenidos de la regulación de los procesos de los cenotes	Beneficios inmateriales obtenidos de los cenotes
Alimentos (árboles frutales, fauna)	Barrera y depuración de masas de agua salina	Prácticas recreativas
Agua dulce (p. ej. uso agropecuario, apicultura y consumo humano)	Gradiente hidráulico	Ejercicios de investigación y desarrollo
Madera	Mantenimiento térmico	Vivencias inspiradoras y estéticas
Fibras	Control de erosión	Refuerzo de la identidad
Plantas medicinales	Captura o secuestro de carbono	Educación ambiental
Energía (Leña)	Transportación del agua, drenaje	Costumbres espirituales
Arcillas (alfarería y construcción)	Cortina rompe vientos Trampa de sedimentos	
SERVICIOS DE SOPORTE		
Servicios necesarios para la producción del resto de servicios de los cenotes		
Descargas y recarga de acuíferos	Banco de germoplasma	Hábitat para flora, fauna terrestre y acuática
Contribución de materia orgánica vía detritus	Control de microclimas	Producción de oxígeno

Tabla 1.1 Servicios ambientales de los cenotes. Basado en López Monsalvo, 2017, p.61; SEDUMA, 2011, p.11

2.5 Habitantes y usos históricos en los cenotes en Yucatán

En Yucatán y en toda la península el agua dulce está contenida en el sistema de cuevas inundadas más grande del mundo y sólo es accesible –de forma natural- a través de numerosos cenotes que atraviesan la superficie (Munro & Melo Zurita, 2011, p. 585). En esta región, el agua subterránea es la fuente principal de abastecimiento para consumo humano, uso industrial y actividades agropecuarias (Delgado *et al.*, 2010, p. 1423), por lo que el uso y dependencia a los cenotes ha sido históricamente crítica (Reddell, 1977b, p. 224; Schmitter-Soto *et al.*, 2002, p. 337).

2.5.1 Época prehispánica

El agua es el recurso al que estaba orientado la religión maya. Sacerdotes y pobladores rezaban a *Chac*, dios de la lluvia, quien únicamente podía asistir en la disminución de la severidad de las sequías (Back & Lesser, 1981, p. 124). Hoy se reconoce que tales sequías azotaron la civilización maya y estuvieron presentes en su colapso durante el periodo clásico terminal (Evans *et al.*, 2018). De acuerdo a Varela, Bonor (2003) y Martos (2015), los cenotes tuvieron una función sacro-ceremonial y otra profana-doméstica, funciones que coexistieron y complementaron en el mismo espacio:

- **Función sacro-ceremonial.** Los cenotes son “uno de los geosímbolos principales de los mayas peninsulares” (Ortiz-Becerril, 2009, p. 5). Naturalmente algunos son verdaderos templos para las prácticas espirituales y, son un elemento de control ideológico dado su fuerte simbolismo mítico; “no por su función vital como fuente de agua sino por su gran poder, derivado de su función vital, a nivel ideológico” (Rojas-Sandoval, 2011, p. 54).

En la fundación de nuevos asentamientos, la población indígena buscó una configuración del paisaje que tuviera significado cosmológico y, las cuevas –y cenotes– fueron centrales (Brady, 2004, p. 84). Se sabe que éstas cavidades explican la toponimia de diversos poblados (Roys, 1935), por tanto, “son entidades que desempeñan un rol activo en la construcción simbólico-social de una realidad” (Badillo-Sánchez, 2013, p. 200). Funcionaron como ejes constructivos y de desarrollo en distintos periodos de tiempo, y formaron parte de espacios privilegiados, a partir de los cuales se extendió un complejo sistema arquitectónico. “En torno a ellos, cada asentamiento se fue extendiendo y transformando al paso de los años, pero conservando la jerarquía de sus plazas mayores relacionadas con dichas formas naturales” (Badillo-Sánchez, 2013, p. 208).

Fueron escenarios de celebraciones de nacimiento, bautismo, embarazo, ritos de curación, iniciación de grupos esotéricos o sociedades de hombres, investidura de poder político y control social y, de ceremonias religiosas de fertilidad, petición de lluvias, cacería, abundancia, desecho de objetos sagrados, entre otras más vinculadas con el principio dual del inicio y el fin, del ciclo eterno de la vida y la muerte (Martos López, 2015, p. 12).

- **Función profana-doméstica.** Fines utilitarios en la realización de labores cotidianas domésticas y productivas, es decir, como fuente de agua para consumo; como lugares de habitación, campamento, almacén y refugio; como sitios de extracción de tierra roja, sascab, arcilla, atapulgita; como lugares para la cacería, y en menor medida como lugares de desecho (Martos López, 2015, p. 304; Ortíz-Becerril, 2009, p. 160; Reddell, 1977b, p. 224).

2.5.2 Época colonial y pos-colonial

De acuerdo a Munro y Melo Zurita (2011), en 1511 llegaron los primeros españoles a la PY y quince años después emprendieron la conquista, en 1546 se considera que toman el control de la región, y concentran sus asentamientos principalmente en la parte noroeste (p. 592). En este trabajo de investigación los autores mencionan que:

Durante la conquista española los cenotes empezaron a operar como mecanismo de control del estado colonial, ofreciendo un espacio simbólico en el que podían suplantar las creencias indígenas con las españolas, y también como un espacio político al ofrecer a los colonizadores la oportunidad de control en el abastecimiento de agua potable de una región. Sin embargo, al mismo tiempo, la naturaleza dispersa de los cenotes, ofrecía la oportunidad de resistencia política, limitando la geografía del control colonial en la Península de Yucatán. (Munro & Melo Zurita, 2011, p. 594)

Evia Cervantes (1995) menciona que también cuevas y cenotes fueron utilizados por los mayas para esconder objetos sagrados y otros artículos que los sacerdotes católicos prohibían (p. 591).

Pasado el periodo de guerra de la independencia nacional, la privatización de cenotes y la monopolización de fuentes de agua para la producción comercial se incrementó en el noreste de la península, lo que incrementó el descontento entre los mayas (Munro y Melo Zurita, 2011, p.595). Durante la guerra de castas (1847-1901), los mayas pudieron resistir la dominancia de los *Yucatecos* (españoles o “pura sangre” descendientes de españoles), gracias al conocimiento local del terreno y de los cenotes. Los “rebeldes mayas se beneficiaron de estos espacios al poder encontrar escondites y agua potable” (Munro y Melo Zurita, 2011, p.598).

2.5.3 Siglo XX y XXI

A principios del siglo pasado, se distingue el éxito de la producción de henequén en las haciendas de la región, la cual estuvo a cargo de una minoría de propietarios conocidos como *hacenderos*. Para controlar el uso de los cenotes, las casas centrales de la hacienda eran construídas a un costado o a veces justo encima de ellos, esta condición fue fundamental para el auge de esta industria (Munro & Melo Zurita, 2011, p. 598). Posteriormente, con el descubrimiento de las fibras sintéticas empieza el decline de la industria henequenera y se cierra un capítulo de la historia en Yucatán. Sirva mencionar que paralelamente en Quintana Roo, alrededor de los cenotes se asentaron campamentos productores de chicle que más tarde se convirtieron en pueblos que actualmente se encuentran al sur y sureste de la península (Munro y Melo Zurita, 2011, p. 600).

Años adelante en la década de los 70's es cuando se registra la llegada de un grupo de buzos a la hacienda de Chunkanán en el municipio de Cuzamá, quienes solicitan un caballo y una plataforma para transportar su equipo. En este momento los pobladores se dan cuenta que poseen la infraestructura de rieles, caballos y *trucks*⁶ –utilizadas antes en el trabajo de la hacienda- para realizar actividades de turismo y exploración subacuática. Debido a esta experiencia y su difusión, es como comienza la oferta de cenotes para el turismo en Yucatán (Munro & Melo Zurita, 2011, p. 599; Ortíz-Becerril, 2009, p. 186).

Actualmente los cenotes siguen jugando un rol social y utilitario muy importante para los habitantes de la región. El uso pesquero en cenotes es mínimo o muy escaso, sin embargo, cerca de la costa los peces más capturados son las mojarras, la rayada, la pinta, la bocona, el sábalo. Schmitter (2002) menciona que incluso los pecílidos y el *Astianax* se consumen salados y secos, y que en algunas localidades de Yucatán el bagre de cenote (*lu'*) se utiliza como remedio para tratar el asma (p.371).

Aunque la expansión del uso de pozos y la distribución de agua pública redujo la dependencia a los cenotes y cuevas, en zonas rurales donde no existe red del sistema de agua, éstos permanecen como una importante fuente de agua para uso doméstico. Muchos cenotes se encuentran abandonados; al hallarse en el traspatio de las casas se les utiliza como almacén, basurero, o están clausurados por la seguridad de personas o el ganado (Ortíz-Becerril, 2009, p. 163). Otros más son vistos como mercancía, “debido a los beneficios económicos que proporcionan se ven como *riquezas naturales* y, si no son aprovechados turísticamente pueden ser considerados como *recursos ociosos*” (Ortíz-Becerril, 2009, p.162).

“Al quedar la antigua relación cenote-sociedad en desuso, y perderse las costumbres en torno al cuerpo de agua, el recurso ha perdido la protección religiosa-cultural” (Nava Galindo, 2015, p. 82). Ahora, complejos hoteles y proyectos inmobiliarios particulares se construyen alrededor de los cenotes y, debido al incremento de su valor como recurso turístico se han originado una diversidad de técnicas para su apropiación (Munro & Melo Zurita, 2011, p. 609). No obstante, existen iniciativas turísticas de fuerte impacto social que han generado empleos e importantes ingresos económicos a sus comunidades, han empoderado a grupos y miembros vulnerables, han favorecido la cohesión social, han minimizado su impacto ambiental y, han logrado bienestar a familias yucatecas (Canto Herrera, 2013; Enseñat-Soberanis *et al.*, 2019; Jouault, 2018).

⁶ Del inglés “*truck*”, vagón o carro. Pequeños vagones o plataformas de carga sobre rieles, remolcados a caballo, utilizadas originalmente para el transporte de pencas de henequén y leña; modificados actualmente para el transporte y comodidad de turistas.

2.5.4 Escenario socioeconómico presente en Yucatán

De acuerdo la encuesta intercensal 2015 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), el conteo de la población en Yucatán suma 2.09 millones de habitantes, de los cuales, el 65.4% se autorreconoce indígena. Por otro lado, la edad mediana de la entidad es de 28 años, y en promedio la población cuenta con 8.8 años de escolaridad, equivalente a cursar el tercer año de secundaria (INEGI, 2015).

Con datos del Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social, el grado de rezago social en Yucatán es alto y al año 2015 ocupa el décimo lugar a nivel nacional. El índice de rezago social observa, a través de 11 variables las dimensiones de la educación, el acceso a los servicios de salud, la calidad y los servicios básicos de la vivienda y los activos del hogar. Este índice no calcula la pobreza dado que no mide ingresos, acceso a la seguridad o alimentación, sino ofrece información asociada al fenómeno de la pobreza en México (CONEVAL, 2016).

En materia económica, 851,345 personas en Yucatán pertenecen a la población económicamente activa (PEA) con status ocupado y de este segmento, 65.9% son hombres y 34.1% son mujeres (INEGI, 2016). Cabe resaltar que, al primer trimestre del 2019, el CONEVAL establece que el 38.8% de la población recibe un ingreso laboral inferior al costo de la canasta alimentaria en Yucatán (CONEVAL, 2019, p. 48). Para consultar más información sobre la representación espacial del tamaño de la población, el grado de rezago social, el tamaño de la población indígena y la PEA ocupada, se elaboró el anexo III.

2.6 El turismo en cenotes de Yucatán

Entre la gama de atractivos turísticos de Yucatán, distintivamente se encuentran los cenotes. Un estudio de mercadotecnia publicado por la Secretaría de Fomento Turístico del Gobierno del Estado de Yucatán (SEFOTUR), señala que los cenotes se encuentran entre los temas de viaje más populares, y entre los tres sitios más interesantes durante una visita o potencial visita al estado (SEFOTUR, 2013, pp. 11–14). Los cenotes turísticos de Yucatán son una oferta relativamente reciente hacia el turismo nacional e internacional, pueden estar o no relacionados con las comunidades locales, pero han generado la suficiente demanda para convertir a pueblos desconocidos en nuevos referentes vacacionales. El potencial que tienen para atraer el turismo es muy alto, y ejemplo de ello es el éxito y la demanda actual que tienen en Quintana Roo.

Actualmente, SEFOTUR tiene registrados 77 cenotes turísticos en el estado (SEFOTUR, 2017b). Y a pesar del “ gran potencial para el desarrollo turístico sustentable” que tienen los cenotes (Gobierno del Estado de Yucatán, 2013a, p. 14), “los científicos recomiendan mucha cautela en el uso turístico de cenotes, pues son ecosistemas particularmente frágiles, delicados y vulnerables, que pueden ser seriamente afectados aún sin proponérselo, con acciones que a primera vista no tienen mayores consecuencias” (Morales, 2009, p. 76).

De acuerdo con el segundo volumen de la edición 2019 del Barómetro del Turismo Mundial publicado por la Organización Mundial del Turismo, México se encuentra en los primeros diez lugares del ranking mundial y registra 11 millones de llegadas de turistas internacionales en el primer periodo trimestral (OMT-UNWTO, 2019). Particularmente, Yucatán registra un crecimiento promedio anual de 5.3% en llegada de turistas, entre el periodo 2006 y 2017, y acorde a los diferentes indicadores publicados por el Observatorio Turístico de Yucatán, el turismo se ha convertido paulatinamente en uno de los sectores con mayor relevancia en la

entidad. Una muestra de ello es la comparación en el tiempo de cualquiera de los indicadores monitoreados por el Observatorio Turístico <http://www.observatoryucatan.org.mx/indicadores> (Consulta marzo 2019).

2.6.1 Aprovechamiento de los cenotes y su “ciclo de vida” como atractivos turísticos

En 1980, Butler propone un modelo sobre el “*ciclo de vida de los atractivos turísticos*”, el cual consiste en explicar cómo un atractivo o área turística transita a través de diferentes fases o etapas en el tiempo (Figura 1.4). En la etapa inicial de **exploración**, los turistas más aventureros visitan el lugar esporádicamente y el número de visitantes se limita debido a que no hay facilidades específicas y/o acceso a los visitantes. En la etapa de **involucramiento** hay una mayor regularidad en la llegada de turistas y se empieza a proveer de facilidades y publicidad al lugar. En la etapa de **desarrollo** comienzan cambios en la apariencia física del área, se mejoran las instalaciones, el número de visitantes crece rápidamente, y es notable el esfuerzo promocional.

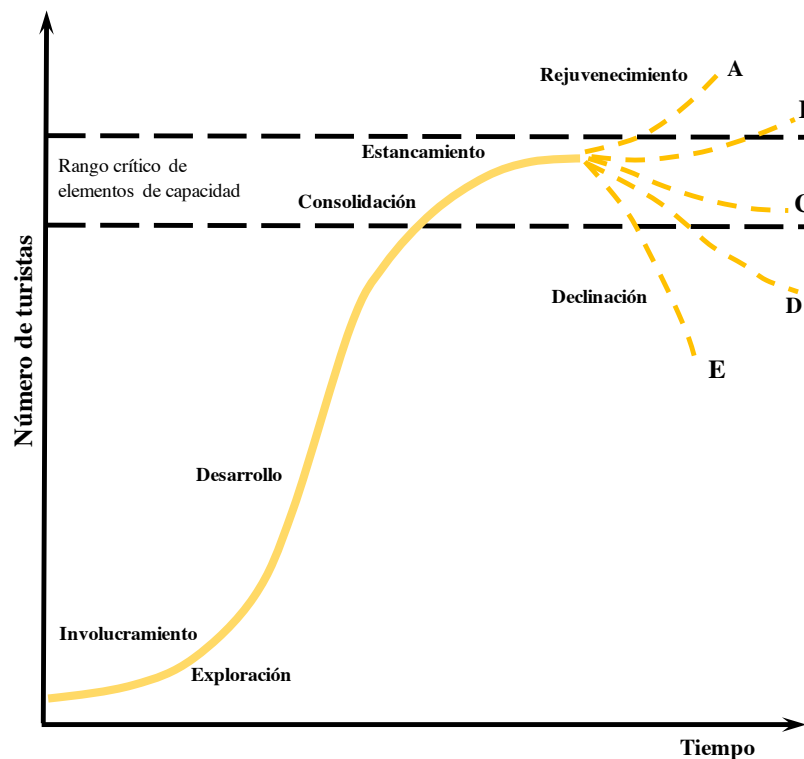


Figura 1.4 Ciclo de vida de un área turística. Tomado y traducido de Butler, 1980, p.7

Una vez que decrece la tasa de arribo de visitantes el atractivo entra en la etapa de **consolidación**. Posteriormente, en la etapa de **estancamiento** la capacidad del sitio es alcanzada, y la imagen y marca del sitio empieza a deteriorarse y pasar de moda. La etapa final del atractivo turístico (**post-estancamiento**) dependerá de las modificaciones que se realicen en el sitio, como establecer límites a su capacidad o mantener su competitividad a lo largo del tiempo. El área o atractivo turístico podrá dirigirse hacia una etapa de rejuvenecimiento, opuestamente a una etapa de declinación, o una variante entre ambas (Butler, 1980, 2011).

Aunque a primera vista las características biofísicas entre cenotes puede que no sean evidentes, cada cenote puede representar un atractivo turístico por sí solo ya que se localizan en puntos geográficos diferentes, además, las características panorámicas, el tipo de propiedad, el tipo de organización,

administración, y la cantidad y calidad de servicios ofertados en el sitio, contribuye a que los cenotes con uso turístico puedan ser independientes entre sí y logren experimentar un “ciclo de vida” diferente. De igual manera, un conjunto de cenotes en alguna localidad puede representar un destino turístico debido a que generalmente son visitados varios cenotes a la vez, tal es el caso de los “cenotes de Homún” o los “cenotes de Cuzamá” (Comunicación personal, Enseñat F., mayo 2019)

Una forma de notar, medir y registrar remotamente los cambios que suceden en torno a los cenotes turísticos, resulta posible con el uso de imágenes o fotografías satelitales. Para ejemplificar este proceso, la siguiente tabla 1.2 expone una muestra de imágenes satelitales entre los años 2015 y 2017 en diferentes cenotes. Entre las imágenes, se puede comparar y percibir la modificación de la vegetación aledaña -150 m radiales desde la entrada del cenote- para abrir nuevos senderos, caminos, o para la construcción de inmobiliario. Las imágenes fueron obtenidas con el software Google Earth Pro v.7.3.2.5487 (alt. ojo 525 m).

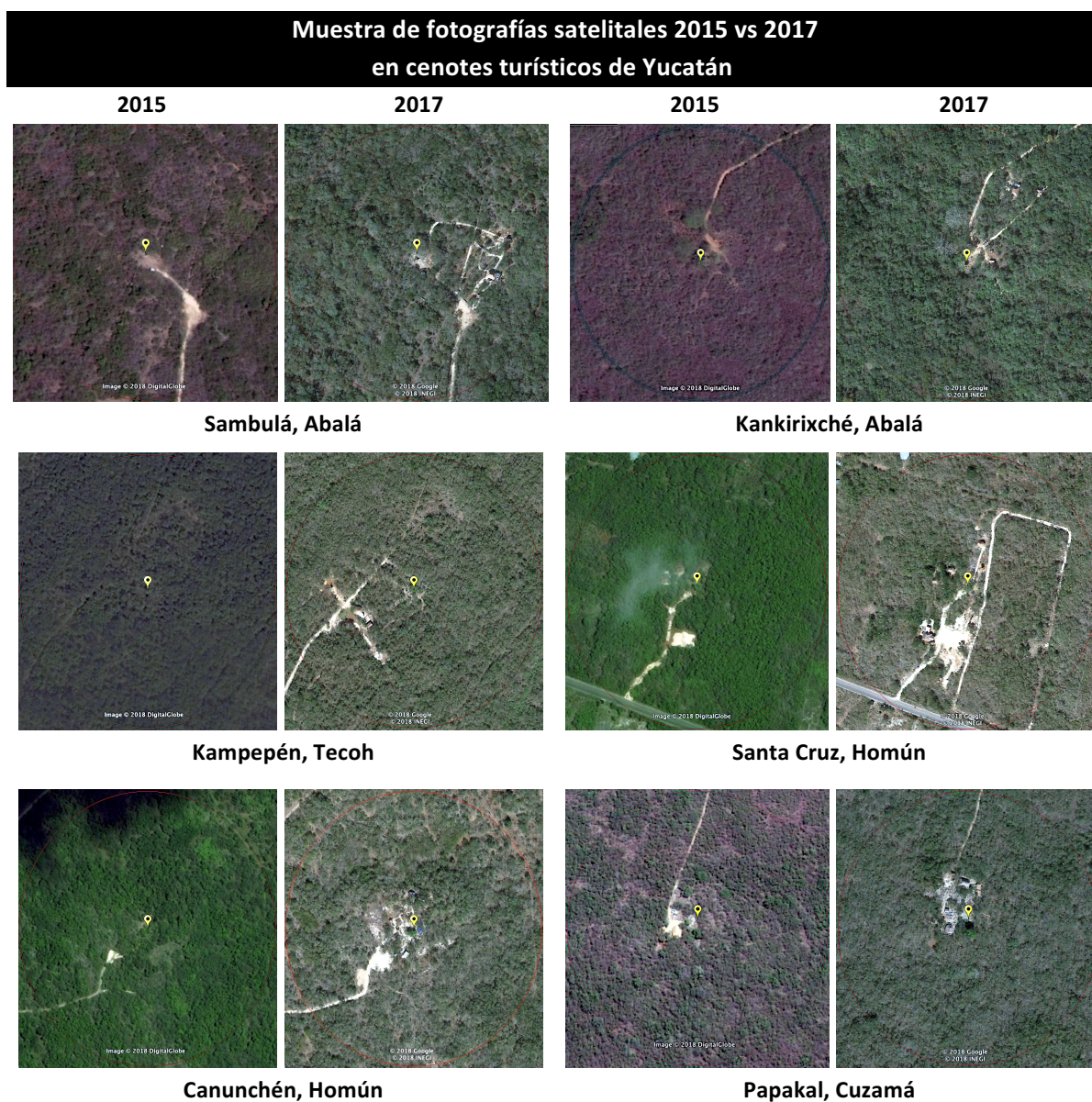


Tabla 1.2 Comparación de imágenes satelitales 2015 vs 2017 en cenotes de Yucatán con uso turístico

2.7 Normatividad relacionada a los cenotes de Yucatán

Dentro del marco político y normativo relacionado a los cenotes encontramos diversas leyes, reglamentos, planes, convenios y, otros instrumentos de política pública que otorgan de forma difusa un esquema de derechos y obligaciones a las personas usufructuarias (Figura 1.5). La normatividad asociada involucra diversos asuntos, por ejemplo, desde la regulación de la actividad turística, hasta la regulación de la tenencia de la tierra. Estos documentos además de reconocer y declarar la protección del valor del agua, la biodiversidad, los servicios ambientales y los materiales arqueológicos de los cenotes, establecen lineamientos para las buenas prácticas. Diversas actividades suceden alrededor de los cenotes y por tanto diversas problemáticas también, la cuales que deberán anticiparse para llenar vacíos en los estatutos actuales.

Para consultar un esbozo indicativo de leyes, reglamentos y artículos en relación a los cenotes de Yucatán se elaboró el anexo I. Cabe mencionar que el estado de Quintana Roo cuenta también con reglamentos de cenotes para los municipios de Solidaridad y Tulum, sin embargo, no fueron incorporados en este trabajo.



*Ley del Agua Subterránea, iniciativa de ley

Figura 1.5 Esquema del marco normativo con relación a los cenotes de Yucatán

En octubre de 2013 fue decretada el área natural protegida “Reserva Estatal Geohidrológica del Anillo de Cenotes” (REGAC), la cual se compone de 13 municipios y está delimitada por la zona de recarga del acuífero. Esta reserva tiene el objetivo de garantizar el abasto de agua en cantidad y calidad para la zona metropolitana más importante de Yucatán, que es en donde existe la mayor presión sobre el recurso hídrico en toda la península (Gobierno del Estado de Yucatán, 2013b).

En junio de 2014 la Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente del Estado de Yucatán (SEDUMA y actualmente SDS o Secretaría de Desarrollo Sustentable) publica el Reglamento de la Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán en Materia de Cenotes, Cuevas y Grutas. Ésta normativa, define

restricciones concretas a usuarios y propietarios en el uso de estos espacios, establece obligaciones a usuarios y autoridades y, detalla infracciones y sanciones en casos de incumplimiento al reglamento.

Ambos esfuerzos normativos otorgan un grado de regulación y protección concreta a los cenotes, no obstante, se omiten algunos detalles importantes para la medición, monitoreo, y el control de variables de estado importantes. En ese sentido, una efectiva protección debe contar siempre con el apoyo e iniciativa de la población local y con un programa continuo de educación en relación a la protección de sus recursos (Watson *et al.*, 1997, p. 16).

Hasta la fecha resulta impreciso el número de cenotes en Yucatán debido a que muchos permanecen ocultos, pero al mismo tiempo se descubren nuevos. Dentro de la problemática relevante para la Región Hidrológico-Administrativa XII Península de Yucatán (RHA XII PY) se menciona, entre otras cosas, “el desconocimiento preciso de los acuíferos...., y la carencia de un inventario y caracterización de los cenotes para su manejo, conservación y uso sustentable” (Comisión Nacional del Agua, 2012, p. 28).

El reglamento en materia de cenotes, cuevas y grutas (2014), tanto el portal web de la SDS publican el censo de cenotes y grutas de Yucatán, el cual registra 2,241 (2018). No obstante, de acuerdo con Erik S. Torres Burgos, actual jefe del departamento de administración de recursos naturales de la SDS, menciona que se tiene un registro oficial de más de 3,000 cenotes y grutas (comunicación personal, 04/jun/2018).

Cabe mencionar que del “universo” de cenotes registrados por la SDS, sólo noventa y nueve están considerados dentro de los compromisos de la Convención relativa a los humedales de importancia internacional, o Convenio de RAMSAR (1971). El sitio RAMSAR no. 2043 “Anillo de Cenotes” fue designado en 2009 por los siguientes criterios (Méndez González, 2012, p. 2):

1. Al comprender tipos de humedales representativos, raros o únicos.
2. Por sustentar especies vulnerables, en peligro o peligro crítico, o comunidades ecológicas amenazadas.
3. Al sustentar poblaciones de especies vegetales y/ animales importantes para mantener la diversidad biológica de una región biogeográfica determinada.
4. Por sustentar especies vegetales o animales cuando se encuentran en una etapa crítica de sus ciclo biológico o les ofrece refugio cuando prevalecen condiciones adversas.

Parque Estatal Lagunas de Yalahau decretado en 1999, es declarado también como sitio RAMSAR con número 1690, y se encuentra dentro de la REGAC dentro de los municipios de Homún, Huhí, Tekit y Sotuta (Gobierno del Estado de Yucatán, 2013b).

En el siguiente mapa (Figura 1.6), se recopila la localización geográfica disponible para los cenotes de Yucatán, se muestran sólo aquellos que tienen registro oficial de la SDS disponible en el portal de bitácora ambiental <http://bitacoraordenamiento.yucatan.gob.mx/galeria/?Offset=50> (Consulta febrero 2019), haciendo distinción de aquellos que forman parte del Convenio RAMSAR.

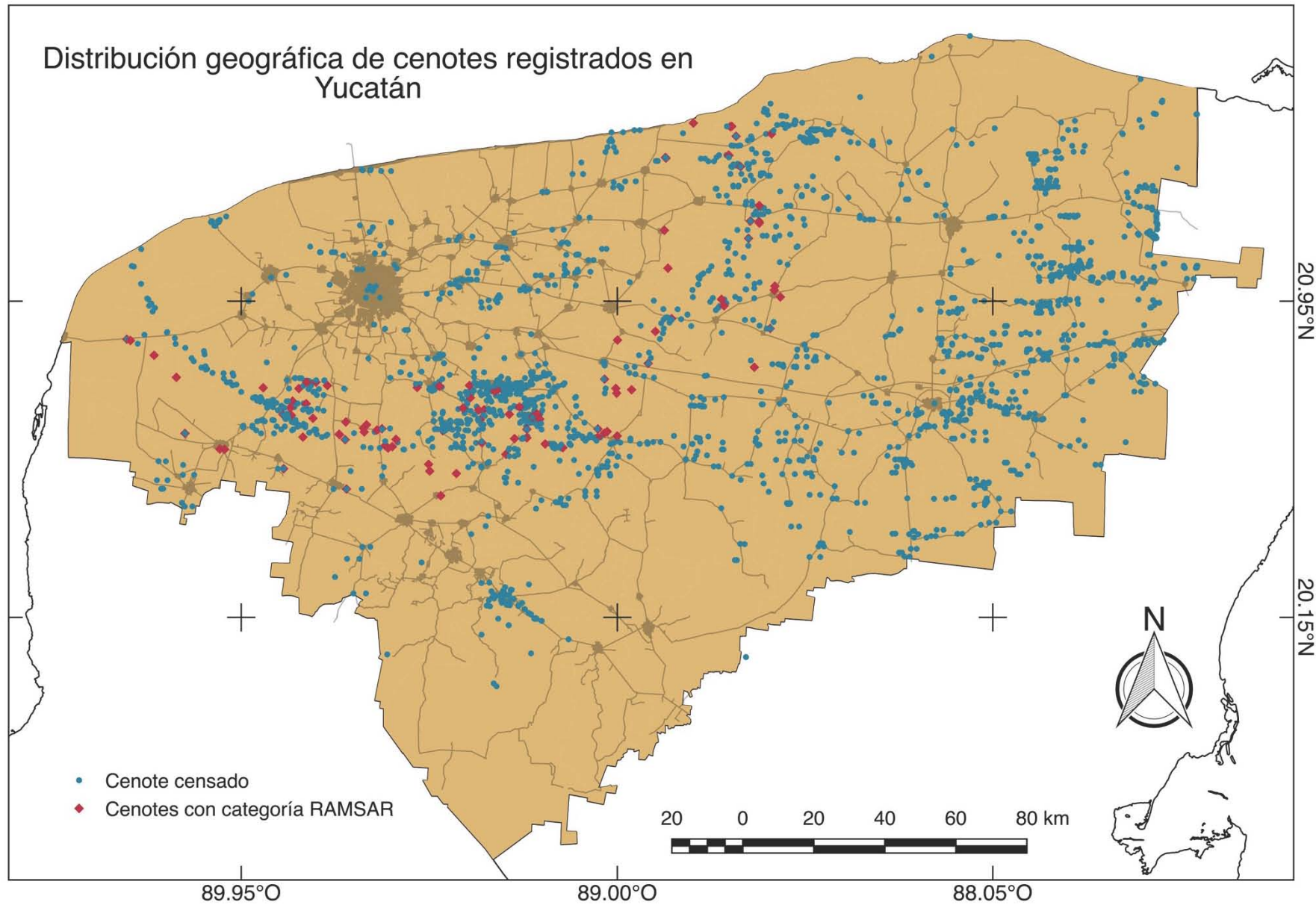


Figura 1.6 Muestra de la distribución geográfica de los cenotes censados en Yucatán

2.8 Indicadores y marco de análisis para el manejo de cenotes

Los indicadores son herramientas que se utilizan para describir situaciones existentes y para medir cambios o tendencias a lo largo del tiempo, sus funciones son simplificar, cuantificar y comunicar. Esta herramienta nos permite analizar la cuantificación de fenómenos complejos, describir el estado del fenómeno/objeto de estudio, pero con un significado que va más allá de aquél que está directamente asociado con un parámetro individual. Deben ser relevantes para los objetivos de manejo, estar claramente vinculados a los efectos directos que se están monitoreando, elaborarse con todas las partes que participan en el manejo y, ser un componente del proceso de manejo y no un fin en sí mismos. (Comisión Oceanográfica Intergubernamental, 2006, p. 11; Smeets & Weterings, 1999, p. 5).

La fusión de indicadores permite generar índices, esto significa que se agrupan distintas variables para cubrir un tema de la forma más adecuada (Comisión Oceanográfica Intergubernamental, 2006, p. 13). Al igual que un indicador, un índice es un valor o medida que permite entre otras cosas, suministrar información sobre problemas ambientales, monitorear acciones de manejo, establecer prioridades, fundamentar el desarrollo y aplicación de políticas, y medir los efectos de decisiones políticas (Comisión Oceanográfica Intergubernamental, 2006, p. 35; Smeets & Weterings, 1999, p. 5).

Por ejemplo, la vulnerabilidad del acuífero de Yucatán es concebida como un factor que compromete la disponibilidad del agua subterránea. Esto se debe entre otras cosas, a la alta permeabilidad de las rocas y lo poco profundo del manto de agua (Aguilar Duarte *et al.*, 2013, p. 255; Batllori Sampedro & Febles Patrón, 2002, p. 70). Mediante el índice "IVAKY", Aguilar y col. (2016) lograron medir la vulnerabilidad del acuífero kárstico yucateco ante la contaminación. En él se integran los factores relieve kárstico, suelo, y clima, y cada factor fue compuesto a su vez por diferentes indicadores (p.921). Los resultados de este trabajo permitieron generar finalmente una categorización del acuífero y distinguir espacialmente su grado de vulnerabilidad. Dentro de la figura 1.7 podemos ver que la información heterogénea de los indicadores es transformada en un índice, una categoría y en un producto que permite identificar diferencias ambientales. De esta manera vemos que los indicadores son herramientas destacables en la comunicación de información complicada y compleja.

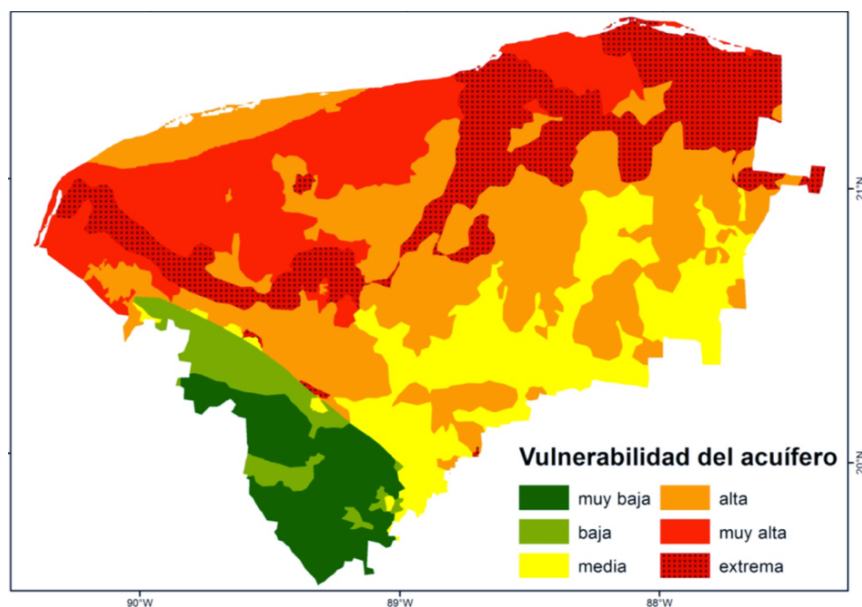


Figura 1.7 Ejemplo y resultados del índice IVAKY aplicado. Tomado de Aguilar-Duarte *et al.*, 2016.

Uno de los sistemas que permite describir y analizar los problemas ambientales a través de diferentes indicadores, es el marco analítico DAPSI(W)R(M). Este reciente marco causal logra estructurar y analizar las interconexiones sociedad-ambiente por medio de indicadores, y da una indicación más precisa y completa sobre el anterior marco DPSIR (Elliott *et al.*, 2017; Wolanski & Elliott, 2016). El marco DAPSI(W)R(M) (pronunciado “*dapsiworm*”) busca generar y comunicar información a través de seis fases principales:

El término (1) **fuerzas motrices** (*Driving forces*), se refiere a las necesidades humanas básicas, tales como la alimentación, hidratarse, la seguridad, el refugio, etc.; que, para satisfacerlas, se deben llevar a cabo (2) **actividades** (*Activities*), como la pesca, la construcción, la extracción; que, a cambio, generan (3) **presiones** (*Presures*), como resultado de la realización de tales actividades. Las actividades pueden tener un efecto positivo o negativo y generan (4) **cambios de estado** (*State changes*) en el sistema natural –físico-químico y ecológico; tales efectos generan alteraciones que tendrán un (5) **impacto** –positivo/negativo- en el bienestar humano (*Impact (on Welfare)*). Los impactos y cambios de estado necesitarán resolverse usando (6) **respuestas** -como medidas- (*Reponses (as Mesures)*), que incluyen instrumentos legales, mejora de tecnología, técnicas de remediación, etcétera (Elliott *et al.*, 2017; Patricio *et al.*, 2016, p. 9). Es preciso mencionar que, las actividades no necesariamente conllevan presiones al sistema si son puestos en marcha diferentes mecanismos de prevención, mitigación o compensación promovidas en la fase de respuesta (Elliott *et al.*, 2017, p. 31).

Los marcos de estructuración de problemas, son relevantes puesto que ayudan a la ciencia y a la esfera política en sus necesidades de información clara y precisa para demostrar el cumplimiento, avance o fracaso de objetivos en materia ambiental (Comisión Oceanográfica Intergubernamental, 2006). En el anexo II se puede consultar el marco DAPSI(W)R(M) aplicado a los cenotes.

Debido a la necesidad de mejorar las prácticas de monitoreo y evaluación de los cenotes de forma integral, veremos más adelante que el presente trabajo realiza una propuesta de índices que intenta exponer la intensidad de uso en cenotes recreativos y el riesgo de degradación inherente a éstas importantes formaciones geológicas en la región. Los resultados de esta investigación podrán ser útiles a tomadores de decisiones en los sectores civil, académico o de gobierno para identificar sitios prioritarios y contrastar información.

3. Objetivos

Objetivo General

Generar herramientas cuantitativas que ayuden a la toma de decisiones y amplíen la información sobre el estado actual de los cenotes en Yucatán, mediante 1) la determinación del nivel o grado de aprovechamiento en cenotes con uso recreativo y, 2) la clasificación de cenotes de acuerdo a su riesgo de degradación.

Objetivos Particulares

- Describir una muestra de 90 cenotes con uso recreativo a través del análisis de datos recopilados en campo.
- Establecer un índice que mida y clasifique los 90 cenotes con uso recreativo, de acuerdo a su nivel de aprovechamiento.
- Establecer un índice que mida y clasifique la totalidad de cenotes de la muestra, de acuerdo a su riesgo de degradación.
- Identificar estrategias de solución para impulsar el manejo sustentable de los cenotes en Yucatán.

4. Metodología

4.1 Área de Estudio

Nuestras unidades de estudio se encuentran dentro de área que comprende 32 municipios del estado de Yucatán (Figura 2.1). Los municipios a su vez pertenecen a cuatro de las nueve regiones del turismo alternativo señaladas en la primera edición del Atlas de Turismo Alternativo en la Península de Yucatán (ATAPY) (García de Fuentes, Romero, *et al.*, 2015). Cabe mencionar que diez de los 32 municipios visitados pertenecen al Área Natural Protegida “Reserva Estatal Geohidrológica del Anillo de Cenotes” (REGAC) (Tabla 2.1).

División del área de estudio por regiones del turismo alternativo en Yucatán				
I. Mérida y costa occidental de Yucatán		II. Tizimín y oriente de Yucatán	III. Sur de Yucatán	IV. Cancún – Riviera maya y su traspais
Abalá	Kopomá	Cenotillo	Huhí*	Dzitas
Acañeh*	Maxcanú	Panabá	Kantunil	Kaua
Celestún	Mérida	Tizimín	Sotuta	Quintana Roo
Chocholá	Motul	Tunkás	Tekit*	Tinúm
Cuncunul	Sanahcat*			Valladolid
Cuzamá*	Seyé*			Yaxcabá
Dzilam de Bravo	Tecoh*			
Hocabá*	Timucuy*			
Homún*	Umán			

* Municipios dentro de la REGAC (Gobierno del Estado de Yucatán, 2013).

Tabla 2.1 Lista de municipios dentro del área de estudio organizadas conforme al Atlas de Turismo Alternativo de la PY.

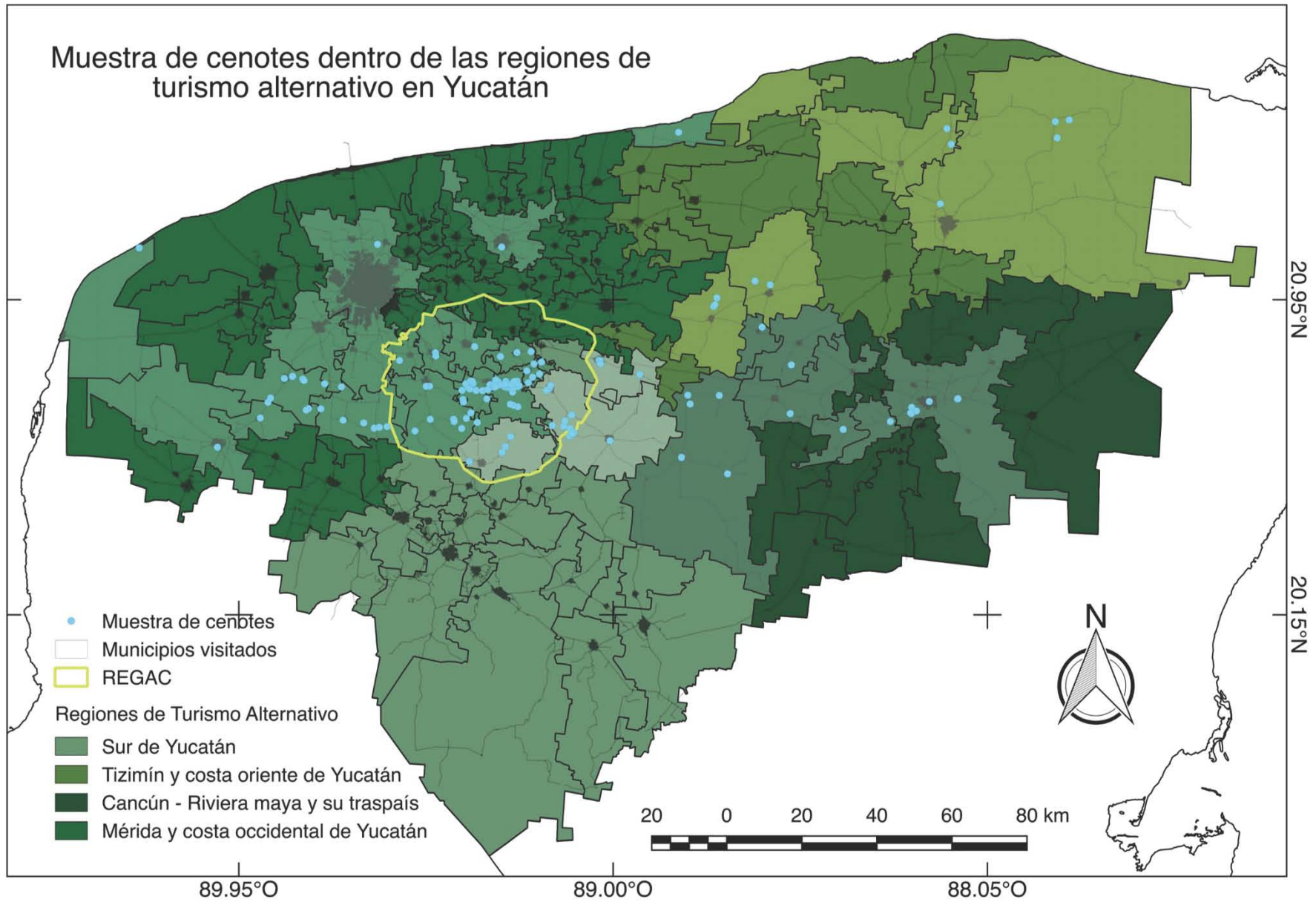


Figura 2.1 Distribución geográfica de la muestra de cenotes obtenidos en campo

4.2 Obtención de datos

Con un equipo de tres estudiantes de licenciatura, se visitaron sin distinción y en una ocasión, los diferentes cenotes ubicados en los distintos municipios y localidades del estado de Yucatán. En total, se obtuvieron datos de 148 cenotes en un periodo de 45 días, distribuidos lo largo de los años 2015, 2016 y 2017. Para hallar los cenotes en campo, se consultó información impresa y en medios digitales, pero principalmente se preguntó a la gente local sobre su ubicación.

Se aplicó el método de encuesta a una persona responsable del lugar o cenote en ese momento. Cabe mencionar que no en todos los cenotes se halló alguna persona a cargo, sin embargo, la encuesta permitía resolverse parcialmente a partir del método de observación del sitio. El formato de la encuesta se compone por 181 variables (anexo IV), de las cuales, se ocuparon 61 para los propósitos de este trabajo, lo que equivale a una tercera parte del total de variables. De esta fracción el 90% corresponde a variables de atributo que únicamente consideran la presencia o ausencia. Para consultar la descripción de las variables tomadas en campo y utilizadas en este trabajo consultar el anexo V.

Los datos fueron recopilados y capturados en una hoja de cálculo Microsoft Excel (v.15.26), y se creó un archivo a partir del cual se seleccionaron aquellas variables que permitieron generar posteriormente los índices. Nuestra unidad de muestreo corresponde a cada cenote registrado y se identificará por el nombre del cenote en español o en lengua maya correspondiente. Para cada cenote se tomaron coordenadas geográficas con un equipo Garmin GPSMAP 78, y para la representación cartográfica de la información se utilizó la plataforma QGIS Desktop 2.18 "Las Palmas", la cual fue elaborada usando unidades *grado-decimales* en el sistema de coordenadas WGS84.

4.3 Análisis de datos

Para el análisis de datos y la construcción de los índices propuestos se consultaron diversas publicaciones relacionadas y se utilizó hoja de cálculo Microsoft Excel (v.15.26) para la conversión de datos y el cálculo de resultados. Ambos índices elaborados se conforman por diferentes variables o criterios, y cada variable se mide a su vez por diferentes límites establecidos. A cada uno de las variables les fue otorgado un peso o valor por método de ordenación simple (Aznar Bellver & Guijarro Martínez, 2012, p. 47), es decir, que el decisor estableció directamente la ponderación y los valores que indican la importancia relativa en la explicación del índice. En otro orden de las palabras, la distribución de pesos refleja la importancia relativa que tienen los criterios para el decisor, y en este caso se ajustan a una progresión lineal.

Para la asignación final de los pesos se elaboraron diferentes escenarios de pesos otorgados y, se seleccionó aquella combinación que logró tener una mayor semejanza con lo observado en campo; previa reflexión, consulta y visto bueno con profesores y personal del departamento de sistemas kársticos de la SEDUMA, actualmente SDS. Ésta asignación arbitraria naturalmente es fuente de discusión, por tanto, se requieren de estudios y discusiones posteriores para tratar este asunto (Brilha, 2016, p. 126).

Posteriormente, los valores de los diferentes criterios fueron calculados y se obtuvieron los totales para cada cenote. Finalmente, para la interpretación de las puntuaciones resultantes se generó una escala ordinal que permite clasificar cada cenote dentro de las categorías propuestas para cada índice. El proceso llevado a cabo durante este trabajo puede consultarse en la siguiente figura 2.2.

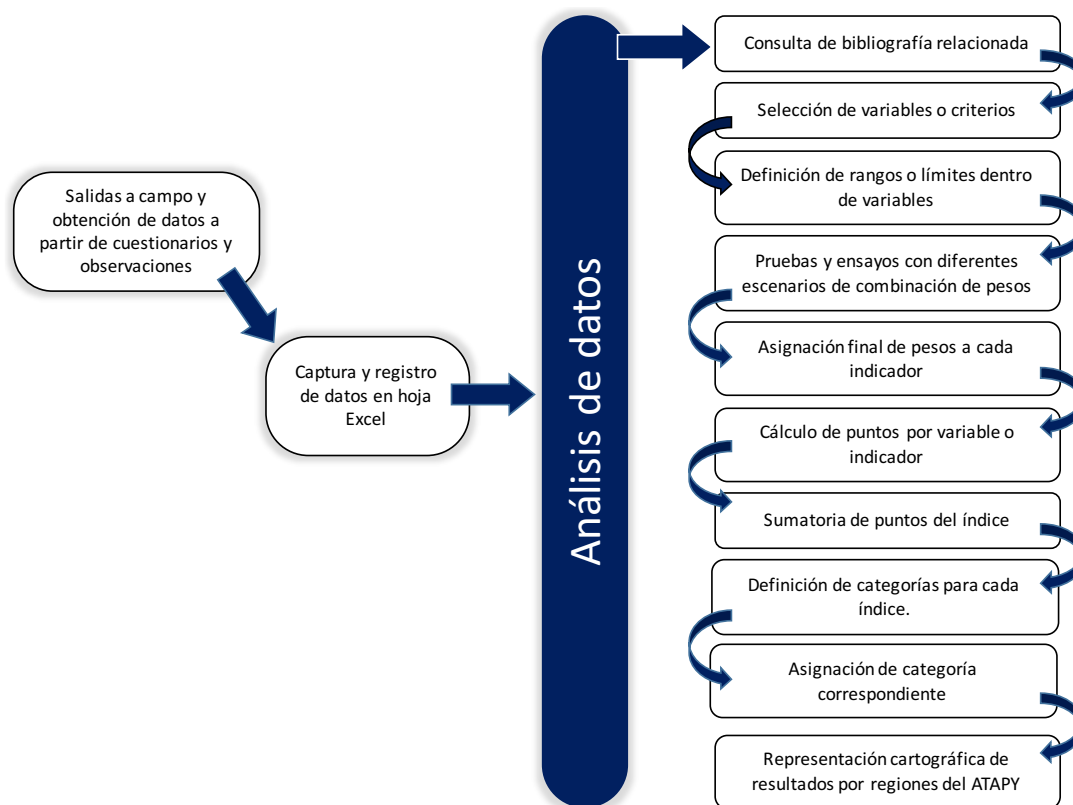


Figura 2.2 Proceso para la elaboración de los índices y obtención de resultados

4.4 Índice de aprovechamiento en cenotes con uso recreativo.

El índice de aprovechamiento en cenotes recreativos intenta realizar una aproximación sobre la intensidad o el nivel de uso de los cenotes turísticos. Este índice estima *a priori* un nivel o grado aproximado de oferta y demanda a escala local, y clasifica *grosso modo* la forma en la que operan y funcionan cotidianamente estos atractivos turísticos.

Esta sección del análisis de datos no toma en cuenta los cenotes con uso agropecuario, público urbano, o ningún uso y, sólo incluye aquellos cenotes con uso recreativo o turístico puesto que los diferentes tipos de usos vistos en campo son mutuamente excluyentes. En esta tesis, los cenotes turísticos o con uso recreativo se definieron como, aquellos que tienen un acceso al espejo de agua, generalmente realizan un cobro por entrar, están destinados principalmente para el ocio, entretenimiento o descanso, y pueden o no ofertar servicios o amenidades a los visitantes.

Para medir el nivel de aprovechamiento en cenotes recreativos, se seleccionaron variables relacionadas con la cantidad de personas que visitan los cenotes, y con la cantidad de actividades y servicios que se ofrecen. A cada variable le fue asignado un valor numérico el cual equivale a un peso que indica la importancia relativa de dicha variable y, (Brilha, 2016, p. 132; Zouros & Valiakos, 2010, p. 969) el total de puntos resulta en una suma máxima de 100. Mediante este índice se busca responder a la pregunta ¿cuál es el nivel o grado de aprovechamiento cotidiano, “normal” o promedio que domina en cada uno de los cenotes?

Cada variable se descompone en indicadores que aportan en mayor o menor medida al índice. Para establecer los límites cuantitativos de los indicadores inmersos en los criterios A, B y C, se realizó un análisis que agrupó de forma coherente los datos crudos. Los resultados permitieron identificar definitivamente 4 grupos para las variables A y B, y tres grupos para la variable C. Cabe decir que la variable “D” puede aportar hasta 10 puntos y su incorporación al índice se justifica como un indicador que manifiesta el potencial de incrementar el uso en los cenotes. El conjunto de variables e indicadores resultan en la construcción del índice mostrado en la tabla 3.1.

Las variables seleccionadas están definidas de la siguiente manera:

- A. Número de visitantes en temporada baja al día:** Cantidad promedio de personas asistentes al cenote o parador turístico a lo largo de un día, entre lunes y viernes y, fuera de los periodos vacacionales de la SEP y días festivos oficiales.
- B. Número de visitantes en temporada alta al día:** Cantidad promedio de personas asistentes al cenote o parador turístico a lo largo de un día en sábados y domingos y, dentro de los periodos vacacionales de la SEP y días festivos oficiales.
- C. Número de actividades y servicios:** Suma de las actividades recreativas y de servicios ofertados en el cenote o parador turístico.
- D. Entrada de autobuses:** Capacidad del sitio para estacionar o recibir la llegada momentánea de autobuses.

Índice de aprovechamiento en cenotes con uso recreativo	
Criterios / Indicadores	Peso
A. Número de visitantes en temporada baja al día	4
Mayor a 100 visitantes al día	4
Más de 20 a 100 visitantes al día	2
De 1 a 20 visitantes al día	1
Cero visitantes al día	0
B. Número de visitantes en temporada alta al día	3
Mayor a 300 visitantes al día	3
Más de 100 a 300 visitantes al día	1.5
Más 20 a 100 visitantes al día	0.75
De 0 a 20 visitantes al día	0
C. Número de actividades y servicios	2
Mayor a 16 actividades y servicios	2
Más de 8 a 16 actividades y servicios	1
De 1 a 8 actividades y servicios	0.5
D. Entrada de autobuses	1
Capacidad de estacionamiento o recepción de autobuses	1
No acondicionado o sin recepción de autobuses hasta el momento	0
Total	10

Tabla 3.1 Composición del índice de aprovechamiento en cenotes recreativos. Criterios y pesos asignados

La sumatoria de puntos permite clasificar el grado de aprovechamiento dentro cuatro categorías que ofrecen un matiz aproximado a la intensidad de uso, es decir, entre más puntos se obtenga, mayor será la intensidad con la que se usa el cenote (Tabla 3.2). A modo de ejemplo se ilustra el índice en la figura 2.3. Esta

clasificación fue elaborada después de obtener las puntuaciones para todos los cenotes, tomar en cuenta el valor mínimo de los datos, recapitular la experiencia y observaciones en campo, y hacer varias reflexiones finales sobre la validez de cada puntuación obtenida (Brilha, 2016, p. 133).

La categorización del aprovechamiento de los cenotes se define por cuatro clases:

- **Masivo:** Cenotes que experimentan diariamente el arribo masivo de turistas (100-900 visitantes), están acondicionados para recibir varios autobuses a la vez y ofrecen generalmente más de 16 actividades o servicios.
- **De alta intensidad:** Cenotes que experimentan la llegada masiva de turistas en días temporada alta (100-900 visitantes), están acondicionados para recibir autobuses, y ofrecen más de 8 actividades o servicios.
- **De baja intensidad:** Cenotes que no superan 300 visitantes en temporada alta al día, y 100 visitantes en temporada baja, pueden estar o no acondicionados a la recepción de autobuses y ofrecen generalmente hasta 16 actividades o servicios.
- **Vacante:** Cenotes con menos de 100 visitantes al día en temporada alta, pueden experimentar la ausencia de turistas en temporada baja, generalmente no están acondicionados para la recepción de autobuses, y se ofrecen generalmente menos de 8 actividades o servicios.

Categorías del índice de aprovechamiento en cenotes con uso recreativo	
Rango	Clase
7.6 – 10	Masivo
5.1 – 7.5	De alta intensidad
2.6 – 5.0	De baja intensidad
0.5 – 2.5	Vacante

Tabla 3.2 Categorías del índice de aprovechamiento en cenotes con uso recreativo

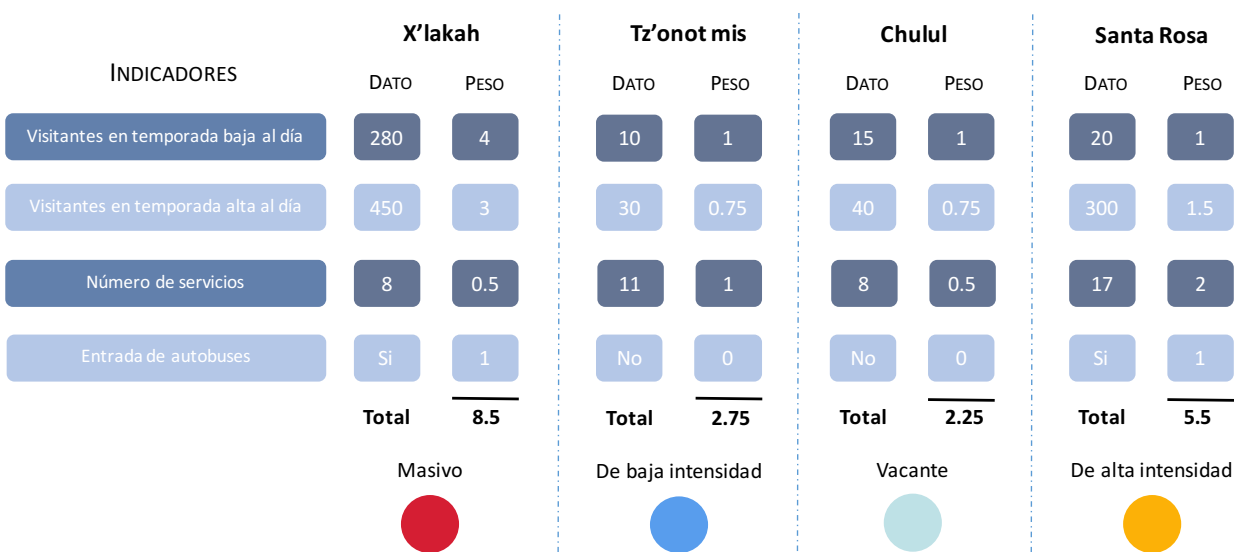


Figura 2.3 Cuatro ejemplos con resultados del índice de aprovechamiento en cenotes con uso recreativo

4.5 Índice de riesgo de degradación de cenotes

La Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastre (UNISDR, por sus siglas en inglés), define el riesgo como la combinación de la probabilidad de que ocurra un evento y sus consecuencias negativas (2009, p. 29). Por otro lado, la degradación puede definirse como “una reducción de la calidad, integridad, o viabilidad de cualquier valor natural particular de una característica, proceso o sistema, resultado de los disturbios causados por la actividad humana” (Sharples, 2002, p. 60).

El riesgo de degradación de un sitio es un concepto que toma en cuenta las variables externas e internas que lo pueden dañar. En 2014, García-Ortiz, Fuertes-Gutiérrez y Fernández-Martínez realizan una revisión bibliográfica al respecto y definen que el riesgo de degradación alude a las probabilidades de que un elemento o recurso geológico sea dañado o destruido, es decir, que las cualidades inherentes a algo sean reducidas o desgastadas y se pierda el valor del lugar (2014, p. 466). Dicha definición combina el riesgo de degradación “inducido” debido al impacto humano -de origen extrínseco- junto con el riesgo de degradación “natural” debido a la fragilidad y vulnerabilidad *per se* del sitio -de origen intrínseco- (García-Ortiz *et al.*, 2014, p. 668).

En este mismo acorde, Brilha (2016) define el riesgo de degradación como “la probabilidad de daño a las principales características de los elementos geológicos, sean por factores naturales o antrópicos, cuando el sitio se encuentra o no bajo protección legal y, cuando está localizado cerca de un área o actividad con potencial de degradación” (p.131). Brilha propone que el riesgo de degradación se obtiene utilizando los criterios: deterioro de los elementos geológicos, la proximidad a sitios o actividades con potencial de causar degradación, protección legal, accesibilidad, y densidad de la población –local- (p. 130-131); y los resultados los clasifica como bajo, moderado y alto.

En este trabajo, la metodología del riesgo de degradación de cenotes se formula con base en la consulta y apoyo principal de los trabajos publicados por Brilha (2016), Corazta *et al.* (2012), de Lima *et al.* (2010), Pereira y Pereira (2010), García-Ortiz *et al.* (2014), Donato *et al.* (2014), y Souza Silva *et al.* (2015). Aunque la estructura del índice está basada principalmente en el trabajo de Brilha (2016), los criterios seleccionados no se alinean conforme a las metodologías publicadas por las geociencias o la biología, sino que integra variables más generales, pero más afines a nuestro objeto de estudio. El índice del riesgo de degradación de cenotes (RDc) se define como la probabilidad de daño, alteraciones o cambios negativos, a los rasgos y cualidades de los elementos geológicos, biológicos y culturales presentes en un cenote.

El RDc se compone por siete variables o criterios independientes entre sí, y fueron seleccionados específicamente para cenotes. En resumen, los criterios A, B, C, D y E, son elementos y características internas que pueden conformar cada cenote y otorgan diferente valor y belleza escénica al espectador. Los criterios F y G son condicionantes externas a los cenotes que pueden aportar o no al índice.

Los criterios se definen de la siguiente manera:

- A. Presencia de vestigios arqueológicos o elementos culturales:** Existencia y/o registro de vestigios o elementos culturales dentro o fuera del cenote.
- B. Registro de especies acuáticas en peligro de extinción:** Existencia y/o registro de especies en categoría de peligro de extinción acorde a la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- C. Suma del número de atributos físico/biológicos observados en el cenote:** Resultado del conteo de atributos observados en el cenote.

- D. Tipo de lugar:** Características generales del espacio donde se localiza el cenote.
- E. Tipo de cenote:** Clasificación morfológica de cenotes (acorde a Hall, 1936; y SDS).
- F. Control del acceso:** Restricciones físicas o vigilancia para el acceso al cenote.
- G. Paso por terracería:** Tránsito sobre caminos de tierra o sin pavimentar para llegar al cenote.

Para los criterios A y B, se utilizaron datos tomados en campo, pero se complementó la información con la consulta de publicaciones, reportes técnicos de campo, base de datos y sitios web de confianza. Es importante mencionar que el no hallazgo de vestigios o especies en peligro de extinción por falta de estudios supone una incertidumbre que por principio es considerado para la sumatoria de esta evaluación. El total especies de fauna reportadas para cuevas y cenotes de la PY no es exacto, sin embargo, se generó previamente una lista indicativa de 300 especies registradas para cenotes (anexo VI) que recupera las especies de flora y fauna reportadas para cenotes conforme a las publicaciones de Medina-González, s.f.; Méndez González, 2012; Redell, 1977; Schmitter Soto *et al.*, 2002. A partir de esta lista se distinguieron aquellas especies pertenecientes a la categoría "(P) En peligro de extinción" en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

El criterio C considera y destaca algunos atributos físicos y biológicos presentes en los cenotes. En este variable se anida la presencia de seis elementos: vegetación acuática o en paredes del cenote; raíces aéreas o colgantes al espejo de agua; avistamiento de fauna acuática; murciélagos, golondrinas y/o pájaro toh (*Eumomota superciliosa*); espelotemas en superficie; y transparencia del agua. Estos elementos fueron escogidos dado que son un común denominador general percibido en los cenotes y, además forman parte de los datos recolectados, medibles y disponibles. Para consultar una muestra de los resultados sobre cómo se construyó este criterio, consultar el anexo VII.

Cabe mencionar que, se consideró la "transparencia -del agua-", ya que es un factor de atracción a los visitantes, pero que puede perderse temporalmente en algunos cenotes debido a las actividades de ocio, nado y buceo, "baños de arcilla o lodo" (y su enjuague), escurrimientos por lluvia, arrojamiento directo de basura o residuos, entre otros. No se realizó una evaluación de la calidad del agua en este trabajo, debido a que su medición no forma parte de los objetivos de este estudio.

Los diferentes "tipos de lugares" –criterio D- contemplados en este trabajo, están divididos en dos grupos, y son independientes al tipo de propiedad (ejidal, privado, municipal, estatal). El grupo 1, contempla lugares con inmobiliario y mobiliario, generalmente estos lugares cuentan con algún servicio público y la presencia de alguna persona responsable del sitio. Los tipos de lugar del primer grupo son: *parador turístico, vivienda, rancho, hacienda y zona arqueológica*. El segundo grupo son lugares que pueden ser o no remotos, normalmente no cuentan con servicios públicos, vigilancia, y en pocas veces existe inmobiliario, a veces llegan a contar con palapa o escaleras para el acceder al cenote. Éstos son: *"Monte, plantío, cantera, vías públicas"*.

Sobre el criterio E, "si bien no existe una clasificación formal de los tipos de cenotes, la descripción hecha por F.G. Hall es comúnmente usada como punto de partida para ilustrar la variedad en la formación de cenotes" (Munro & Melo Zurita, 2011, p. 586). Esta clasificación fue anteriormente utilizada por la SEDUMA y actualmente es ocupada por la SDS.

Para la cuantificación del riesgo de degradación en cenotes, se otorgó el mismo peso a los criterios A y B, dado que, por su naturaleza, resulta difícil compararlos en términos de importancia relativa. El criterio C guarda una función lineal en relación al número de atributos susceptibles a ser dañados. Finalmente, los atributos de las variables D, E, F, G, fueron correlacionados con datos de perturbación en los cenotes. Es decir

que la cuantificación de perturbaciones en los cenotes nos permitió conocer la frecuencia de ocurrir sobre los criterios D, E, F, G, (ver anexo VIII). Este ejercicio, permitió identificar en dónde hay una mayor presencia de daños, lo que ayudó a ponderar los indicadores y establecer una importancia relativa de estos criterios (Tabla 3.3). Las perturbaciones consideradas miden la presencia o ausencia de daños a espeleotemas y grafitis en paredes, daño a raíces, presencia de basura fuera/dentro del cenote y, alteración de la vegetación (poda, tala o quema en vegetación circundante a 10m).

Esta parte del análisis incluye todos los cenotes de la muestra, es decir, que se consideraron cenotes con uso recreativo, agropecuario, público urbano o ningún uso.

Índice de riesgo de degradación de cenotes	
Criterios / Indicadores	Peso
A. Presencia de vestigios arqueológicos o elementos culturales	2
Si. Existencia/presencia de vestigios arqueológicos dentro o alrededor del cenote	2
Null. Sin estudios arqueológicos o reporte de hallazgo de vestigios arqueológicos	1
No. Ausencia reportada de vestigios arqueológicos	0
B. Registro de especies acuáticas en peligro de extinción	2
Si. Existencia/presencia de especies acuáticas en peligro de extinción	2
Null. Sin estudios o reportes de especies acuáticas en peligro de extinción	1
No. Ausencia reportada de especies acuáticas en peligro de extinción	0
C. Suma del número de atributos físico/biológicos observados en el cenote	1.5
Mayor a 4 atributos	1.5
De 3 a 4 atributos	1
Menor a 2 atributos	0.5
D. Tipo de lugar	1.5
Grupo 1. Parador turístico, Vivienda o Inmueble, Rancho, Hacienda, Zona Arq.	1.5
Grupo 2. Monte (Sabana, Ciénega, Laguna, Petén, Selva, Manglar), Plantío, Cantera, Vías públicas.	0.75
E. Tipo de cenote	1
Semi-abierto de caída libre	1
Cerrado dentro de gruta	0.75
Abierto de caída libre	0.5
Abierto a flor de tierra	0.25
F. Control del acceso	1
No. Ausencia de rejas, puertas, alambrado, vigilancia, etc. para el acceso al cenote	1
Si. Control del acceso al cenote mediante rejas, puertas, alambrado, vigilancia, etc.	0
G. Paso por terracería	1
No. Ausencia de terracería o camino no pavimentado para el arribo al cenote	1
Si. Paso por terracería, o camino no pavimentado para el arribo al cenote	0
Total	10

Tabla 3.3 Composición del índice riesgo de degradación. Criterios y pesos asignados

Para la categorización del riesgo de degradación de cenotes se tomó en cuenta el valor mínimo que los resultados pueden tomar (1.5), y lo resta al valor máximo de la escala (10). El resultado se divide entre tres y suma al valor mínimo ($2.83 + 1.5$) para establecer el primer rango. En seguida se va el añadiendo el resultado de la división para establecer los demás rangos. Los tres rangos resultan en una escala ordinal pues se categorizó en alto, moderado y bajo el riesgo de degradación de cenotes (Tabla 3.4), que “para propósitos de manejo resulta recomendable y de mayor utilidad el uso de una escala de tres valores” (Bautista *et al.*, 2011, p. 24; Brilha, 2016, p. 131).

Categorías del riesgo de degradación de cenotes	
Rango	Clase
> 7.2 - 10	Alto
4.3 – 7.2	Medio
< 4.3	Bajo

Tabla 3.4 Categorías del índice riesgo de degradación de cenotes




INDICADORES	CENOTE					
	Nahya		Kaixek		Oxolá	
	DATO	PESO	DATO	PESO	DATO	PESO
Vestigios arqueológicos	No	0	null	1	Si	2
Especies en peligro de extinción	null	1	No	0	null	1
Suma de atributos físico/biológicos	4	1	2	0.5	6	1.5
Tipo de lugar	Parador tur	1.5	Monte	0.75	Monte	0.75
Tipo de cenote	Semiabierto	1	A flor de tierra	0.25	Semiabierto	1
Control de acceso	Si	0	No	1	No	1
Paso por terracería	Si	0	Si	0	Si	0
	Total	4.5	Total	3.5	Total	7.25
	Medio		Bajo		Alto	

Figura 2.4 Tres ejemplos con resultados del índice de riesgo de degradación de cenotes

5. Resultados

5.1 Descripción de cenotes con actividades recreativas

Del total de los 148 cenotes muestreados, 90 cenotes pertenecen a un tipo de uso recreativo. Los cenotes sin “ningún uso” –aparente- se encuentran en segundo lugar, y se contabilizaron 45. En seguida, 12 cenotes tienen uso agropecuario, y en menor proporción sólo fue registrado un cenote con fines público-urbano (Figura 3.1), este último cenote se encuentra debajo de una clínica IMSS en la localidad de Hocabá. Durante esta sección de descripción y análisis del uso de cenotes, sólo se incluyen los 90 cenotes con actividades recreativas.

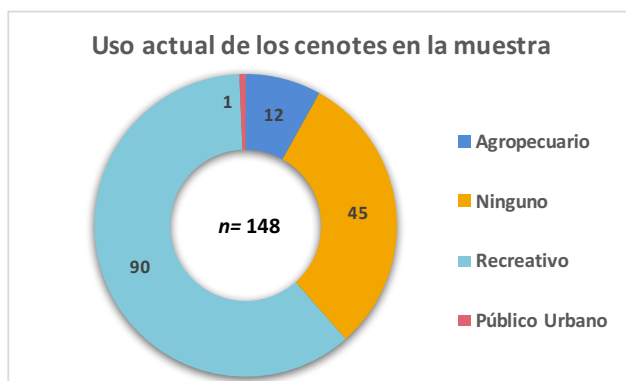


Figura 3.1 Distribución de los ‘tipos de uso’ registrados

El costo de entrada a los cenotes con uso recreativo presenta un rango total que va de menos de 25 pesos por persona por cenote, hasta más de 100 pesos por persona. El cobro de más de 100 pesos se da principalmente en aquellos paradores turísticos que ofrecen recorridos a más de un cenote. En estos paradores, a pesar de que en algunos casos puede compartirse el cobro con otros acompañantes, si la persona viaja sola, ésta tendrá que hacer un gasto mayor.

Cuarenta y ocho cenotes de la muestra cobran hasta 25 pesos por entrada por persona, diecisiete cenotes cobran entre 25 a 50 pesos, nueve cenotes tienen un ingreso de 51 a 100 pesos por persona y 14 cobran más de 100 pesos (Figura 3.2). Para dos cenotes se quedó sin conocer el cobro, dado que presuntamente no han empezado a operar y no han establecido el precio por entrada.

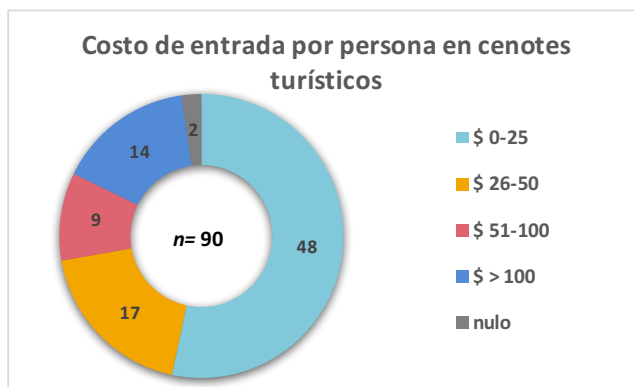


Figura 3.2 Distribución de los rangos ‘costo por entrada’

La diversidad de actividades y servicios encontrados en los cenotes recreativos de Yucatán es amplia, sin embargo, la cantidad ofertada varía entre ellos. En la figura 3.3 se muestra el total de actividades y servicios registrados en la muestra, y cuáles son aquellas que tienen mayor frecuencia. Cabe mencionar que el buceo es una actividad reconocida en cenotes turísticos o no turísticos, algunos cenotes restringen esta actividad, pero en muchos otros está permitido el buceo con autorización previa. Dicha actividad no fue incluida en el análisis debido a que no es una actividad que se oferte como tal o directamente en los cenotes muestreados. Es decir, que el cenote que no está a cargo de la renta de equipo de buceo o el servicio de guía, sino a través de agencias turísticas o de buceo. Por tal motivo no fue contabilizada en esta sección, ni fue considerada como una actividad para el cálculo del grado de aprovechamiento.

Puede notarse que existen servicios o actividades comunes en los cenotes, pero a la vez también hay actividades poco publicitadas o muy exclusivas como la renta de kayak, el paseo a caballo, el rappel, la observación de aves y el temazcal.

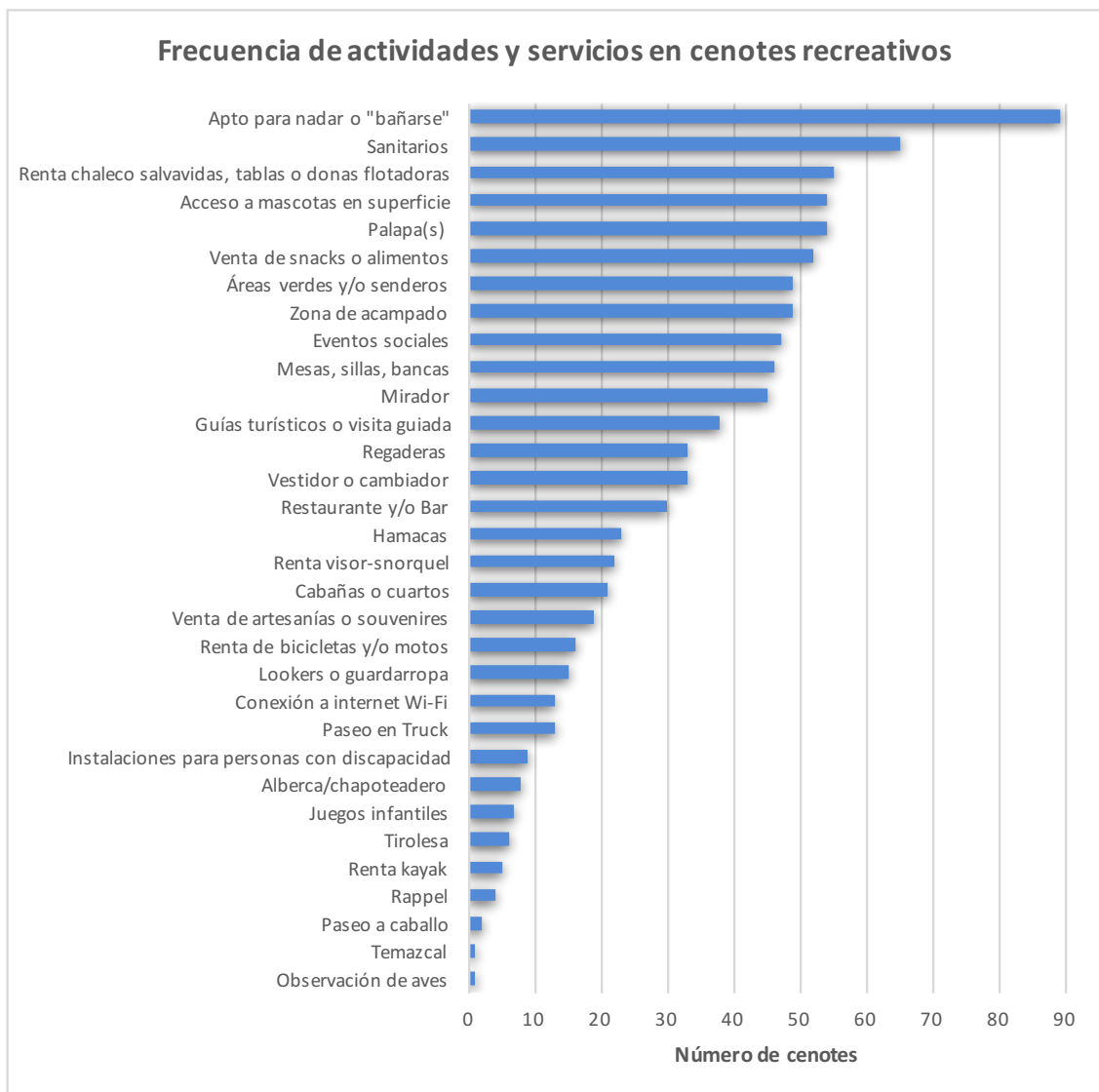


Figura 3.3 Número acumulado de actividades y servicios en los cenotes

El total de actividades y servicios que ofertan los cenotes recreativos muestreados suman 32. El máximo acumulado de actividades observadas para tres cenotes es de 23, y en contraparte, el mínimo acumulado registrado es de dos actividades y servicios para siete cenotes. Existen otros “servicios” como el pago con tarjeta, la facturación, oferta de paquetes turísticos, plataformas de clavados, que empiezan a incorporarse a los cenotes como un servicio o facilidad más en la experiencia de los cenotes, no obstante, no fueron incluidos al análisis ya que no se obtuvo información completa para estas variables.

En seguida, la figura 3.4 muestra los 15 cenotes que más actividades y servicios ofertan al público. Para consultar el registro de actividades y servicios por cenote (incluido el buceo) ver el anexo IX.



Figura 3.4 Cenotes con mayor número de actividades y servicios

Sobre la propiedad de la tierra, se encontró que los cenotes turísticos de la muestra se hallan con mayor frecuencia dentro de terrenos ejidales. Por otro lado, 36 cenotes se encuentran en propiedad privada, y en menor medida, los ayuntamientos y el gobierno estatal están a cargo de la custodia de estos espacios, éste es el caso cuando el cenote se halla dentro de una zona arqueológica o interviene el Patronato de las unidades culturales y turísticas del estado de Yucatán (CULTUR) en la administración del lugar (Figura 3.5).

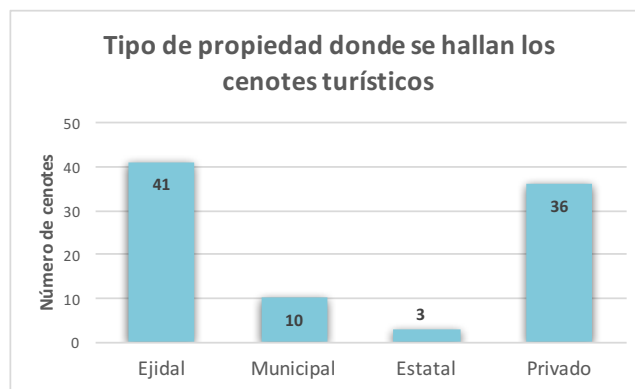


Figura 3.5 Distribución del tipo de propiedad donde se encuentran los cenotes recreativos muestreados

5.1.1 Perturbaciones en cenotes con uso recreativo

Acerca de las perturbaciones encontradas en cenotes recreativos, se descubrió que el principal daño se encuentra en la vegetación circundante o cercana. La vegetación circundante se definió como aquella que se encuentra en la superficie, alrededor de la o las entradas al cenote en un ancho aproximado de diez metros. Las causas de perturbación comúnmente se relacionan con querer “limpiar” el cenote para que ésta no estorbe la vista, permita apreciarlo bien, que no “ensucie” el cenote debido a la hojarasca, y/o que el sol pueda iluminar el agua para añadirle atractivo.

Las raíces en los cenotes ecológicamente juegan un rol importante para la fauna acuática, pero son un elemento frágil y muy susceptible a ser dañadas o removidas. A pesar de que éstas son parte de la vegetación, se consideraron como un elemento aparte ya que no están presentes en todos los cenotes. En menor medida se encontraron daños o ruptura de raíces, puesto que al igual que los espeleotemas, éstas no se encuentran en todos los cenotes. La frecuencia de esta alteración es de 16 casos en 48 cenotes recreativos registrados con la presencia de este elemento. Las causas de remoción de las raíces se realizan por motivos de construcción, para “dejar nadar” a las personas cómodamente o porque “dan mal aspecto –en el agua–”, su alteración se debe a que las personas las utilizan para sujetarse al momento de nadar, por falta de señalamientos o por vandalismo.

La presencia de basura dentro y/o fuera de los cenotes resulta muy común, y aunque a simple vista pareciera que no hay basura, falta considerar si dentro de la columna de agua o en el fondo del cenote tampoco está presente. Por supuesto, esto es algo más difícil de medir, de revertir y desafortunadamente es muy recurrente este mal hábito en la generalidad de la entidad.

Lamentablemente también fue posible observar espeleotemas cortados o trozados, rayaduras en las rocas y grafitis, daños que generalmente son irreparables y afectan principalmente a los cenotes cerrados dentro de gruta y a los semiabiertos de caída libre. Puede notarse que la sumatoria de los registros es mayor al número de cenotes recreativos puesto que puede encontrarse más de un daño por cada cenote (Figura 3.6). En la tabla 4.1 se ilustran a modo de ejemplo las diferentes alteraciones y daños encontrados.

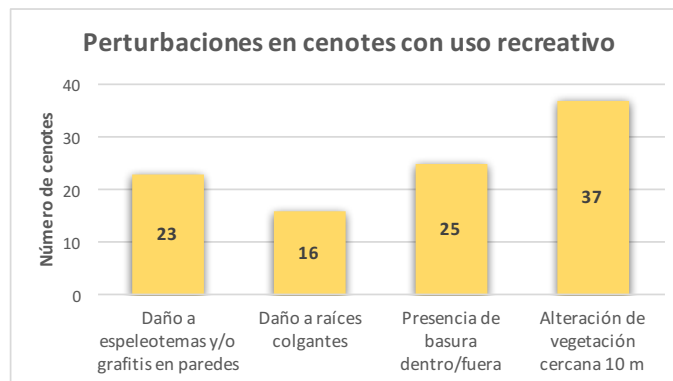


Figura 3.6 Registro de las diferentes perturbaciones en cenotes recreativos

Daño a espeleotemas y grafitis en paredes



Daño a raíces aéreas o colgantes

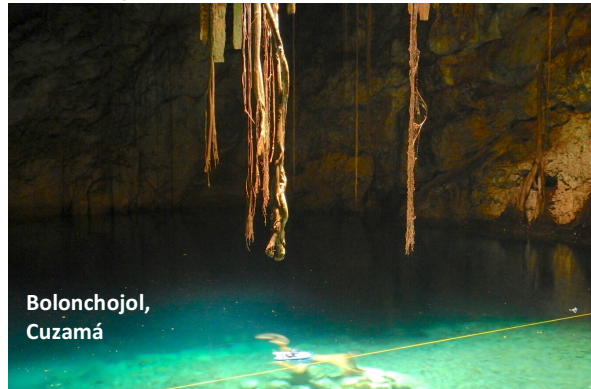
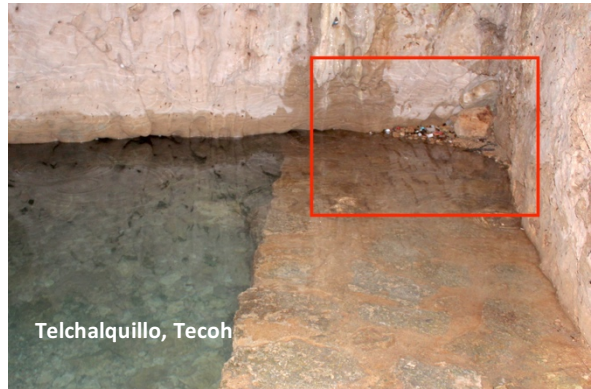
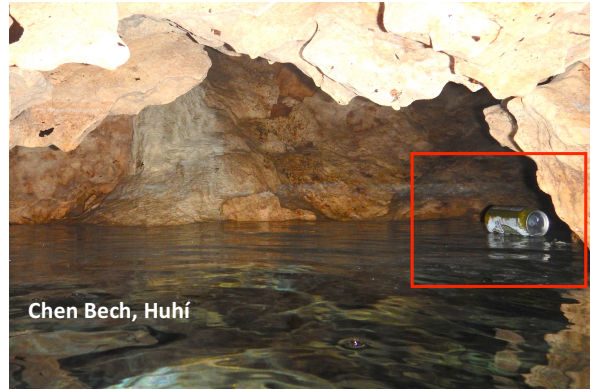
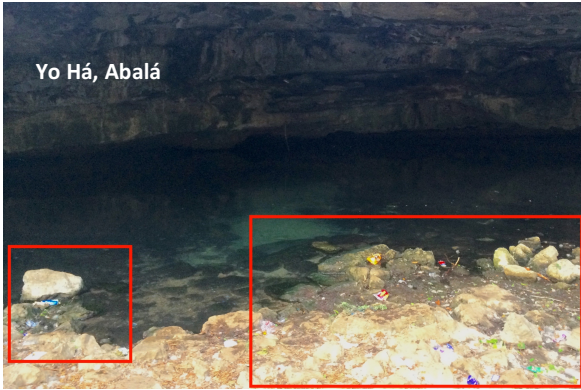


Tabla 4.2 Muestra de diferentes perturbaciones en cenotes

Presencia de basura



Alteración de la vegetación circundante



Tabla 4.3 Muestra de diferentes perturbaciones en cenotes

5.2 Índice de aprovechamiento en cenotes recreativos

A continuación, se presentarán cada uno de los resultados por indicador y al final los resultados del índice de aprovechamiento en cenotes recreativos.

Sobre el número de visitantes en temporada alta y baja, se agruparon ambos indicadores en la siguiente gráfica (Figura 3.7). En la parte inferior y de color amarillo de la gráfica se identifica la temporada baja, y en la parte superior y de color azul claro se observa la temporada alta. Ambas comparten el mismo valor de n , y la misma escala en el eje y , sin embargo, los grupos en el eje x son diferentes.

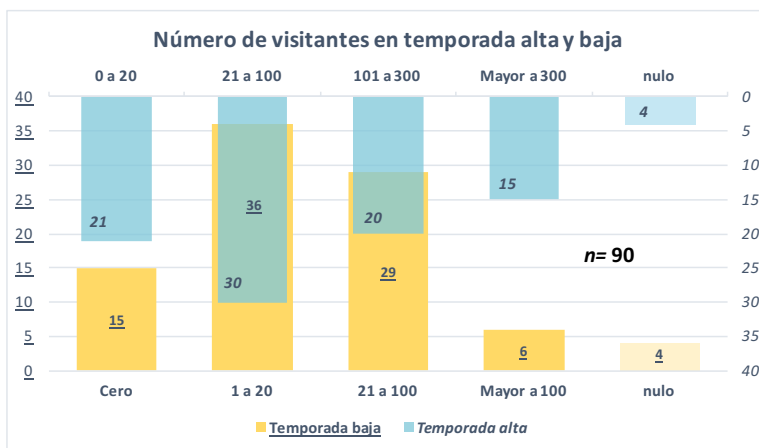


Figura 3.7 Frecuencia de rangos 'números de visitantes' temporada alta y baja

En cuatro cenotes no fue posible conocer el número visitantes en temporada baja y alta. En dos de ellos no hubo persona alguna que informara, y los otros dos no estaban aún abiertos al público, es decir, que no habían iniciado formalmente a operar. Para los cenotes X'togil, Bicentenario, X'tabay y Paraíso Escondido se asignaron los valores mínimos de puntuación en el cálculo del índice.

Al comparar los resultados entre ambas temporadas, de forma general sobresale que, en temporada baja el 93% de los cenotes observados con uso recreativo reciben la presencia de menos de 100 personas a lo largo de un día. No obstante, al tratarse de fines de semana, periodos vacacionales y días festivos, el número de personas se incrementa sustancialmente y por lo menos el 31.5% de los cenotes recibe más de 100 personal al día. Para la temporada alta, se destaca que 15 cenotes logran captar cada uno más de 300 visitantes al día, mientras que en temporada baja 15 cenotes logran experimentar la ausencia de visitantes.

La oferta total de actividades y servicios observados suma 32, sin embargo, en promedio la muestra oferta 10 actividades o servicios, es decir, que la mayoría de cenotes recreativos ofrece menos de la mitad de actividades y servicios identificados en el mercado. Sólo 14 cenotes en la muestra tienen la capacidad de brindar más de 16 actividades o servicios a los visitantes (Figura 3.8).

Sobre el criterio entrada de autobuses, se identificó que 51 de los 90 cenotes tienen la capacidad de ofrecer estacionamiento a autobuses o por lo menos existe un espacio apropiado que permite el descenso de pasajeros a la entrada al cenote (Figura 3.9). Este indicador es una ventaja competitiva en términos comerciales para el cenote pues involucra un potencial incremento en el número de visitantes. Un detalle al

respecto, es la modalidad de transporte de pasajeros en furgoneta o “van”, las cuales estan equipadas para el traslado de diez hasta 23 personas. Éstos vehículos quedan fuera de este criterio ya que son capaces de entrar en lugares de terracería y son maniobrables en espacios similares a los de cualquier automovil.

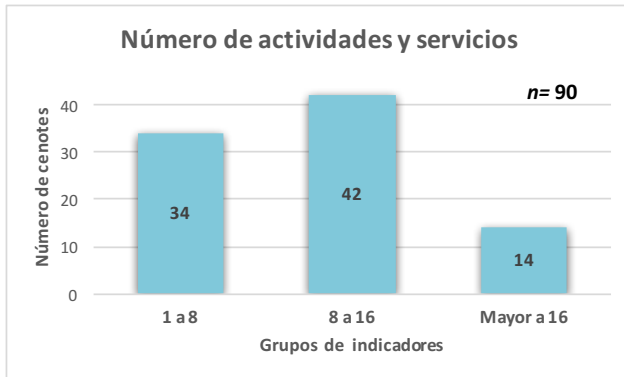


Figura 3.8 Número de actividades y servicios

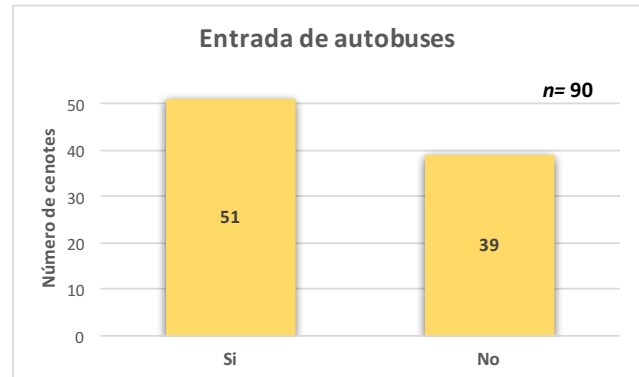


Figura 3.9 Entrada de autobuses

Tras el proceso de conversión de datos y sumatoria de puntos por indicador, se generaron los resultados del índice de aprovechamiento para los 90 cenotes con uso recreativo. El índice de aprovechamiento identificó que 33 cenotes de la muestra se encuentran dentro de la categoría “de baja intensidad”, esto equivale a la mayoría de la muestra, con el 37%. La segunda mayoría corresponde a la categoría “Vacante”, este grupo logra también acumular una frecuencia de más de una tercera parte de la muestra, con 32 cenotes.

En cuanto a la categoría “De alta intensidad” se registraron 16 cenotes, y la categoría “Masivo”, representa una minoría acumulada de 9 cenotes. En conjunto estas dos últimas categorías representan el 28% de la muestra, es decir, casi un tercio de la muestra total (Figura 3.10). Para consultar el desglose de datos crudos, su conversión y sumatoria por cada cenote se elaboró el anexo X. Para ilustrar las categorías propuestas sobre del índice de aprovechamiento se seleccionaron diferentes fotografías en temporada baja que ejemplifican los resultados de la muestra (Tabla 4.2).

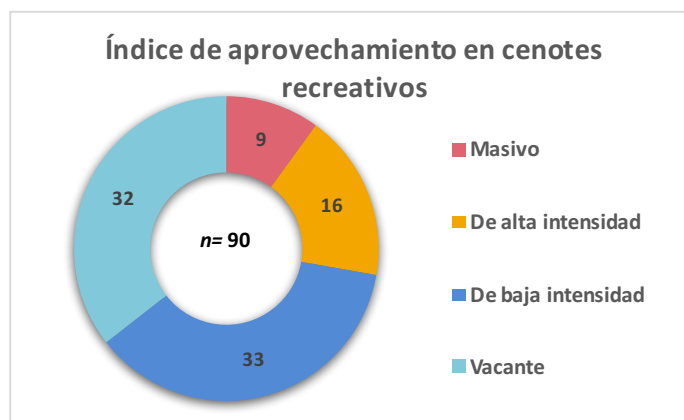


Figura 3.10 Resultados del índice de aprovechamiento en cenotes recreativos

Categorías del índice de aprovechamiento de los cenotes

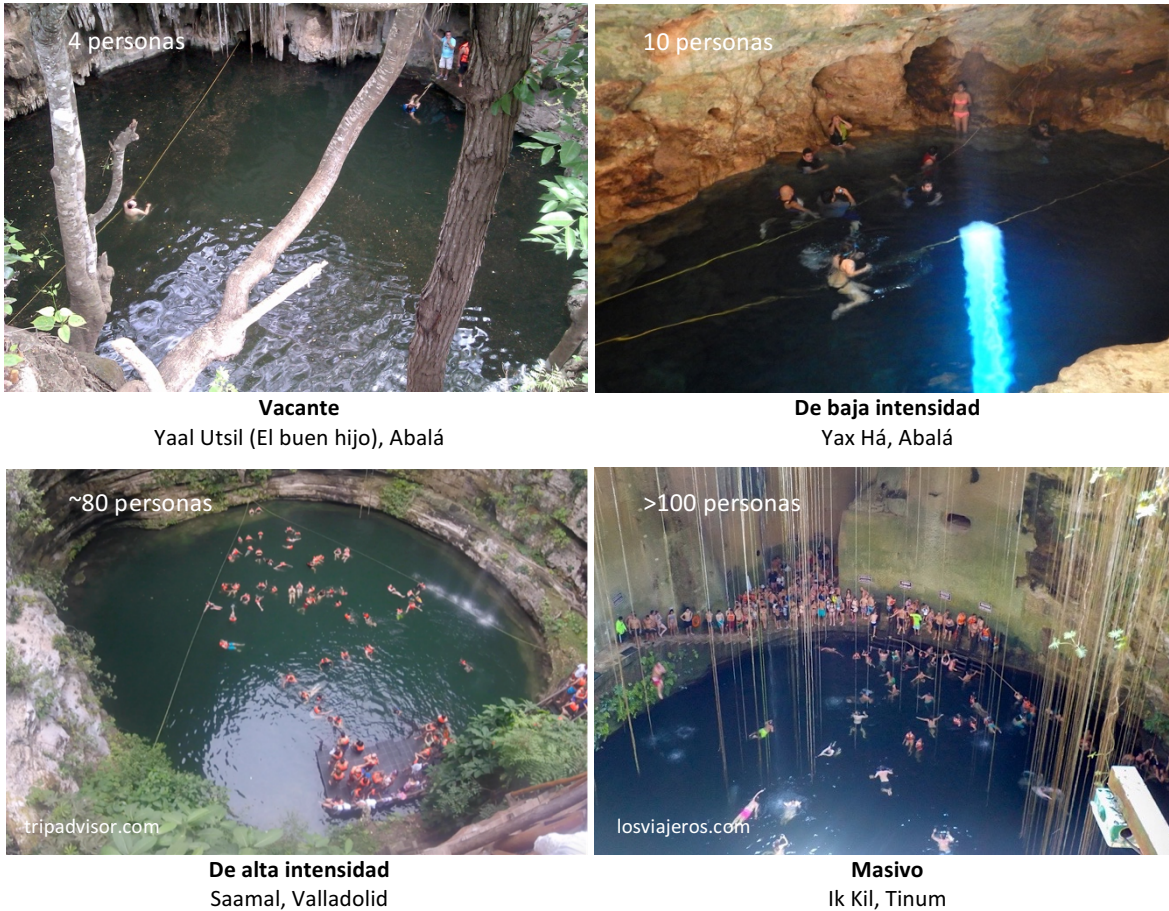


Tabla 4.2 Ejemplo fotográfico de las categorías del índice de aprovechamiento en cenotes recreativos

Al agrupar los resultados de los 90 cenotes turísticos conforme a las regiones del Atlas del Turismo Alternativo en la PY (2015), la región mejor representada es “Mérida y costa occidental de Yucatán” con el 75.5 % de los datos y el 24.5% restante de los resultados se distribuyen entre las otras regiones. En todas se puede notar la presencia de cenotes vacantes, pero sólo en dos de ellas se pueden hallar cenotes masivos como se indica en la Figura 3.11.

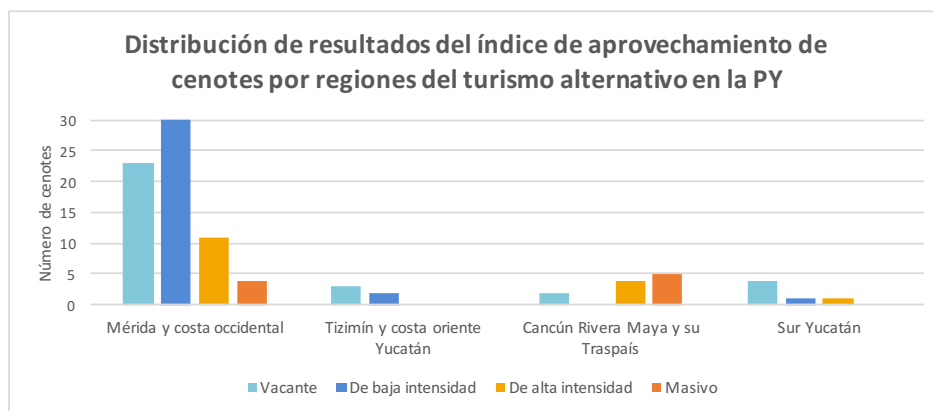


Figura 3.11 Resultados del índice de aprovechamiento en cenotes recreativos por región del ATAPY

En el modelo de Butler (1980), recordemos que los atractivos turísticos –como los cenotes- tienen un *ciclo de vida*, ya que pueden ser desarrollados y adaptados a las necesidades de mercados específicos (Butler, 2011, p. 4). No obstante, para determinar con precisión la fase del ciclo de vida de los cenotes, habría que estudiar cada uno con detenimiento y observar la variación del número de turistas a lo largo del tiempo. El alcance de este trabajo no contempla un estudio individual de los cenotes, por lo que se realizó una aproximación en conjunto. Es decir, por regiones, utilizando la información generada por éste índice y haciendo énfasis en el producto/tipo de oferta “cenotes”, sabiendo de antemano que para conocer el ciclo de un área turística había que conocer el comportamiento de los demás productos de oferta turística en la región.

A partir de la Figura 3.11, notamos que la región “Mérida y costa occidental de Yucatán” tiene mayor cantidad de cenotes dentro de las categorías de baja intensidad y vacantes, con esto puede pensarse que la región se encuentra en una fase temprana de desarrollo de su ciclo de vida como atractivo turístico. Sin embargo, existe una porción de 12 cenotes con alta intensidad y 4 cenotes categorizados como masivos, lo que podría ser una señal de transición hacia la adopción de formas de aprovechamiento más intensiva y de querer alcanzar una etapa de consolidación. Esta región exhibe la mayor oferta turística en comparación con las demás regiones (García de Fuentes, Romero, *et al.*, 2015, p. 140), y aquí se encontró una mayor heterogeneidad de categorías de aprovechamiento de cenotes.

Por otro lado, tanto en las regiones “Sur de Yucatán” como “Tizimín y costa oriente de Yucatán”, pueden encontrarse los cenotes como atractivos turísticos en una fase aún más temprana de su ciclo de vida (exploración y/o involucramiento), ya que ambas regiones no registran cenotes masivos acorde a la muestra, sólo se identificó un cenote dentro de la categoría de alta intensidad. En contraste, la región “Cancún-Riviera Maya y su traspaís” contiene una mayoría de cenotes masivos y de alta intensidad, lo que podría sugerir una fase más tardía del “ciclo de vida” para esta región (consolidación o estancamiento), no obstante, la carencia de datos suficientes en estas últimas tres regiones anticipa la falta de certeza de estas deducciones.

Considerando el listado de 77 cenotes con uso turístico publicado por la SEFOTUR (2017b), la presente muestra de 90 cenotes logra ser representativa para el estado de Yucatán. A continuación, la figura 3.12 presenta un mapa sobre la distribución geográfica de los cenotes de acuerdo a las categorías del índice de aprovechamiento y ubicados conforme a las diferentes regiones de turismo alternativo en la PY. Puede notarse también que la muestra tiene un volumen mayor de cenotes dentro del polígono de la Reserva Estatal Geohidrológica del Anillo de Cenotes.

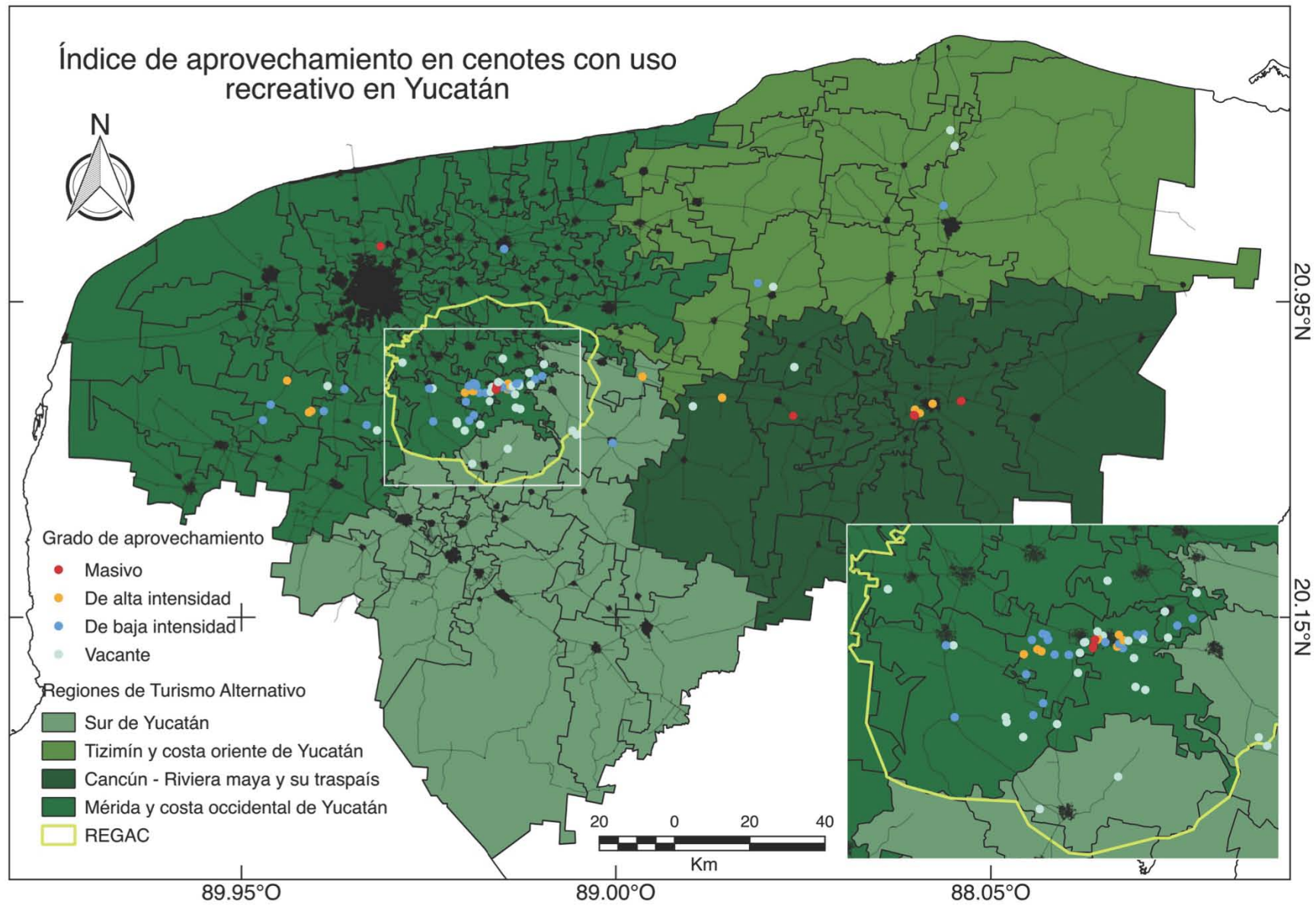


Figura 3.12 Distribución espacial de los resultados índice de aprovechamiento en cenotes recreativos, dentro de las regiones de turismo alternativo

5.3 Índice de riesgo de degradación de cenotes

Previo a los resultados del riesgo de degradación de cenotes (RDC), se determinaron las especies en peligro de extinción aplicables a esta evaluación. Se encontraron veintidós especies “sujetas a protección especial”; veintiocho especies “amenazadas”; y nueve especies con categoría “en peligro de extinción” (Tabla 4.3). De éstas, ocho especies son acuáticas y una terrestre, que para términos de esta evaluación bastó la presencia registrada de cualquiera de las ocho especies acuáticas en peligro de extinción conforme al criterio “A” (Tabla 4.4). Cabe mencionar que esta sección de resultados consideró el total de la muestra -148 cenotes-, es decir, incluye cenotes que no necesariamente mantienen un uso turístico.

Especies de cenotes dentro de las categorías de la NOM-059-SEMARNAT-2010		
Sujetas a protección especial (Pr)	Amenazadas (A)	En peligro de extinción (P)
🔹 <i>Poecilia sphenops</i>	🔹 <i>Antromysis cenotensis</i>	🔹 <i>Cyprinodon labiosus</i>
🔹 <i>Rhamdia guatemalensis</i>	🔹 <i>Astyanax altior</i>	🔹 <i>Cyprinodon maya</i>
🔹📦 <i>Bolitoglossa yucatanana</i>	🔹 <i>Creaseria morleyi</i>	🔹 <i>Cyprinodon verecundus</i>
🔹📦 <i>Crocodylus moreletii</i>	🔹 <i>Creaseriella anops</i>	🔹 <i>Ophisternon infernale</i>
🔹📦 <i>Eleutherodactylus yucatanensis</i>	🔹 <i>Cyprinodon beltrani</i>	🔹 <i>Speleonectes tulumensis</i>
🔹📦 <i>Kinosternon leucostomum</i>	🔹 <i>Poecilia velifera</i>	🔹 <i>Typhlatya campecheae</i>
🔹📦 <i>Kinosternon scorpioides</i>	🔹 <i>Typhlatya mitchelli</i>	🔹 <i>Typhliasina pearsei</i>
🔹📦 <i>Rana berlandieri</i>	🔹 <i>Typhlatya pearsei</i>	🔹📦 <i>Dermatemys mawii</i>
🔹📦 <i>Rhinophrynus dorsalis</i>	📦 <i>Amazona xantholora</i>	📦 <i>Panthera onca</i>
🔹📦 <i>Tripion petasatus</i>	📦 <i>Beaucarnea pliabilis</i>	
📦 <i>Agkistrodon bilineatus</i>	📦 <i>Boa constrictor</i>	
📦 <i>Crotalus durissus tzabcan</i>	📦 <i>Chrotopterus auritus</i>	
📦 <i>Imantodes gemmistratus</i>	📦 <i>Coendou mexicanus y.</i>	
📦 <i>Imantodes tenuissimus</i>	📦 <i>Coleonyx elegans elegans</i>	
📦 <i>Laemanctus serratus</i>	📦 <i>Conocarpus erectus</i>	
📦 <i>Sabal gretheriae</i>	📦 <i>Ctenosaura similis</i>	
📦 <i>Symphimus mayae</i>	📦 <i>Lamproncycteris brachyotis</i>	
📦 <i>Tantilla cuniculator</i>	📦 <i>Lampropeltis triangulum</i>	
📦 <i>Terrapene carolina yucatanana</i>	📦 <i>Leptophis mexicanus</i>	
📦 <i>Thecadactylus rapicaudus</i>	📦 <i>Meleagris ocellata</i>	
📦 <i>Trachemys scripta</i>	📦 <i>Micronycteris schmidtorum</i>	
📦 <i>Tropidodipsas sartorii</i>	📦 <i>Mimon cozumelae</i>	
	📦 <i>Pseudophoenix sargentii</i>	
	📦 <i>Rhinoclemmys aerolata</i>	
	📦 <i>Rhizophora mangle</i>	
	📦 <i>Thamnophis marcianus</i>	
	📦 <i>Thamnophis proximus</i>	
	📦 <i>Thrinax radiata</i>	

🔹 Especies acuáticas 🔹📦 Especies acuáticas y terrestres 📦 Especies terrestres

Tabla 4.3 Categorización de especies relacionadas a cenotes conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010

Especies acuáticas en cenotes en peligro de extinción acorde a la NOM-059

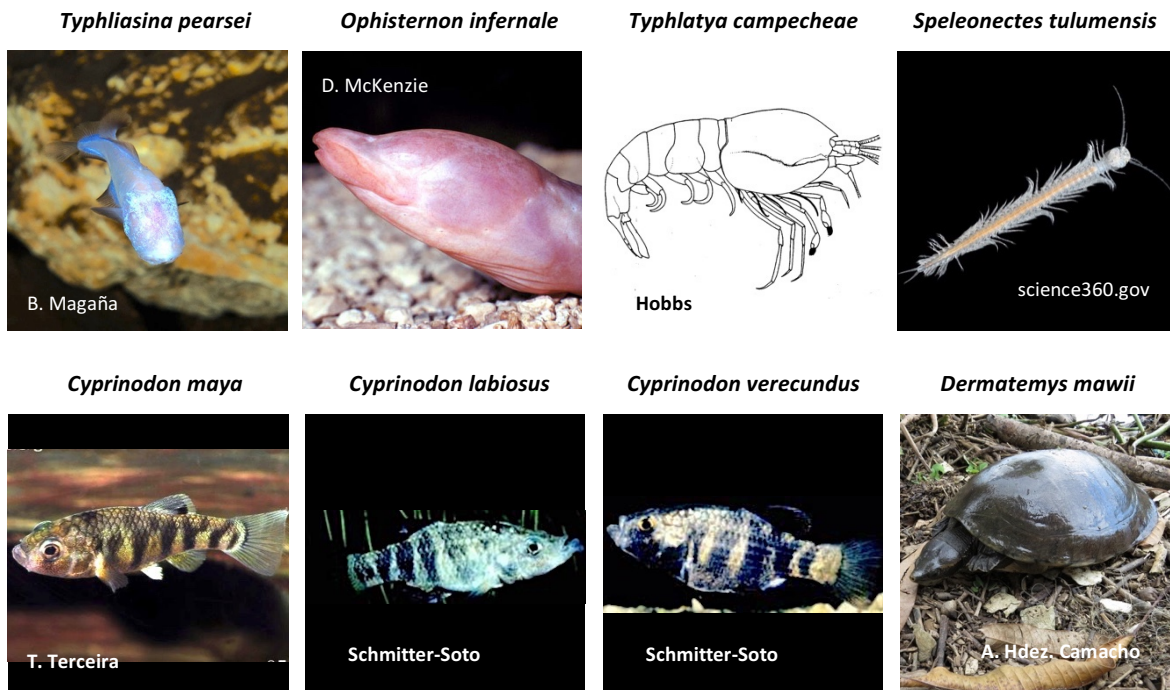


Tabla 4.4 Registro de especies acuáticas en cenotes con categoría en peligro de extinción

Para los resultados de los criterios A y B, es decir, la “presencia de especies en peligro de extinción” y la “presencia de elementos culturales” se tuvieron un total de 107 y 61 datos nulos respectivamente. Esto significa anticipadamente, que se carece de suficientes registros biológicos acerca de la presencia de especies acuáticas en peligro de extinción -o demás categorías- en los diversos cenotes (Figura 3.13). Esto se replica con la presencia de materiales arqueológicos tales como pinturas, huesos, vasijas, etcétera, en los cenotes. Los registros o reportes de hallazgos arqueológicos son limitados o restringidos.

Respecto a la suma del número de atributos físicos y biológicos observados, la mayoría de la muestra presenta una combinación entre tres a cuatro atributos. Por otro lado, 34 cenotes presentan menos de tres atributos y 42 logran tener más de cuatro atributos (figura 3.14).

Para la variable “tipo de lugar” 85 cenotes se encuentran dentro del primer grupo, es decir son cenotes con presencia de instalaciones o inmuebles. El segundo grupo contiene 63 cenotes en condiciones de menor intervención, es decir, sin servicios públicos, poca vigilancia y sin inmuebles (Figura 3.15).

Acerca de los tipos de cenote de acuerdo a la clasificación de Hall (1936) en la muestra, domina el tipo *semiabierto de caída libre*, es decir, aquellos en forma de cántaro o con una porción de techo sobre el espejo de agua. La segunda mayor frecuencia son del tipo *abierto de caída libre*, es decir, cenotes cilíndricos con abertura equivalente al espejo de agua. Los cenotes tipo *cerrado dentro de gruta* registran una frecuencia de 35, y en menor medida se hallaron cenotes de tipo *abierto a flor de tierra* o en forma de plato (Figura 3.16).

En 85 cenotes existe un control de acceso y 63 no lo tienen, esto significa en términos relativos que el 57% de los cenotes existe una intervención humana por mantener restricciones físicas o vigilancia (Figura 3.17). Y finalmente, los resultados del criterio G indican que, para llegar a más de la mitad de los cenotes visitados, se

tuvo que tomar un camino de terracería, lo que significa de antemano un acceso más complicado y con mayor demora (Figura 3.17).

El procesamiento de datos para la generación del riesgo de degradación de cada uno de los cenotes, puede consultarse detalladamente en el anexo XI. De los 148 cenotes de la muestra, 22 cayeron dentro de la categoría de alto riesgo de degradación, esto representa el 15%. Veinticuatro cenotes o 16% fue categorizado como de bajo riesgo y, la mayor proporción o 69% fue clasificada con riesgo medio de degradación con 102 cenotes (Figura 3.18).

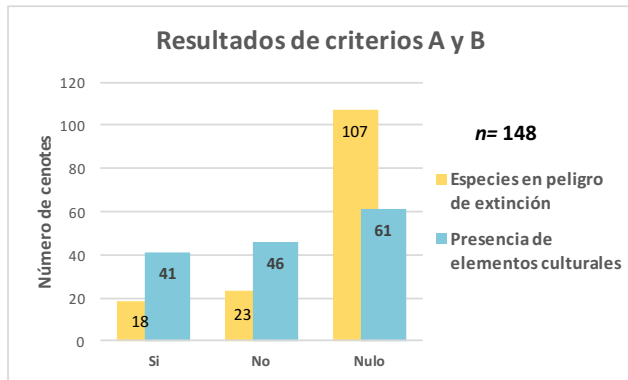


Figura 3.13 Distribución de los resultados criterios A y B

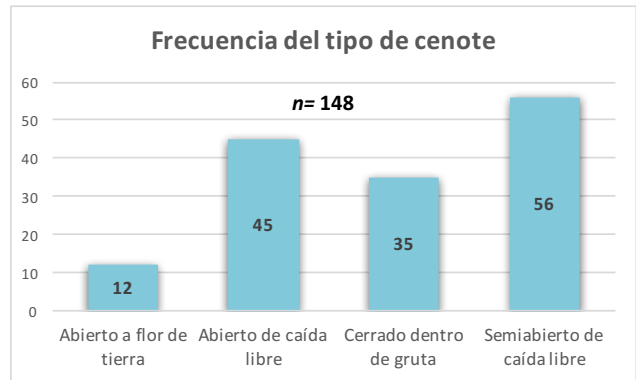


Figura 3.16 Resultados de la frecuencia por tipo de cenote

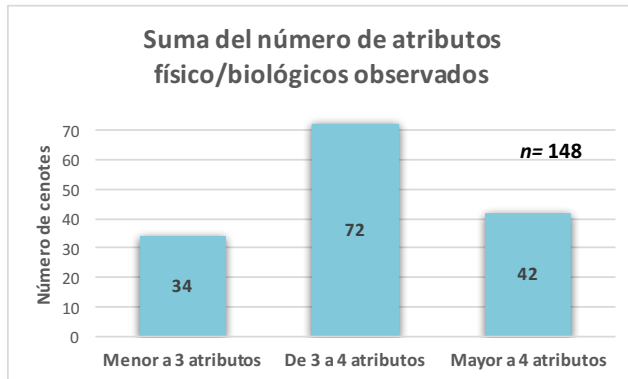


Figura 3.14 Frecuencia por grupos-número de atributos

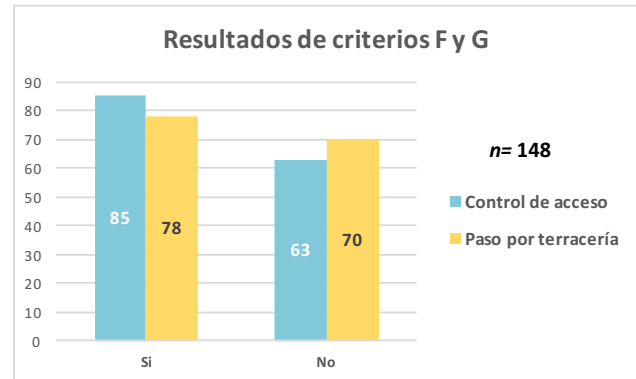


Figura 3.17 Distribución de los resultados criterios F y G

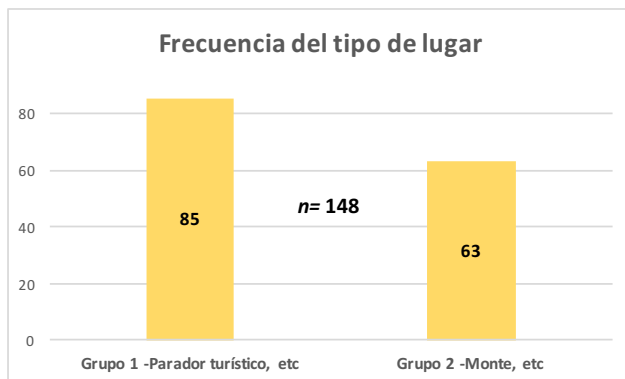


Figura 3.15 Resultados por grupos-tipo de lugar

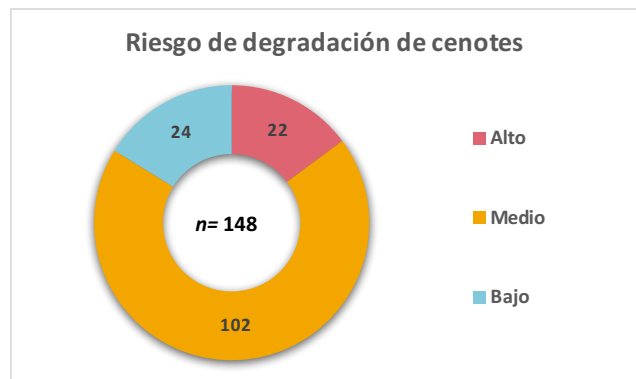


Figura 3.18 Resultados del riesgo de degradación de cenotes

Conforme a las regiones del Atlas del Turismo alternativo en la PY (2015), el esfuerzo de muestreo se distribuyó de la siguiente manera. El 68% se concentró en la región “Mérida y costa occidental de Yucatán”, el 13% en la región sur de Yucatán, el 11.5% en la región Cancún – Riviera Maya y su traspais, y el 7.5% en la región Tizimín y costa oriente de Yucatán (Figura 3.19). Si bien el esfuerzo de muestreo fue mayor en la región Mérida, esto obedeció principalmente a la proximidad con las instalaciones académicas. De manera opuesta, la región “Tizimín y oriente de Yucatán” tiene menor representación en la muestra a causa de la mayor distancia y tiempo que involucraba en campo.

Cabe decir que la distancia es un factor de primera importancia que influye significativamente en la decisión de visitar un sitio. El concepto de decaimiento por distancia explica que el interés o demanda –por visitar un sitio- declina exponencialmente conforme la distancia a la fuente se incrementa (McKercher, 2018). Aquellos cenotes que estén cercanos a lugares de concentración de turistas tendrán mayor probabilidad de ser visitados puesto que a menor distancia, menor es el esfuerzo realizado y mayor es su demanda. Esta variable no fue considerada en la medición del riesgo de degradación debido a que en esta muestra se contemplan cenotes sin distinción del uso que le es dado. Es decir, cenotes que no son turísticos no estarán *per se* en riesgo por impactos debido al turismo, por lo que el factor distancia no es aplicable a cenotes que teóricamente no serán visitados.

Igualmente se elaboró un mapa sobre la distribución de los cenotes muestreados y su riesgo de degradación (Figura 3.20). Se puede observar que dentro de la Reserva Estatal Geohidrológica del Anillo de Cenotes (REGAC) se concentra la mayoría de cenotes con alto riesgo de degradación, en contraste, en la región Tizimín y costa oriente de Yucatán no se hallaron cenotes con alto riesgo de degradación.

Tomando en cuenta que el registro oficial de cenotes y grutas de Yucatán asciende actualmente a más de tres mil, la presente muestra no logra ser representativa y supone menos del 5% del universo de cenotes del estado.

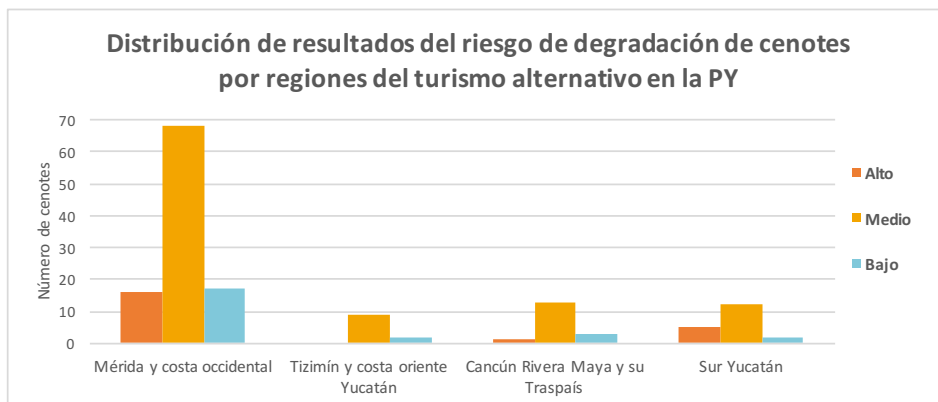


Figura 3.19 Resultados del riesgo de degradación de cenotes por región

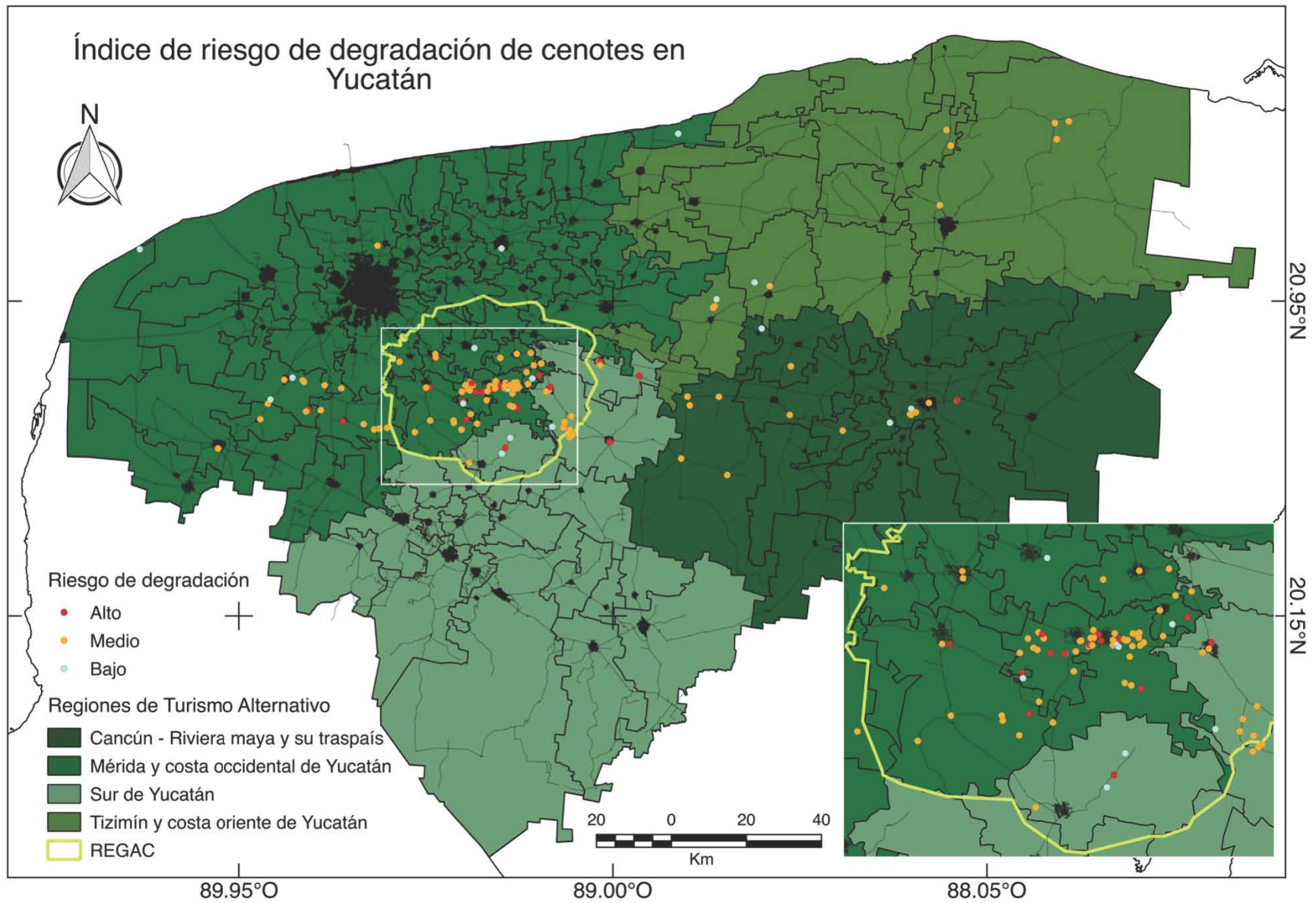


Figura 3.20 Distribución espacial de los resultados del riesgo de degradación de cenotes, dentro de las regiones de turismo alternativo

6. Discusión

6.1 Metodología multicriterio

El estudio de los cenotes en su conjunto, representa un desafío combinado de retos e incertidumbre. Desde su definición, los cenotes constituyen una amplia variedad de cuerpos acuáticos que contienen una gama de características y variables (Schmitter-Soto *et al.*, 2002, p. 349); y en este ensayo se intenta disminuir parte de esta variabilidad para poder entenderla.

De acuerdo a Moreno Jiménez *et al.* (2001), los problemas ambientales están cargados de gran complejidad debido a la ambigüedad intrínseca de muchos de ellos y entre otras cosas a la existencia de múltiples criterios, escenarios, factores e interrelaciones (p. 11). De modo que, para el procesamiento de la información se escogió una herramienta que permitiera integrar los diferentes tipos de datos, pudiera ser medible, replicable, y que lograra informar de forma sencilla.

En ese sentido, los indicadores e índices permiten comunicar aquellos aspectos considerados críticos o típicos en la interacción compleja entre componentes biológicos y abióticos del sistema ambiental (Smeets & Weterings, 1999, p. 5). Asimismo, el uso de estas herramientas cuantitativas nos permite disminuir la subjetividad asociada a cualquier procedimiento de evaluación (Brilha, 2016, p. 125).

Con la aplicación de una metodología multicriterio, “descomponemos un problema complejo en partes más simples, lo que permite al agente decisor, estructurar un problema con múltiples criterios en forma visual” (Grajales-Quintero *et al.*, 2013, p. 295). De tal manera, los criterios fueron seleccionados acorde a las condiciones particulares observadas y los pesos fueron otorgados con base en un respaldo literario amplio, diverso y a partir de la experiencia del autor.

La metodología empleada es una alternativa que permite generar información descriptiva y permite conocer un estado actual de los cenotes con datos obtenidos en campo. Tiene la ventaja de utilizar en su mayoría datos tomados a partir de la simple observación, es decir que no se necesita instrumentación o equipos especiales para obtener la información, lo que reduce los costos de muestreo. La transformación de datos no involucra algún procesamiento complejo, lo que facilita su tratamiento y reduce tiempo y esfuerzo computacional. Incorpora variables relevantes y con el potencial de ver más allá de los parámetros directamente observados. Y, en suma, no se requiere de conocimientos especializados para entender los criterios medidos.

En cambio, la novedad de este trabajo tiene las desventajas de incorporar información que está no contemplada y disponible en investigaciones publicadas, es muy discutible la arbitrariedad de los criterios y pesos asignados, y carece de información técnica y detallada que pueda ser validada por diferentes especialistas de la biología, geología o arqueología.

Usualmente, la “distribución –arbitraria- de los pesos es fuente de discusión, y por ello es necesario investigaciones subsecuentes” (Brilha, 2016, p. 126). Y aunque “la subjetividad no puede ser eliminada completamente en el proceso de evaluación de sitios, los ensayos y errores logran disminuirla” (Brilha, 2016, p. 133).

La percepción del autor es que, ambos índices generados definen razonablemente bien lo que se observó en campo y a partir de la información recabada se logró obtener una primera propuesta sobre el riesgo de degradación y el nivel de aprovechamiento en los cenotes. La intención de este trabajo, vale mencionar, no es establecer una nueva guía metodológica, sino poner en discusión dichos conceptos. “De hecho, es bien aceptado que el desarrollo de lineamientos universales –para la evaluación de geomorfositos- es muy difícil debido a la diversidad de ambientes geomorfológicos, los diferentes propósitos de la evaluación, y principalmente, a la subjetividad inherente de todos los procedimientos de evaluación” (Pereira & Pereira, 2010, p. 221).

Ambos índices simplifican la información en el estudio de los cenotes y contribuyen al marco de análisis DAPSI(W)R(M), especialmente en el apartado de “*actividades*”, “*presiones*” y “*cambios de estado*”, lo que facilita el entendimiento de estos ecosistemas y sus procesos. Queda por delante, validar la información generada con el respaldo de más expertos para la precisión de ambos índices, en otras palabras, falta integrar diferentes ramas de estudios para una mejor comprensión de las problemáticas -asociadas al manejo de cenotes (Bautista *et al.*, 2011, p. 25).

6.2 Aprovechamiento de los cenotes con uso recreativo

La literatura nos muestra que el turismo comúnmente es clasificado dentro de dos grandes ramas, el turismo convencional, de masas o masivo, y el turismo alternativo, ambas con sus diferentes variantes en el espectro (Diamantis & Westlake, 2001, p. 32; Fennell, 2008a). Esta clasificación tradicional examina a grandes rasgos las formas en las que se lleva a cabo la oferta y demanda en el sector, sin embargo, poco se conoce de una escala que logre categorizar el nivel de intensidad o grado de aprovechamiento de un atractivo turístico más allá de la cantidad de turistas. Se distinguen cenotes que claramente están enfocados al mercado masivo, y opuestamente existen cenotes modestos con enfoques alternativos. De esta forma, es como se quiso ahondar en una nueva clasificación aplicable a los cenotes que determine aproximadamente qué tan intensivamente son utilizados o aprovechados día a día, independientemente a la clasificación tradicional e integrando el número de actividades y servicios ofertados.

En este índice, el conjunto de criterios busca identificar principalmente una constante sobre la intensidad de uso. Puesto que la generalidad de los cenotes opera todo el año, y dentro de cada año la demanda fluctúa, se distinguieron dos temporadas. El índice es más sensible al criterio “A” ya que se buscó resaltar a la mayor cantidad de días de operación, esto equivale a los días de temporada baja. En temporada alta, por supuesto, existe una mayor demanda, sin embargo, esta presión se focaliza sólo en fines de semana y días de vacaciones, es decir, en una menor cantidad de días a lo largo del año. Por esta razón el peso del criterio “B” tiene menor efecto en el índice.

Con respecto a las actividades y servicios en los cenotes, aquellos que ofertan más son aquellos con mayor frecuencia de visitantes. Esta lógica entre número de turistas y el incremento de “*facilidades o amenidades*”, es explicada en el modelo de Butler (1980). Sin embargo, la pregunta para saber precisamente si la demanda generó una presión por diversificar la oferta, o si esto resultó al revés, requiere de futuros estudios de caso. El índice puede aproximarse indirectamente a determinar alguna de las fases del ciclo de vida de cada cenote como atractivo turístico, sin embargo, el índice no fue elaborado para dar seguimiento a las etapas de auge y declive de los cenotes, sino para únicamente dar cuenta de las condiciones de uso presente. Hasta cierto

punto, identificar la etapa en la que se encuentran inmersos los atractivos turísticos es útil, sin embargo, saber cómo pueden ser manejados, controlados, y protegidos los sitios turísticos merece mayor atención y esfuerzo de investigación (Butler, 2011, p. 17).

El indicador “entrada de autobuses”, fue añadido al índice debido a que tiene el potencial latente de incrementar el uso en los cenotes. Estudios de capacidad de carga han demostrado que el tamaño de los estacionamientos y/o su disponibilidad –en lugares turísticos- están relacionados directamente con el potencial de recibir más o menos turistas, es decir, que este elemento se vuelve un factor limitante y de control que restringe el número de personas en el sitio (da Silva, 2002; Ribeiro *et al.*, 2011). Cabe mencionar que en todos los cenotes categorizados como masivos y de alta intensidad se tiene la capacidad de recibir autobuses. Veinte cenotes de baja intensidad y cuatro cenotes vacantes tienen esta capacidad, y por este hecho, se podría anticipar que estos últimos casos se tiene más probabilidad de transitar a la siguiente categoría antes que los cenotes sin entrada de autobuses.

Es importante considerar que el trabajo no logró distinguir o cuantificar los tipos de empresas (privada o social) que funcionan en el aprovechamiento de los cenotes, no obstante, resulta relevante asociar qué tipo de empresas dominan el mercado, cuáles tienen más preferencia, mejor manejo del cenote y sobre todo cuáles tipos de empresas están generando un beneficio social real en las comunidades.

Se determinó regionalizar los resultados de acuerdo al ATAPY debido a que el origen de la información recopilada se encuentra espacialmente dispersa y de esta forma es posible entender mejor lo que sucede a escala de cada región. Otra razón es que los cenotes son uno de los principales recursos naturales ofertados en Yucatán y entran dentro de la gama de atractivos turísticos alternativos, es decir, son considerados como alternativas al sistema de desarrollo económico dominante. Esta regionalización favorece la interpretación de resultados ya que existen diferencias o contrastes en los procesos del sector turístico alternativo al interior de cada región (García de Fuentes, Romero, *et al.*, 2015). Por ejemplo, la intensidad de la actividad turística, el tipo de oferta, o los ingresos de las empresas turísticas son distintos en cada región del atlas, lo que se refleja también en el grado de aprovechamiento de los cenotes.

La región *Cancún-Riviera Maya y su traspais* fue evaluada parcialmente tomando en cuenta solo el correspondiente territorial en el estado de Yucatán. La otra parte ubicada en Quintana Roo no fue considerada en este estudio, sin embargo, posee una gran cantidad de cenotes también y muchos de ellos están acondicionados al turismo masivo. Similarmente, en esta región en Yucatán prevalecen los cenotes tipo masivos y de alta intensidad. Este nivel de demanda en Yucatán podría reflejar la tendencia proveniente del turismo masivo de sol y playa en Quintana Roo en busca de actividades turísticas culturales y de naturaleza en espacios interiores y rurales de Yucatán (García de Fuentes, Romero, *et al.*, 2015, pp. 124–128). Se anticipa que Cancún-Riviera Maya y su traspais es la región con mayor número de cenotes masificados.

Por otro lado, la reciente inmersión de la región *Tizimín y costa oriental de Yucatán* en el mercado del turismo de naturaleza (García de Fuentes *et al.*, 2015, p.144), explica la dificultad de encontrar paradores turísticos y cenotes dedicados a actividades recreativas. Lo mismo sucede con la región “Sur de Yucatán”, donde no se encontraron grupos turísticos comunitarios a la fecha del censo del Atlas del Turismo Alternativo en la PY (Romero D., comunicación personal, 24/mayo/2018), y donde también fue complicado obtener una muestra más amplia para el presente estudio.

6.3 Destino de los cenotes turísticos. ¿Un nuevo oro azul en Yucatán?

Los cenotes cumplen con funciones vitales para el hombre y la cultura maya. Algunos cenotes permanecen fuera del mercado turístico y continúan alimentando sobrias tradiciones y costumbres locales, pero muchos otros se han destinado a satisfacer el ocio y entretenimiento. Esta apertura al mercado turístico “conlleva implicaciones visibles en la tenencia de la tierra y en la configuración espacial de los lugares utilizados tradicionalmente por las poblaciones” (García de Fuentes, Barragán Ojeda, *et al.*, 2015, p. 244). Más allá de que el turismo alternativo figura como una opción laboral y un medio para favorecer el desarrollo local; “esta actividad implica también un proceso de reestructuración territorial, una reorganización social y productiva, cambios socioculturales, impactos ambientales, modificaciones en el funcionamiento de ejidos y en la tenencia de la tierra de las sociedades rurales” (García de Fuentes, Barragán Ojeda, *et al.*, 2015, p. 219).

Comunidades pueden verse identificadas o reflejadas con sus cenotes turísticos o no, puede existir o no una participación directa de sus pobladores locales y puede desprenderse un beneficio económico o no. A pesar de todo, hoy por hoy el turismo en cenotes es una actividad muy frecuente y en el aumento. La oferta y promoción de nuevos cenotes es evidente, lo que genera a la fecha una tendencia al alza del sector turístico en la región (Batllori Sampedro & Febles Patrón, 2002, p. 68; Valdez Tah, s/f).

La época del *oro verde*⁷ en Yucatán fue una actividad que marcó una rutina ligada al trabajo de la tierra en los pobladores locales de la zona norte del estado. Tras el auge y el ocaso del *oro verde* en Yucatán, “el abandono de los henequenales repercutió favorablemente en la recuperación de la selva seca, y representó el incremento de las condiciones de miseria en las poblaciones locales” (Mijangos Maganda, Jorge Karín, 2010, p. 14; Nusico Saldaña, 2011, p. 53). Hoy aún, el propio gobierno de la entidad, confirma que “existen altos índices de desempleo en zonas rurales [...] por las escasas fuentes de trabajo, la poca diversificación de actividades productivas en el campo y por el abandono de las actividades como la agricultura y la ganadería” (2014, p. 14). El entorno socioeconómico actual en Yucatán (Capítulo 2.5.4), denota una población que en su mayoría enfrenta diversas carencias. Para más de un tercio de la población en la entidad, el ingreso laboral es inferior al costo de la canasta alimentaria (CONEVAL, 2019, p. 48), el rezago social continúa formando parte de la realidad cotidiana en la mayoría de los municipios yucatecos, y de forma cierta, esta situación se replica especialmente en comunidades con mayoría de proporción indígena (ver anexo III, mapa 2 y 3).

Si después de la etapa henequenera, el turismo alternativo -en cenotes- se vislumbra como una parte de la solución económica de las localidades, ésta posibilidad debe adoptarse considerando previamente las condiciones que impone el sector turístico, los impactos al ambiente y la aceleración de la dinámica social. De acuerdo a Morales (2009) “los cenotes no deben manejarse como simples albercas sino como lo que son: ecosistemas muy complejos y delicados” (p.77). La CONAGUA expone que:

Actividades relacionadas con los cenotes, como el turismo rural y el ecoturismo, son opciones de desarrollo; sin embargo, debe procurarse la sustentabilidad tanto de los recursos naturales como del patrimonio cultural, ya sea arqueológico o paleontológico. Además, las políticas públicas y acciones relacionadas con los cenotes deben contar con sustento técnico y científico del sistema hidrológico y considerar la participación de la sociedad y la protección del medio ambiente. (Comisión Nacional del Agua, 2012, p. 15)

⁷ Nombre dado el henequén en Yucatán durante el s. XIX a causa de la gran derrama económica que generó durante su auge industrial.

En este momento, es menester enfatizar que la mayor fortuna que guardan los cenotes es el agua dulce. México tiene una gran dependencia al agua subterránea y preocupantemente es uno de los recursos con más alteración registrada, pues dado que se encuentra oculta -a la vista-, existe un desinterés por realizar un análisis sistémico que permita entender la dinámica de su funcionamiento (Peñuela Arévalo & Carrillo Rivera, 2013, p. 19). Los avances en este sentido recaen en estudiar las condiciones hidrológicas del sistema de rocas carbonatadas para determinar la trayectoria de los impactos del hombre (LeGrand, 1973b, p. 859).

En la RHA XII PY se resalta que la calidad de las aguas subterráneas se ve amenazada por la alta permeabilidad del suelo y la deficiencia de saneamiento de la región (Comisión Nacional del Agua, 2012, p. 29). A estas amenazas, se suma la disposición directa de aguas residuales sobre el único acuífero y única fuente de agua para consumo humano en Yucatán. (Back & Lesser, 1981, p. 128; Marín *et al.*, 2000). Se suma también el incremento de la población y el crecimiento turístico, lo que acentúa la explotación el acuífero de la península (Schmitter-Soto *et al.*, 2002, pp. 371–372). Y no es tanto la cantidad lo que limitaría el desarrollo regional, sino el deterioro de la calidad del agua para su uso futuro (Batllori Sampedro & Febles Patrón, 2002, p. 71). Por mencionar un hecho, los quince metros superiores, o el primer tercio superior del acuífero en la ciudad de Mérida, es considerado no apto para consumo humano de acuerdo a Marín y colaboradores (2000, p. 364).

Las décadas de gran producción del henequén en Yucatán, son un ejemplo de una industria que tuvo una fructífera bonanza, esta actividad no persistió y dejó al final una acentuada marginación en diversas localidades. A pesar de ello, el declive de esta industria no dejó a su paso una huella permanente o irreversible en la calidad del ambiente. En el presente, la fiebre por el *oro azul*⁸ de Yucatán se encuentra funcionando en la entidad, y está materializada en industrias y sectores que, a comparación de la época de *oro verde*, tienen la capacidad de dejar una huella nociva y perpetua en el acuífero.

Por tales motivos, se necesita fomentar visiones integrales para el cuidado y el manejo sustentable del recurso agua (Batllori Sampedro & Febles Patrón, 2002, p. 69), así como consolidar una red de monitoreo de aguas subterráneas en Yucatán (Batllori Sampedro y Febles Patrón, 2002, p.75). De antemano, autoridades y pobladores locales deben reconocer que el turismo en cenotes debe ser una actividad complementaria de las costumbres locales y de las fuentes de ingreso. Incurrir en el sector turístico merece determinadamente proteger y conservar dos de las riquezas relacionadas con los cenotes, el agua y la cultura maya.

6.4 Riesgo de degradación de cenotes

Los sistemas kársticos del mundo reciben frecuentes impactos debido, entre otras cosas, al crecimiento poblacional humano y que éste rebasa frecuentemente a la naturaleza en su capacidad de renovarse así misma; por lo que los sistemas bióticos y abióticos progresivamente se van degradando (Souza Silva *et al.*, 2015, p. 280; Williams, 2008, p. 21). Actualmente, el crecimiento económico esperado en los países en desarrollo amenaza la integridad de las áreas protegidas y los ecosistemas de cuevas encontrados en estas áreas (Rabelo *et al.*, 2018, p. 2099).

Estimar la degradación actual y en proceso sobre los hábitats, es una tarea compleja, ya que existen distintos grados de degradación, desde una alteración leve hasta la destrucción total. En ese sentido, una

⁸ En referencia al agua dulce de Yucatán y como un recurso a ser explotado por la industria y el turismo.

colección de indicadores utilizados para monitorear y valorar las componentes o propiedades de los ecosistemas es la mejor manera en que se puede reflejar la calidad de los hábitats (Comisión Oceanográfica Intergubernamental, 2006, p. 35).

El riesgo de degradación de cenotes (RDc) es una propuesta fundada en diversas referencias (Brilha, 2016; Coratza *et al.*, 2012; de Lima *et al.*, 2010; Donato *et al.*, 2014; García-Ortiz *et al.*, 2014; Pereira & Pereira, 2010; Souza Silva *et al.*, 2015), e integra variables de diferente naturaleza, es decir, es un constructo híbrido que recolecta aquellas variables que pueden ser alteradas o pueden significar un potencial daño en el sitio en cuestión (García-Ortiz *et al.*, 2014, p. 465). La propuesta no pretende centrarse en una evaluación aislada del patrimonio geológico, cultural o la biodiversidad, sino busca ensamblar diferentes variables para expresar una condición presente en términos generales.

¿Por qué establecer y medir el riesgo de degradación de cenotes? El RDc es un primer alcance que se limita esencialmente a registrar la presencia o ausencia de sus componentes y a diferenciar cualitativamente el contenido de las variables seleccionadas. Principalmente este índice busca hacer énfasis en tres aspectos inherentes a los cenotes: los vestigios arqueológicos, que pueden o no estar presentes y forman parte del patrimonio cultural de la región; la biodiversidad, la cual es particularmente vulnerable, no ha terminado de ser estudiada y se tienen registros de especies acuáticas insuficientes y; la geomorfología, una rama de estudio relevante para la PY, pero con pobre impacto y difusión en la región.

Por un lado, el saqueo de vestigios subacuáticos es un daño muchas veces invisible a los ojos del público, sin embargo, sucede a menudo en regiones donde se encuentran las grandes culturas, como la cultura maya. Por ejemplo, recientemente el robo de *Chan Hol II*, el “esqueleto más antiguo de todo el continente americano”, evidencia la exposición de piezas arqueológicas invaluable para la humanidad y que están presentes en los cenotes de la península (Nava, 2017b).

Por otra parte, la falta de datos de biodiversidad subterránea es un tema pendiente para la determinación de áreas preservadas pues “muchas especies troglobióticas ocurren en una sola cueva o en un pequeño grupo de cuevas. Cuando estos ambientes son alterados extensivamente, [...] es posible que muchas de estas especies hayan desaparecido sin haber sido descritas” (Medellin *et al.*, 2017, p. 49; Rabelo *et al.*, 2018, p. 2098; Simões *et al.*, 2014). Adicionalmente, las regiones tropicales tienen un alto potencial para encontrar nuevos puntos calientes de biodiversidad subterránea (Souza Silva & Lopes Ferreira, 2016).

Evaluar el riesgo de degradación de un elemento con interés geológico cobra paulatinamente mayor relevancia también (Fuertes-Gutiérrez *et al.*, 2013, p. 204). Por ejemplo, espelotemas que toman decenas a cientos de miles de años en crecer pueden ser removidas en minutos, por ello el desarrollo de índices que ayuden a preservar el patrimonio geológico permitirá identificar de forma más robusta aquellas áreas prioritarias para la conservación (Rabelo *et al.*, 2018, p. 2099).

Idealmente, el riesgo de degradación de cenotes debiera formularse con mayor precisión y complementarse tomando en cuenta: la riqueza y abundancia de especies acuáticas, terrestres; el registro de especies protegidas, endémicas o raras; la presencia y cantidad de vestigios arqueológicos relevantes; el valor científico del cenote en términos geológicos; la importancia ecológica particular; la hidrología y la calidad del agua presente y; los impactos y amenazas identificadas. El reto está en recabar toda esta información, o en su caso generarla, para después poderla integrar, darle sentido y seguimiento al esfuerzo realizado.

Si bien el 70% de los resultados del RDc cayó en una categoría media, esto responde al volumen de datos nulos en el registro de vestigios arqueológicos y de especies en peligro de extinción. Caer en un valor nulo, significa residir en una situación de incertidumbre para dichas variables, y en principio no se puede negar anticipadamente la existencia de tales elementos; por este hecho, se otorgó un valor intermedio cauteloso.

El RDc además establecer algún tipo de priorización de los cenotes por sus condiciones, busca informar un aspecto actual y dejar un antecedente que auxilie las estrategias y prácticas de manejo de cenotes. Incluso, a partir de los resultados no se puede anticipar que no ocurrirán daños o impactos negativos en cenotes con bajo riesgo de degradación, pues éstos pueden ocurrir en cualquiera de ellos de un momento a otro. Por ejemplo, “X” cenote puede tener un control de acceso, pero si no hay vigilancia dentro del cenote y en los lugares clave, es probable que ocurra un mal uso por parte de los visitantes. De acuerdo a Medellín, Wiederhort y López-Hoffman (2017), las mayores amenazas que enfrentan las cavidades subterráneas -como los cenotes-, incluyen la urbanización, la erosión del suelo, la contaminación del agua y el vandalismo.

6.5 Estrategias y oportunidades para el manejo de cenotes

Las estrategias abordadas a continuación son propuestas que atienden parcialmente algunas dificultades locales y regionales de índole social y económico. Estas están relacionadas al territorio y los cenotes y deben ser subsanadas primeramente con la participación, iniciativa y compromiso de sus pobladores, seguido del apoyo y voluntad de organizaciones y autoridades.

6.5.1 Diversificación de las actividades y servicios en los cenotes recreativos

Pretender diversificar la oferta de actividades y servicios en los cenotes, deberá acompañarse de una consciente proyección que contemple la capacidad del sitio, prevea las necesidades de comodidad, uso de recursos y espacio de los turistas y, anticipe los impactos en el incremento de personas. Además, cualquier cambio dentro o fuera de los cenotes, deberá de cumplir siempre con el reglamento en materia de cenotes, cuevas y grutas (2014), ya sea en la instalación de luminaria, la construcción de plataformas de clavados, la colocación de cuerdas, la mejora de accesos, etcétera. No sobra mencionar que el desarrollo del turismo en cenotes debiera beneficiar económica y principalmente a las sociedades locales tanto enriquecer y alimentar sus tradiciones locales. Es prudente enfatizar que incrementar el número de actividades y servicios no garantizará un crecimiento en la demanda de turistas, pero cuidar de la seguridad y la calidad operativa sí será fundamental para crear una impresión positiva en el ambiente y en los visitantes.

La idea de diversificación de la oferta en los cenotes recreativos, obedece a que los resultados registraron un conjunto de 32 actividades y servicios, no obstante, el 84% de los 90 cenotes ofrecen menos de 16 actividades y servicios. En ese sentido, existen diversas oportunidades de mejorar su competitividad.

Cada una de las siguientes actividades se ofertan en menos de 10 cenotes: el kayak, la tirolesa, descenso en rappel, paseo a caballo, la observación de aves y, el temazcal. Asimismo, un atractivo de mucha atención para el visitante es el paseo o recorrido en *Truck*, que se registra en 13 cenotes de la muestra, sin embargo, dichos cenotes se encuentran en sólo 4 paradores turísticos (ver anexo IX). Dentro del matiz de actividades, los cenotes también pudieran funcionar como espacios para la cultura y el arte y, pudieran también ser pequeños centros de capacitación que oferten múltiples talleres al público, con temas de enseñanza

relacionados con la biodiversidad local, la gestión de residuos, la gastronomía local, la observación aves, la geología, etcétera.

Servicios como el guardarropa, juegos infantiles, chapoteadero o alberca, instalaciones para personas con discapacidad, acceso a internet, renta de bicicletas, también se encuentran en contados cenotes. Estos servicios pueden complementarse con otros ya observados y pueden hacer una diferencia para los visitantes, tales como el cobro con tarjeta, la emisión de facturas y, la oferta de promociones, precios especiales o paquetes turísticos. La tendencia del fenómeno turístico por descubrir y conocer nuevos cenotes, vaticina el arribo de más turistas y personas a Yucatán pese a que exista o no una diversificación de las actividades y servicios. Un claro ejemplo de tal avance y aceleración de la dinámica social se halla en el municipio de Homún.

Vale la pena agregar que el registro de coliformes fecales por arriba de las normas sanitarias es una realidad y se espera su incremento en diversos cenotes con uso turístico (Arcega-Cabrera *et al.*, 2014; Derrien *et al.*, 2015; Nava Galindo, 2015). Por estos motivos son de igual manera importantes las inversiones encausadas al monitoreo del agua, el saneamiento y su difusión al público.

6.5.2 Tarjeta de reporte para cenotes, cuevas y grutas de Yucatán

En el 2017, el Laboratorio Nacional de Resiliencia Costera en México (LANRESC) realizó una tarjeta de reporte para la costa yucateca. Las tarjetas de reporte (TR) son productos de evaluación y comunicación que comparan información ecológica, social y/o económica contra metas u objetivos predefinidos (Costanzo *et al.*, 2017). En este caso la TR de la costa yucateca expone de forma concisa la salud del ecosistema a través de siete indicadores que miden las condiciones del hábitat, el agua y la biodiversidad. Los resultados generales no son buenos ni malos, sino regulares. Esto quiere decir que la salud del ecosistema en la costa de Yucatán presenta una mezcla de resultados que cumplen con valores óptimos pero también existen valores fuera de los rangos deseables (LANRESC, 2017).

A partir de éste trabajo nace la idea de adaptar un esfuerzo similar a cenotes (Simões N., comunicación personal, mayo 2018). La tarjeta de reporte o boleta de calificación sirve para comunicar de forma breve y sencilla una condición existente sobre algún asunto. Por tal motivo, la propuesta de tarjeta de reporte para los cenotes de Yucatán puede ser una herramienta de alto impacto informativo si en ella se logra condensar información esencial que explique sus condiciones presentes. Indicadores como el grado de aprovechamiento, el riesgo de degradación, la calidad del agua, densidad espacial, etcétera, pueden generar un conglomerado de información significativo para el gobierno del estado, los diferentes sectores económicos y la población.

Hasta el momento, no se tiene un censo completo de cenotes, cuevas y grutas en Yucatán, pero la información recopilada es suficiente para realizar ensayos de investigación por regiones. El inventario de cavidades subterráneas es un trabajo que implica muchos retos, sin embargo, es necesaria esta labor para lograr protegerlas (Medellin *et al.*, 2017).

La tarjeta de reporte de cenotes es una oportunidad para concentrar información y ponerla al alcance del público. Con el uso de las tecnologías de la información ésta herramienta puede fomentar la ciencia ciudadana y proporcionar información en tiempo real, lo que podría promover una mayor consciencia y vigilancia de los cenotes por parte de los pobladores, visitantes y autoridades.

6.5.3 Participación de mujeres y jóvenes en la gestión y operación de los cenotes

La fuerza laboral registrada en América Latina y México tradicionalmente refleja una mayor participación de hombres, y Yucatán por supuesto no es la excepción (mapa 4 anexo III). No obstante, la mayoría de las mujeres fuera del mercado laboral realizan una proporción importante de las tareas no remuneradas, que ayudan a la misma fuerza de trabajo registrada (Figura 4.1) (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2018, p. 137). “El trabajo doméstico no remunerado es uno de los principales eslabones de la larga cadena de desigualdad que separa a hombres y mujeres, y uno de los factores más importantes en la reproducción de las desigualdades de la sociedad” (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2017, p. 75).

América Latina (5 países): distribución del trabajo remunerado y no remunerado en hogares donde vive una pareja, según sexo, 2007-2015 (En porcentajes)

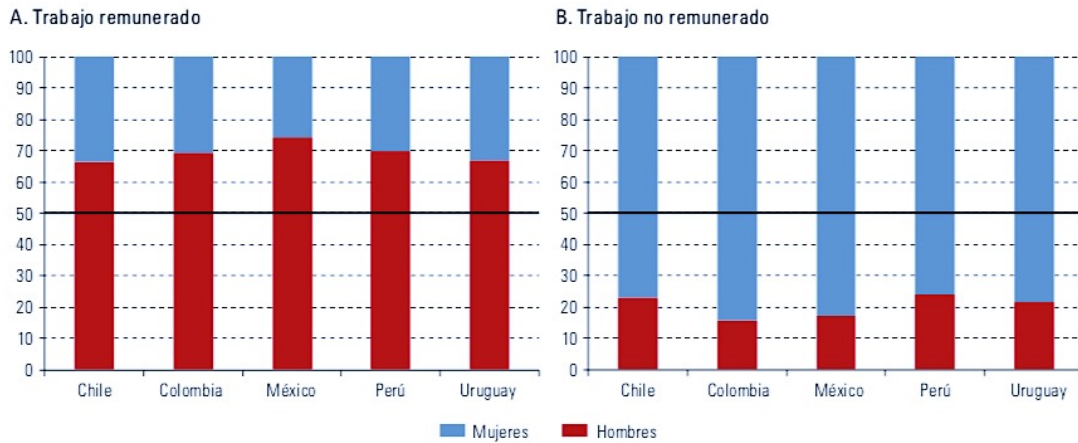


Figura 4.1 Proporción por género sobre trabajo remunerado y no remunerado. Tomado de la CEPAL, 2018, p.139

Existe una baja participación de mujeres y jóvenes menores de 30 años en empresas de turismo alternativo en Yucatán, con un 18 y 16 por ciento de involucramiento respectivamente (García de Fuentes, Romero, *et al.*, 2015, p. 148). Por otro lado, un estudio social llevado a cabo en la zona del anillo de cenotes señala que el papel de la mujer es esencial en las comunidades, quienes, junto con niños y adultos mayores, representan la mayoría de las poblaciones locales. Por tal motivo, es elemental “generar alternativas productivas acordes a sus capacidades, características y disponibilidad de tiempo” (Nusico Saldaña, 2011, p. 62).

Zaaz Koolen Ha es un caso ejemplar de organización y coordinación de mujeres. En esta cooperativa trabajan doce mujeres y cinco hombres socios quienes operan el cenote “Yokdzonot” desde el 2007. En esta cooperativa, los roles de trabajo se asignan a la persona más apropiada, independientemente del género; y aunque las responsabilidades domésticas y familiares de la mujer dificultan el compromiso con los roles administrativos de la cooperativa, la prevalencia de las mujeres dio cabida a una mayor equidad entre hombres y mujeres (Canto Herrera, 2013, p. 33).

Sobre los jóvenes de comunidades rurales yucatecas, se conoce que tienden a migrar habitualmente a Mérida, Cancún, Playa del Carmen y Estados Unidos con el fin de encontrar algún trabajo generalmente no calificado. Esta migración se debe principalmente a la carencia de empleos locales atractivos que cubran sus necesidades de remuneración y de seguridad social (Nusico Saldaña, 2011, p. 51). Las consecuencias de éste fenómeno “implica la pérdida gradual de saberes tradicionales sobre el manejo de los recursos naturales, [...] y la pérdida de diversidad en la agricultura (Nusico Saldaña, 2011, p. 55).

Por tales motivos, incorporar a mujeres y jóvenes en la administración de los cenotes es una oportunidad para superar rezagos en la gestión organizacional (Pulido Madariaga, 2014), y puede permitir la incorporación de nuevas ideas y prácticas en la forma de operar estos espacios. Por ejemplo, se pueden aprovechar las habilidades de comunicación de las mujeres para facilitar el encuentro en foros donde se compartan experiencias sobre el manejo de cenotes, y se propicie la unión entre cooperativas o paradores turísticos. Por parte de los jóvenes, se pueden usar sus habilidades para integrar el uso de tecnologías en la administración del cenote, más allá de la simple promoción y difusión en redes sociales. Ya sea a través del uso de software administrativo, el registro digital del número y tipo de visitantes, aplicación y seguimiento *online* de encuestas de calidad o satisfacción, o incluso, la medición y registro y captura de parámetros ambientales, etcétera.

De acuerdo a Nusico Saldaña (2011), los indígenas se sienten “discriminados, desprotegidos, marginados e incluso estigmatizados” puesto que los programas sociales brindados al pueblo maya son limitados en cobertura e impacto (p.53). De manera que, para poder atender diversos flagelos sociales, como la desigualdad en la dimensión vertical y horizontal, el apoyo de las *instituciones igualitarias* es primordial (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2018, pp. 213–214).

6.5.4 Certificación de sustentabilidad en cenotes turísticos

El adecuado manejo de residuos, la medición de la contaminación, la integridad del ecosistema del atractivo turístico, o el beneficio económico de la comunidad, son parte de las exigencias que turistas y demás actores involucrados toman hoy en cuenta (Global Sustainable Tourism Council, 2013). La certificación ambiental, o en su caso la medición sustentable del turismo, se realiza a través del compendio y análisis de indicadores. En esta evaluación se responde a la necesidad de medir el desempeño de los procesos de una organización – turística- en relación al cuidado del ambiente. Su otorgamiento debe ser dado por una entidad reconocida, pues sin esto, la certificación no tiene relevancia y solamente es un atractivo de mercadotecnia carente de ética (Buckley, 2001).

Aunque la preocupación por el medio ambiente es mayor, esto no significa que verdaderamente habrá un cambio en la forma de consumo o en la preferencia por un turismo “verde”. Es decir, que los “valores verdes” de las personas no siempre se traducirán en cambios “verdes” en los patrones de consumo (Sharpley, 2001, p. 44). Igualmente, obtener un certificado ambiental o una *ecoetiqueta* sin duda tendrá un impacto positivo principalmente en el mercado comprometido con el ambiente, sin embargo, tiene poco efecto o impacto real en las decisiones del gran mercado tradicional, y por tanto en el ambiente (Sharpley, 2001, p. 52).

Recientemente, la SEFOTUR (2017a) publicó el *Catálogo de cenotes turísticos sustentables del estado de Yucatán*, donde se seleccionaron 13 cenotes que cumplen con “prácticas turísticas sustentables”, no obstante, el documento no menciona la metodología o los criterios empleados para clasificar como sustentables a dichos cenotes, y se limita a elaborar una breve descripción coloquial de cada uno. En principio la NMX-AA-133-SCFI-2013 señala cabalmente los requisitos y especificaciones de sustentabilidad en el ecoturismo, no obstante, las “prácticas sustentables” consideradas en este catálogo incluyen, por ejemplo: tener un programa para protección de plantas, contar con paneles solares, tener un manejo correcto del agua tratada, generación de empleo, capacitación de educación ambiental, y estructura amigable con el medio ambiente. En ese sentido, es importante poner en evidencia el cumplimiento de criterios, metas y objetivos – ambientales- concretos, ya que de lo contrario ocurren situaciones poco éticas o irresponsables, donde la promoción de atractivos “ambientalmente amigables” distan de serlo (Font, 2001).

La sustentabilidad en la praxis del turismo, incluye maximizar los beneficios económicos y sociales de la comunidad, ofrecer calidad y seguridad a los visitantes, perpetuar la cultura y la calidad del medio, así como procurar el funcionamiento y la adaptación de la empresa u organización turística en el presente y el futuro (Global Sustainable Tourism Council, 2013).

Buscar un reconocimiento externo sobre buenas prácticas funciona, pero funciona mejor cuando la entidad prestadora de servicios esta fusionada con un verdadero compromiso sustentable más allá de sólo cumplir con diversos indicadores. El manejo sustentable de cenotes –turísticos o no turísticos- busca en principio los beneficios reales en las esferas social, ambiental y económica; no es un proceso sencillo ya que se necesita esfuerzo, disciplina, recursos y, conocimientos tradicionales y contemporáneos perfilados al anhelo de superación integral.

Es sustancial documentar y tener registro de procesos y procedimientos internos de las cooperativas a cargo de los cenotes, pues ello permitirá dar transparencia y seguimiento a futuros cambios. La propia cooperativa u organización debe encontrar los indicadores más relevantes y apegados a su realidad; y sobre ellos, deberán empezar a construir y consolidar una estructura de control de sus actividades. Cabe decir, que el apoyo de entidades de gobierno, academia, organizaciones no gubernamentales, etcétera, es estratégico en este proceso para el logro de una visión multidisciplinaria. Sea a través de certificados o no, la tendencia es la demostración de ética y responsabilidad en la forma de hacer negocios.

6.5.5 Geoconservación en Yucatán

A través de millones de años, en el territorio yucateco se ha generado una vasta heterogeneidad abiótica y biótica (Gobierno del Estado de Yucatán, 2015, p. 63). La continua interacción de los factores climáticos, geológicos, topográficos e hidrológicos con las rocas carbonatadas, crean una variedad de ambientes, que tienen un efecto en el desarrollo local de la flora y fauna, y al mismo tiempo en la cultura e historia del hombre (LeGrand, 1973b, p. 859).

En Yucatán, los cenotes, grutas, cuevas –afloradas y ocultas-, los poljes, las uvalas, y lomeríos conforman parte de la geodiversidad del estado. La geodiversidad se define como “el rango natural de diversidad de rasgos geológicos -rocas, minerales y fósiles-, geomorfológicos -formas del terreno y procesos- y suelos, incluyendo sus relaciones, propiedades, interpretaciones y sistemas” (Gray, 2004). Debido a que la geodiversidad posee un valor intrínseco, cultural, estético, económico, funcional, científico; y se encuentra también amenazada por la inagotable actividad humana, ésta debiera ser conservada (Gray, 2005, p. 6).

En México, las categorías existentes para la conservación han olvidado integrar términos como la geología, la geomorfología, la hidrología, y la edafología, a la cultura de conservación, por lo que el esquema conceptual y los programas dedicados a la conservación se quedan con una corta visión (Lopez-Miguel, 2004). En ese sentido, la geoconservación busca fundar un nuevo modelo alternativo y complementario de conservación cuando el valor de un sitio es significativo, y cuando existe un riesgo real y potencial que lo amenazan; de esta forma se promueve una verdadera y completa conservación de la naturaleza (Brilha, 2002; Gray, 2005).

Actualmente la UNESCO a través del programa de Geoparques Mundiales, constituye una estrategia factible que promueve junto con las comunidades locales, la conciencia por el patrimonio geológico y adopta un enfoque sostenible de aquellos territorios que presentan una serie de características biofísicas y socio-culturales únicas y de reconocimiento internacional (Brilha, 2002).

Los Geoparques mundiales de la UNESCO, “son áreas geográficas individuales y unificadas, donde los sitios y los paisajes de importancia geológica internacional son manejadas con un concepto holístico de protección, educación y desarrollo sustentable” (UNESCO, 2016). En este esquema se contempla la evaluación del Geoparque cada cuatro años, si reprueba la evaluación se realizará otra más dentro de los siguientes dos años y si reincide en incumplir los criterios del programa se pierde su estatus como Geoparque (UNESCO, 2016).

En 2017 fueron decretados los primeros dos geoparques en México, La “Mixteca Alta” en el estado de Oaxaca y la “Comarca Minera” en Hidalgo, lo que evidencia la recién adopción de esta propuesta en el país. Yucatán tiene el privilegio de contar con rasgos abióticos espectaculares, sin embargo, amenazados y desprotegidos frente al impacto de las actividades humanas. Tales retos socio-ambientales en Yucatán y en México requieren abordarse con una estrategia de manejo integral, que sea clara e innovadora, y que logre una evaluación “más compleja, pero a la vez más completa” (Lopez-Miguel, 2004, pp. 13–15).

Hay evidencia que refiere a la dificultad de los indígenas o las sociedades tradicionales en manejar efectivamente el turismo en sus comunidades (Fennell, 2008b), por otro lado Mercado-Salas y colaboradores (2013) señalan que la región del Anillo de Cenotes se encuentra bajo una gran presión del turismo “y mientras ésta es regulada por los mismos terratenientes, esto la hace altamente vulnerable a la pérdida del hábitat” (p.946). No obstante, la estrategia de geoparques se opone a ésta última idea y apuesta por un enfoque de abajo hacia arriba (*bottom-up*). Es decir, busca empoderar, concientizar y comprometer a las comunidades con su patrimonio para que ellas adopten un esquema sustentable de desarrollo, y esto contribuya –a través del geoturismo y la educación-, con su economía local (Henriques & Brilha, 2017, p. 353).

De acuerdo a Palacio Prieto (2013), “se puede afirmar que las iniciativas relativas a los geositios, geomorfositos y geoparques han sido, en general, exitosas en diversas regiones del mundo y su potencial desarrollo es alentador” (p. 32). En resonancia con esta visión, la pregunta no es si se va adoptar o no este esquema de desarrollo del territorio en Yucatán, sino ¿cuándo? Integrar el enfoque de las geociencias y la geoconservación en el estudio de los cenotes es una oportunidad no solo para conocer el valioso patrimonio geológico de la península y fortalecer las decisiones de conservación, sino para estrechar vínculos con otros sitios nacionales e internacionales dotados de elementos geológicos únicos.

6.5.6 Apadrina un cenote

Una forma en la que se han logrado canalizar recursos y esfuerzos para diversos motivos es a través del apadrinamiento y, en materia ambiental, la estrategia funciona mediante la asignación de un bien tangible a una determinada persona responsable voluntaria. El motivo, las condiciones y el proceso de apadrinamiento varían dependiendo del programa y para ilustrarlo se revisan a continuación dos iniciativas.

“Apadrina un olivo” es un programa que surge en la localidad de Oliete, España. En este poblado tradicionalmente se han cultivado árboles de olivo, sin embargo, por varios motivos fue abandonada la actividad y junto con ella a decenas de miles de árboles. Para cambiar esta situación, el proyecto se dio la tarea de inventariar cada uno de los árboles en peligro, los identificó a través de un código, y posteriormente se expusieron los árboles y el proyecto al público general mediante una plataforma web. Los “padrinos” o “madrinas” en este caso son personas que aportan una cuota mensual o anual por árbol y sin compromiso de renovación. Con este dinero se logran pagar labores de poda y mantenimiento, etcétera, y en cambio el donador puede visitar “su árbol” dentro del olivar, puede “bautizar” a su olivo, recibe 2 litros de aceite de

oliva al año, recibe invitación a eventos y actividades especiales y además forma parte de un proyecto social. Esta propuesta nace con los objetivos de rehabilitar los olivos, generar empleos y revivir social y económicamente a la localidad. Para más información, consultar el sitio <https://apadrinaunolivo.org/es> .

“Apadrina una roca” es un proyecto que nace en 2011, “se trata de un programa gratuito de voluntariado, que busca la conservación y seguimiento del patrimonio geológico español (Instituto Geológico y Minero de España, 2019)”. En este programa quienes deciden apadrinar no realizan erogación alguna, el único compromiso es “cuidar” y vigilar un Lugar de Interés Geológico (LIG) seleccionado, es decir, realizar la visita al sitio una vez al año, reportar oportunamente cualquier incidencia o amenaza sobre el lugar elegido y contestar anualmente una encuesta sobre su estado de conservación. A cambio, la persona recibe diversos tipos de asesoramiento, un diploma de reconocimiento e invitaciones a cursos, eventos, charlas y encuentros de intercambio de experiencias. El registro de voluntarios similarmente se realiza a través de una plataforma web y es así como se logra ampliar el esfuerzo de monitoreo de diversos sitios en diferentes ubicaciones. Para más información, consultar el sitio <http://www.igme.es/patrimonio/apadrinaunaroca.htm> .

Apadrinar cenotes es una idea que además de favorecer el monitoreo y la vigilancia en los cenotes, buscaría despertar el interés y generar un vínculo con diferentes públicos dentro y fuera de Yucatán. Idealmente, los recursos captados podrían destinarse principalmente a actividades de saneamiento, restauración, divulgación de diversa información, entre otras actividades.

Aunque la estrategia enfrenta diversos retos como la falta de un inventario o catálogo completo de los cenotes, el rezago educativo, la pobreza en la entidad, la poca cultura sobre donación en el país, etcétera; el apadrinamiento puede ser una vía para acercar e involucrar personas distantes a problemas ambientales puntuales y remotos, puede fomentar la conciencia, el cuidado y la responsabilidad con el ambiente, ayuda a mantener periódicamente informada a la población y puede ser un detonador para diferentes proyectos locales de utilidad pública.

7. Conclusiones

A pesar de que las conexiones y relaciones con el mar no siempre son evidentes, los cenotes son ecosistemas costeros y éstos mantienen diversas funciones ecológicas vitales en el territorio. Los cenotes son una posibilidad extraordinaria de formas y de características insertas en las rocas carbonatadas de la región y, están estrechamente vinculados con la historia y los usos tradicionales actuales de la población indígena maya. A través del tiempo lo mismo figuran como espacios sacros y de celebración como espacios con usos domésticos y, es finales del siglo pasado y comienzos del presente cuando los cenotes de Yucatán se suman progresivamente al portafolio del turismo.

En este trabajo se obtuvo una muestra total de 148 cenotes y se seleccionaron 90 cenotes que mantienen un uso recreativo, es decir, están dedicados al turismo. Se realizó una breve descripción de las actividades que se ofertan y se identificaron algunas de las perturbaciones que desafortunadamente forman parte de los cenotes abiertos al público. Se observa que la perturbación con más frecuencia en los cenotes es la alteración de la vegetación circundante a la entrada o apertura de los cenotes. Fueron vistos daños evidentes tales como la presencia de basura o grafitis, así como otros daños no tan evidentes como el saqueo/ruptura de espeleotemas y daños a las raíces. No obstante, se reconoce que existen otras perturbaciones ambientales *in situ* no cuantificadas en este trabajo que requieren también ser medidas a detalle, tales como la contaminación del agua, presencia de basura subacuática, afectaciones por luminaria artificial, excavaciones en la roca madre, retiro de colmenas, entre otras. No sobra decir que la efectiva señalización y vigilancia en los lugares más sensibles de los cenotes debe ser una prioridad cotidiana.

El primer índice elaborado conjuntó cuatro indicadores que tienen la objetivo de determinar una categoría sobre la intensidad de uso en los cenotes. El índice de aprovechamiento en cenotes con uso recreativo permitió categorizar de forma inédita a nuestro objeto de estudio y logró establecer diferencias entre aquellos cenotes inmersos en el turismo. De los 90 cenotes recreativos, se encontró que 33 permanecen a la categoría “de baja intensidad” y 32 como cenotes “vacantes”; estas dos categorías representan en conjunto el 72% de nuestra submuestra, es decir, existe una mayoría con niveles bajos de aprovechamiento. Por otro lado, 16 cenotes caen dentro de la categoría “de alta intensidad” y nueve cenotes pertenecen a la categoría “masivo”. Cabe recordar que los datos analizados pertenecen a información extraída entre los años 2015 y 2017 por lo que los resultados no reflejan una condición actual. Se anticipa en general, que el aprovechamiento de cenotes continúa migrando hacia formas masivas de aprovechamiento y, en ese sentido se insta a los paradores turísticos en evitar y controlar dicha masificación como medida precautoria ante daños irreversibles. Así mismo, resulta importante evitar que a partir de los cenotes se generen pequeños enclaves económicos en las comunidades rurales pues el atractivo y beneficio que suponen debe permear a las sociedades locales por encima de los intereses particulares.

Determinar cuál es la intensidad de aprovechamiento brinda una ligera idea sobre qué tan activo es el turismo en el sitio y éste deberá regularse limitando el acceso conforme a la capacidad de carga que puede soportar cada cenote. Y, aunque es tema pendiente la estimación de la capacidad de carga de los cenotes de Yucatán, cabe enfatizar que esta herramienta por sí sola no es la solución en el control del sector turístico. El uso de técnicas limitantes indirectas como el diseño del tamaño del estacionamiento, la distancia del estacionamiento al cenote, entre otras, pueden ayudar en el control del volumen de las personas visitantes.

Al considerar el modelo de Butler (1980) en el estudio de aprovechamiento de cenotes, resulta posible hacer una asociación o aproximación con las distintas fases del ciclo de vida de los atractivos turísticos, no obstante, es necesario realizar estudios de caso para determinar con mayor precisión este asunto, ya sea cenote por cenote o por región. Más allá de identificar la fase del ciclo en la que pudieran encontrarse los cenotes, debe recordarse que “los atractivos turísticos no son infinitos y perpetuos, deben verse y tratarse como recursos finitos y posiblemente como no renovables” (Butler, 1980, p. 11). Por tales motivos, es necesario que futuras investigaciones muestren el saldo entre los beneficios obtenidos y los problemas generados al utilizar los cenotes como balnearios. Vale la pena generar estudios longitudinales, de mayor resolución y, de alcance social y ambiental pues ello enriquecerá futuras decisiones en la selección, apertura y manejo de nuevos cenotes con “potencial turístico”.

En cuanto a la construcción del índice de riesgo de degradación, se estudiaron 148 cenotes. Esta sección incluye cenotes que no son necesariamente turísticos ya que la metodología es aplicable a cualquier cenote independientemente de su uso, pero permite establecer términos de importancia y/o de prioridad. Éste índice utilizó variables de presencia/ausencia de distinta naturaleza y diferente relevancia cualitativa para nuestro objeto de estudio. En conjunto, los componentes seleccionados suman o restan la probabilidad de daño a los elementos geológicos, biológicos y culturales presentes en un cenote y se logró identificar aquellos que requieren de mayor cuidado y supervisión. Los resultados permitieron categorizar 24 cenotes con bajo riesgo de degradación, 103 cenotes con riesgo medio y 22 cenotes con alto riesgo de degradación. Se advierte que la carencia de información detallada acerca de la presencia/ausencia tanto de especies en peligro de extinción como de materiales arqueológicos, motivó la inclinación de los resultados hacia valores medios de la escala. En ese sentido, se requieren de futuros estudios para el registro biológico, arqueológico, y otras ramas de estudio, pues sin ellos, es imposible determinar con certeza y precisión los impactos que ocurren en los cenotes de Yucatán y de la península. De forma cierta, los cenotes junto con otros ecosistemas de la región - como los petenes- se encuentran en etapas recientes de investigación para la ciencia, por lo que es de gran relevancia almacenar y concentrar cualquier dato e información disponible a la fecha para su eventual comparación en el futuro.

Los resultados de ambos índices ofrecen de antemano una idea general y no convencional sobre la intensidad de uso en los cenotes y su riesgo de degradación, pero buscan en principio explicar una parte de la realidad. Éstos fueron analizados geográficamente conforme al Atlas de Turismo Alternativo en la PY (2015) con lo cual pudo notarse que la cantidad ofertada de cenotes turísticos es distinta en cada región, es decir, que existe un desarrollo o presencia del sector turístico diferente dentro de los municipios y localidades del estado, lo que merece seguir siendo estudiado. Se observa que la mayor parte del esfuerzo de muestreo se dio en la región “Mérida y occidente de Yucatán” por lo que es necesario balancear en el futuro la toma de datos en las demás regiones.

Cabe decir que los resultados sólo muestran una instantánea de su estado actual en relación a los índices desarrollados, sin embargo, esta información puede servir de referencia y como parte de un futuro marco de análisis de los cenotes. Con este ejercicio se reitera que los indicadores e índices son herramientas angulares en el monitoreo del ambiente y los procesos que ocurren en él, por lo que es muy importante justificar su elaboración y aplicación.

Nuevas cuevas y cenotes son descubiertos en la Península de Yucatán, y puesto que poco se conoce sobre la restauración de dichas cavidades subterráneas, es sensato optar por la conservación de estos ecosistemas. “Es un hecho que la complejidad geológica, hidrológica, bioclimática, de circulación aérea, y otros parámetros

en estos espacios, son más difíciles y más costosos de restaurar a comparación de otros sitios naturales” (Medellin *et al.*, 2017, p. 49).

Finalmente, las estrategias abordadas en este trabajo son una mínima intensión de lo que puede mejorarse en torno a las famosas cavidades kársticas yucatecas. Cada estrategia visualiza diferentes resultados y responde de manera diferente a las diversas necesidades que enfrentan las personas y las comunidades involucradas con los cenotes. Deberá buscarse y emprender aquella que resuelva en concreto los problemas particulares considerando a la vez, aquella que de forma articulada atienda otros asuntos no resueltos.

En definitiva, la multidimensionalidad inherente a los cenotes hace indispensable la acción conjunta de diversos académicos para su monitoreo e investigación, es fundamental incrementar la capacidad y presencia de autoridades para su regulación, y es imprescindible la participación de líderes y miembros locales para su adecuado aprovechamiento y conservación. Falta buscar, idear, probar y encontrar más soluciones creativas ante los múltiples escenarios presentes y futuros que se viven en los cenotes y las comunidades aledañas. Encima de todo, deberán generarse nuevas relaciones ganar-ganar sociedad/ambiente para el manejo integral de estos tesoros.

8. Recomendaciones

Las presentes recomendaciones fueron recuperadas de la bibliografía consultada y otras más surgen a partir de la observación de las condiciones presentes en los cenotes:

- Mantener la vegetación en un diámetro de 100 m alrededor de cenotes a excepción de la mínima que se requiere remover para tener acceso al cuerpo de agua para fines ecoturístico y de apreciación de la naturaleza (NMX-AA-157-SCFI-2012 Apartado 5.2.3.7).
- Monitorear los cambios en la vegetación circundante mediante el uso de imágenes satelitales para analizar modificaciones por urbanización o turistificación en los cenotes.
- Evitar el retiro de raíces y vegetación circundante, pues proporciona refugio y alimento para aves, peces, tortugas y otros organismos, además de ser la fuente principal de energía del sistema (Schmitter-Soto *et al.*, 2002, p. 374).
- En caso de daños y perturbaciones a la vegetación, reforestar preferentemente con especies nativas.
- Ejercer acciones sustentables en el turismo conforme a la norma (NMX-AA-133-SCFI-2013).
- Mantener la cantidad y calidad del agua, la temperatura, la humedad y el dióxido de carbono atmosférico dentro del rango natural de variación (Williams, 2008, p. 21).
- Establecer altos estándares de calidad del agua y frecuentar su monitoreo (Williams, 2008, p. 20), con énfasis en zonas de ganadería o agricultura.
- Registrar y controlar la proliferación de especies acuáticas no nativas o invasoras en los cenotes.
- Utilizar lámparas de alta eficiencia que minimicen el aporte de calor a la atmósfera de la cueva. Asimismo la duración y el espectro de luz introducido deberá evitar la fotosíntesis y el desarrollo de plantas y algas (lampenflora) alrededor de las luces (Williams, 2008, p. 21).

- Evitar el uso de flash sobre pictografías encontradas en grutas o cuevas.
- En la exploración de nuevas grutas o cuevas, el grupo espeleológico debe tener experiencia y ser reducido (Williams, 2008, p. 22).
- Proveer de asistencia técnica propia que asesore y capacite de manera permanente e integral, a las comunidades. Que ésta asistencia viva en la comunidad (Nusico Saldaña, 2011, p. 51).
- Evitar la quema o destrucción de colmenas ocupadas de avispas o abejas en la entrada de cenotes, reubicar las colonias e instalar bebederos artificiales a una distancia segura para las personas.
- Apoyo y promoción de proyectos colectivos en terrenos de uso común, que sean complementarios y enriquezcan las otras actividades, como puede ser la apicultura (Nusico Saldaña, 2011, p. 55).
- Supervisión de cerca, es decir, gestión del visitante a través de la regulación de tiempos de visita, número de personas, limitación del espacio accesible; y presencia de personal que vigile el cumplimiento de reglamentos internos y controle las perturbaciones antropogénicas como el ruido, la basura o el vandalismo (Medellin *et al.*, 2017, p. 49).
- Las rutas trazadas para turistas deberán ser diseñadas para generar el mínimo impacto sobre espeleotemas y hábitats biológicos dentro de cuevas -grutas o cenotes (Williams, 2008, p. 21).
- Los materiales usados para la infraestructura turística deben ser removibles y no ser tóxicos para la biota (Williams, 2008, p. 21).

Más información sobre recomendaciones:

- Amigos de Sian Ka'an y col., 2018. Guía de buenas prácticas para la conservación y uso de los cenotes y sus cuevas en la Península de Yucatán
- Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente, 2014. Reglamento de la ley de protección al medio ambiente del Estado de Yucatán en materia de cenotes, cuevas y grutas
- Ayuntamiento de Tulum, 2014. Reglamento de cenotes y cavernas del municipio de Tulum
- Ayuntamiento de Solidaridad, 2017. Reglamento de actividades en cenotes, cavernas y grutas del municipio de Solidaridad, Q. Roo

9. Referencias

- Aguilar Duarte, Y., Bautista, F., Mendoza, M. E., & Delgado, C. (2013). Vulnerabilidad y riesgo de contaminación de acuíferos kársticos. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 16(2), 243–263.
- Aguilar-Duarte, Y., Bautista, F., Mendoza, M. E., Frausto, O., Ihl, T., & Delgado, C. (2016). Ivaky: Index of Vulnerability to Pollution of Yucatecan Karstic Aquifer. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 15(3), 913–919.
- Arcega-Cabrera, F., Velázquez-Tavera, N., Fargher, L., Derrien, M., & Noreña-Barroso, E. (2014). Fecal sterols, seasonal variability, and probable sources along the ring of cenotes, Yucatan, Mexico. *Journal of Contaminant Hydrology*, 168, 41–49. <https://doi.org/10.1016/j.jconhyd.2014.08.007>
- Aznar Bellver, J., & Guijarro Martínez, F. (2012). *Nuevos métodos de valoración: Modelos multicriterio*. Universitat Politècnica de València,.
- Back, W., & Lesser, J. M. (1981). Chemical constraints of groundwater management in the Yucatan Peninsula, Mexico. *Journal of Hydrology*, 51(1–4), 119–130.
- Badillo-Sánchez, A. (2013). *Agua y Paisaje. La construcción del paisaje en torno a cenotes mayas* (Tesis de Maestría). Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México.
- Batllori Sampedro, E., & Febles Patrón, J. L. (2002). El agua subterránea en el desarrollo regional de la península de Yucatán. *Avance y perspectiva*, 21, 67–77.
- Bautista, F. (2010). El suelo. En R. Durán & M. Méndez (Eds.), *Biodiversidad y desarrollo humano en Yucatán* (p. 496). CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA.
- Bautista, F., Aguilar, Y., & Batllori, E. (2011). Amenazas, vulnerabilidad y riesgo de contaminación de las aguas subterráneas en la Península de Yucatán. *Teoría y Práxis*, 9, 9–31.
- Bautista, F., Batllori, E., Palacio, G., Ortíz, M., & Castillo, M. (2005). Integración del conocimiento actual sobre los paisajes geomorfológicos de la Península de Yucatán. En F. Bautista & G. Palacio (Eds.), *Caracterización y manejo de los suelos de la Península de Yucatán: Implicaciones agropecuarias, forestales y ambientales* (pp. 33–58). UAC, UADY.
- Beddows, P., Blanchon, P., Escobar, E., & Torres-Talamante, O. (2007). Los cenotes de la península de Yucatán. *Arqueología mexicana*, 83, 32–35.
- Brady, J. E. (2004). America, Central: Archaeological Caves. En J. Gunn (Ed.), *Encyclopedia of caves and karst science* (pp. 82–88). New York: Fitzroy Dearborn.
- Brilha, J. (2002). Geoconservation and protected areas. *Environmental Conservation*, 29(03), 273–276. <https://doi.org/10.1017/S0376892902000188>
- Brilha, J. (2016). Inventory and Quantitative Assessment of Geosites and Geodiversity Sites: A Review. *Geoheritage*, 8(2), 119–134. <https://doi.org/10.1007/s12371-014-0139-3>
- Buckley, R. L. (2001). Major Issues in Tourism Ecolabelling. En *Tourism Ecolabelling. Certification and Promotion of Sustainable Management* (pp. 19–27). CABI Publishing.
- Butler, R. W. (1980). The concept of a tourist area cycle of evolution: Implications for management of resources. *The Canadian Geographer/Le Géographe Canadien*, 24(1), 5–12. <https://doi.org/10.1111/j.1541-0064.1980.tb00970.x>
- Butler, R. W. (2011). *Tourism Area Life Cycle*. Goodfellow Publishers Limited.
- Canto Herrera, C. J. (2013). *Explaining autonomy in community-based ecotourism. A comparative study of two projects in Yucatan, Mexico* (Master Thesis). King's College London, London, U.K.
- Cole, L. J. (1910). The Caverns and People of Northern Yucatan. *Bulletin of the American Geographical Society*, 42(5), 321–336. <https://doi.org/10.2307/199038>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2018). *La ineficiencia de la desigualdad*. Recuperado de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/43442/6/S1800059_es.pdf
- Comisión Nacional del Agua. (2012). *Programa Hídrico Regional Visión 2030. Región Hidrológico-Administrativa XII Península de Yucatán* (2012a ed.; Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Ed.). México.
- Comisión Oceanográfica Intergubernamental. (2006). *Manual para la medición del progreso y de los efectos directos del manejo integrado de costas y océanos*. (Dossier ICAM 2; S. Hieleman, Ed.). París, Fr.: UNESCO.
- CONEVAL. (2016). *Índice de Rezago Social 2015* (p. 10) [Gubernamental]. Recuperado de Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social website: <https://www.coneval.org.mx/coordinacion/entidades/Yucatan/Paginas/Indice-de-Rezago-Social-2015.aspx>
- CONEVAL. (2019). *Índice de la Tendencia Laboral de la Pobreza. Resultados nacionales y por entidad federativa*. Recuperado de Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social website: https://www.coneval.org.mx/Medicion/Documents/ITLP-IS/2018/2T2018/Porcentaje_Nacional_y_estatal_agosto_2018.pdf
- Coratza, P., Galve, J., Soldati, M., & Tonelli, C. (2012). Recognition and assessment of sinkholes as geosites: Lessons from the Island of Gozo (Malta). *Quaestiones Geographicae*, 31(1). <https://doi.org/10.2478/v10117-012-0006-8>
- Costanzo, S. D., Blancard, D., Davidson, S., Dennison, W. C., Escurra, J., Freeman, S., ... Vargas-Nguyen, V. (2017). *Practitioner's Guide to Developing River Basin Report Cards*. Cambridge, MD, USA.: IAN Press.
- da Silva, C. P. (2002). Beach Carrying Capacity Assessment: How important is it? *Journal of Coastal Research*, 36, 190–197. <https://doi.org/10.2112/1551-5036-36.sp1.190>

- de Lima, F. F., Brilha, J. B., & Salamuni, E. (2010). Inventorying Geological Heritage in Large Territories: A Methodological Proposal Applied to Brazil. *Geoheritage*, 2(3–4), 91–99. <https://doi.org/10.1007/s12371-010-0014-9>
- Delgado, C., Pacheco, J., Cabrera, A., Batllori, E., Orellana, R., & Bautista, F. (2010). Quality of groundwater for irrigation in tropical karst environment, the case of Yucatán, México. *Agricultural Water Management*, 97, 1423–1433. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2010.04.006>
- Derrien, M., Cabrera, F. A., Tavera, N. L. V., Kantún Manzano, C. A., & Vizcaino, S. C. (2015). Sources and distribution of organic matter along the Ring of Cenotes, Yucatan, Mexico: Sterol markers and statistical approaches. *Science of The Total Environment*, 511, 223–229. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.12.053>
- Diamantis, D., & Westlake, J. (2001). Ecolabelling in the Context of Sustainable Tourism and Ecotourism. En *Tourism Ecolabelling. Certification and Promotion of Sustainable Management* (pp. 27–40). CABI Publishing.
- Diario Oficial de la Federación. *Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente*. , (2018).
- Donato, C., Ribeiro, A., & Souto, L. (2014). A conservation status index, as an auxiliary tool for the management of cave environments. *International Journal of Speleology*, 43(3), 315–322. <https://doi.org/10.5038/1827-806X.43.3.8>
- Elliott, M., Burdon, D., Atkins, J. P., Borja, A., Cormier, R., de Jonge, V. N., & Turner, R. K. (2017). “And DPSIR begat DAPSI(W)R(M)!”—A unifying framework for marine environmental management. *Marine Pollution Bulletin*, 118(1–2), 27–40. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.03.049>
- Enseñat-Soberanis, F., Blanco-Gregory, R., Mondragón-Mejía, J., Simoes, N., Moreno-Acevedo, E., & Ortega, I. (2019). Crowding standards and willingness to pay at cenotes (sinkholes) of the Yucatan Peninsula: A comparative analysis of local, national and international visitors. *Journal of Ecotourism*, 1–22. <https://doi.org/10.1080/14724049.2019.1619747>
- Evans, N. P., Bauska, T. K., Gázquez-Sánchez, F., Brenner, M., Curtis, J. H., & Hodell, D. A. (2018). Quantification of drought during the collapse of the classic Maya civilization. *Science*, 361, 498–501. <https://doi.org/10.1126/science.aas9871>
- Fennell, D. A. (2008a). *Ecotourism* (3. ed). London: Routledge.
- Fennell, D. A. (2008b). Ecotourism and the Myth of Indigenous Stewardship. *Journal of Sustainable Tourism*, 16(2), 129–149. <https://doi.org/10.2167/jost736.0>
- Flores Guido, J. S. (2010). Vegetación de cenotes, rejolladas, haltunes y cavernas. En R. Durán García & M. E. Méndez González (Eds.), *Biodiversidad y desarrollo humano en Yucatán* (Primera, p. 496). Mérida, Yucatán: CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA.
- Font, X. (2001). Regulating the Green Message: The Players in Ecolabelling. En *Tourism Ecolabelling. Certification and Promotion of Sustainable Management* (pp. 1–18). CABI Publishing.
- Fragoso, P., Bautista, F., Frausto, O., & Pereira, A. (2014). Caracterización de las depresiones kársticas (forma, tamaño y densidad) a escala 1:50,000 y sus tipos de inundación en el Estado de Quintana Roo, México. *Revista Mexicana de Ciencias Sociales*, 31(1), 127–137.
- Fuertes-Gutiérrez, I., Fernández-Martínez, E., & García-Ortiz, E. (2013). Propuesta de términos en castellano sobre conceptos relacionados con el riesgo de degradación del patrimonio geológico. En J. Vegas, A. Salazar, E. Díaz-Martínez, & C. Marchán (Eds.), *Patrimonio geológico, un recurso para el desarrollo* (pp. 195–206). Madrid, España: Instituto Geológico y Minero de España.
- Gaona-Viscayno, S., Gordillo de Anda, T., & Villauso Pino, M. (1980). Cenotes, Karst característico: Mecanismos de formación. *Revista Instituto de Geología*, 4(1), 32–36.
- García de Fuentes, A., Barragán Ojeda, J. A., Fierro Reyes, I. G., Pulido Madariaga, E., & Xool Koh, M. (2015). Turismo alternativo en el medio rural, la disputa por la tenencia de la tierra y el acceso a los recursos naturales en la Península de Yucatán. En *Sin tierras no hay paraíso. Turismo, organizaciones agrarias y apropiación territorial en México* (pp. 215–250). España: Pasos.
- García de Fuentes, A., Romero, D., Jouault, S., Fraga, J., & González Kuk, G. M. (2015). *Atlas de turismo alternativo en la Península de Yucatán* (Primera edición). Mérida, Yucatán, México: Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, Unidad Mérida.
- García Gil, G., Palacio Prieto, J. L., & Ortiz Pérez, M. A. (2002). Reconocimiento geomorfológico e hidrográfico de la Reserva de la Biosfera Calakmul, México. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM*, (48), 7–23.
- García-Ortiz, E., Fuertes-Gutiérrez, I., & Fernández-Martínez, E. (2014). Concepts and terminology for the risk of degradation of geological heritage sites: Fragility and natural vulnerability, a case study. *Proceedings of the Geologists’ Association*, 125(4), 463–479. <https://doi.org/10.1016/j.pgeola.2014.06.003>
- Global Sustainable Tourism Council. (2013, diciembre). *Global Sustainable Tourism Council Criteria and suggested performance indicators for destinations*. Recuperado de www.gstcouncil.org
- Gobierno del Estado de Yucatán. *Decreto que establece el Área Natural Protegida denominada Reserva estatal geohidrológica del anillo de cenotes*. , 117 § (2013).
- Gobierno del Estado de Yucatán. *Decreto que establece el Área Natural Protegida Reserva Estatal Geohidrológica del Anillo de Cenotes*. , (2013).
- Gobierno del Estado de Yucatán. *Reglamento de la Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán en Materia de Cenotes, Cuevas y Grutas*. , Decreto 193/2014 § (2014).
- Gobierno del Estado de Yucatán. (2015). *Estrategia Estatal de Conservación y Uso Sustentable de la Biodiversidad de Yucatán*. Mérida, Yucatán.
- Grajales-Quintero, A., Serrano-Moya, E. D., & Hanm Von H., C. M. (2013). Los métodos y procesos multicriterio para la evaluación. *Luna Azul*, (36), 285–306.

- Gray, M. (2004). *Geodiversity: Valuing and conserving abiotic nature*. Chichester, West Sussex ; Hoboken, NJ: J. Wiley.
- Gray, M. (2005). Geodiversity and Geoconservation: What, Why, and How? *The George Wright Forum*, 22(3).
- Hall, F. G. (1936). Physical and chemical survey of cenotes of Yucatan. *Carnegie Institute of Washington Publication*, 457, 5–16.
- Hassan, R., Scholes, R., & Ash, N. (Eds.). (2005). *Ecosystems and human well-being: Current state and trends: Findings of the Condition and Trends Working Group of the Millennium Ecosystem Assessment*. Recuperado de <http://www.millenniumassessment.org/documents/document.765.aspx.pdf>
- Henriques, M. H., & Brilha, J. (2017). UNESCO Global Geoparks: A strategy towards global understanding and sustainability. *Episodes*, 40(4), 346–355. <https://doi.org/10.18814/epiugs/2017/v40i4/017036>
- Hunter, M. L., Acuña, V., Bauer, D. M., Bell, K. P., Calhoun, A. J. K., Felipe-Lucia, M. R., ... Poschlod, P. (2017). Conserving small natural features with large ecological roles: A synthetic overview. *Biological Conservation*, 211, 88–95. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2016.12.020>
- INEGI. (2002a). *Estudio hidrológico del estado de Yucatán*. (Primera). Aguascalientes, México: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.
- INEGI. (2002b). *Estudio hidrológico del estado de Yucatán* (1a ed.). Aguascalientes: INEGI.
- INEGI. (2015). *Resultados definitivos de la encuesta intercensal 2015* (Boletín de prensa Núm. 530/15; p. 4). Recuperado de Instituto Nacional de Estadística y Geografía website: http://www.inegi.org.mx/saladeprensa/boletines/2015/especiales/especiales2015_12_9.pdf
- INEGI. (2016). Encuesta Intercensal 2015 [Gubernamental]. Recuperado el 6 de junio de 2018, de Instituto Nacional de Estadística y Geografía website: <http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/enchogares/especiales/intercensal/>
- Instituto Geológico y Minero de España. (2019, abril 29). Apadrina una roca. Recuperado de Iniciativa para la conservación y seguimiento del patrimonio geológico website: <http://www.igme.es/patrimonio/ApadrinaUnaRoca.htm>
- Jouault, S. (2018). Inversions sociale et spatiale: Brève géohistoire de la mise en tourisme du village de Yokdzonot dans le Yucatán. *IdeAs*, (12). <https://doi.org/10.4000/ideas.3254>
- LANRESC. (2017). *Tarjeta de reporte para la costa yucateca 2017*. Laboratorio Nacional de Resiliencia Costera.
- LeGrand, H. E. (1973a). Hydrological and Ecological Problems of Karst Regions. *Science, New Series*, 179(4076), 859–864. Recuperado de <http://links.jstor.org/sici?sici=0036-8075%2819730302%293%3A179%3A4076%3C859%3AHAEPOK%3E2.0.CO%3B2-5>
- LeGrand, H. E. (1973b). Hydrological and Ecological Problems of Karst Regions. *Science*, 179(4076), 859–864.
- Lopez-Miguel, C. (2004). El establecimiento de geoparques en México: Un método de análisis geográfico para la conservación de la naturaleza en el contexto del manejo de cuencas hídricas. En *Instituto Nacional de Ecología*.
- MacSwiney G., M. C., Bolívar Cimé, B., Clarke, F. M., & Racey, P. A. (2009). Insectivorous Bat Activity at Cenotes in the Yucatan Peninsula, Mexico. *Acta Chiropterologica*, 11(1), 139–147. <https://doi.org/10.3161/150811009X465758>
- MacSwiney G., M. C., Vilchis L., P., Clarke, F. M., & Racey, P. A. (2007). The importance of cenotes in conserving bat assemblages in the Yucatan, Mexico. *Biological Conservation*, 136(4), 499–509. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2006.12.021>
- Marín, L. E. (1990). *Field investigations and numerical simulation of groundwater flow in the karstic aquifer of northwestern Yucatan, Mexico* (Ph.D. Thesis). Northern Illinois University, DeKalb, IL.
- Marín, L. E., Steinich, B., Pacheco, J., & Escolero, O. A. (2000). Hydrogeology of a contaminated sole-source karst aquifer, Mérida, Yucatán, Mexico. *Geofísica Internacional*, 39(4), 359–365.
- Martos López, L. A. (2015). *Espacios sagrados, espacios profanos: Cuevas mayas del centro-oriente de Yucatán* (Primera edición). México, D.F: Instituto Nacional de Antropología e Historia.
- McKercher, B. (2018). The impact of distance on tourism: A tourism geography law. *Tourism Geographies*, 20(5), 905–909. <https://doi.org/10.1080/14616688.2018.1434813>
- Medellín, R. A., Wiederholt, R., & Lopez-Hoffman, L. (2017). Conservation relevance of bat caves for biodiversity and ecosystem services. *Biological Conservation*, 211, 45–50. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2017.01.012>
- Méndez González, L. (2012). Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar. Anillo de Cenotes [No gubernamental]. Recuperado el 23 de julio de 2018, de Servicio de Información sobre Sitios Ramsar website: <https://rsis.ramsar.org/RISapp/files/RISrep/MX2043RIS.pdf>
- Mercado-Salas, N. F., Morales-Vela, B., Suárez-Morales, E., & Iliffe, T. M. (2013). Conservation status of the inland aquatic crustaceans in the Yucatan Peninsula, Mexico: Shortcomings of a protection strategy. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 23(6), 939–951. <https://doi.org/10.1002/aqc.2350>
- Mijangos Maganda, Jorge Karín. (2010). *Manejo integral ambiental, socioeconómico y político para el desarrollo del mercado de Servicios Ambientales*. (p. 73) [Informe final de proyecto]. Yucatán.
- Millennium Ecosystem Assessment (Ed.). (2005). *Ecosystems and human well-being: Synthesis*. Recuperado de <http://www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf>
- Morales, J. J. (2009). *La península que surgió del mar*

- (Primera). Mérida, Yucatán: Biblioteca Básica de Yucatán.
- Moreno Jiménez, J. M., Aguarón Joven, J., & Escobar Urmeneta, M. T. (2001). Metodología científica en valoración y selección ambiental. *Pesquisa Operacional*, 21(1), 1–16. <https://doi.org/10.1590/S0101-74382001000100001>
 - Munro, P. G., & Melo Zurita, M. de L. (2011). The Role of Cenotes in the Social History of Mexico's Yucatan Peninsula. *Environment and History*, 17(4), 583–612. <https://doi.org/10.3197/096734011X13150366551616>
 - Nava, A. (2017a, diciembre 11). Campanas del inframundo, estalactitas que crecen bajo el agua. Recuperado el 29 de abril de 2018, de México Ciencia y Tecnología website: <http://conacytprensa.mx/index.php/ciencia/ambiente/19647-campanas-instituto-de-la-prehistoria-de-america-minerales-cuevas>
 - Nava, A. (2017b, diciembre 12). Chan Hol II, el esqueleto robado más antiguo de América. Recuperado el 6 de septiembre de 2018, de México Ciencia y Tecnología website: <http://conacytprensa.mx/index.php/reportajes-especiales/19525-chan-hol-ii-arqueologia-subacuatica-poblamiento-america>
 - Nava Galindo, V. A. (2015). *Percepción, conocimiento local y descripción de la calidad del agua de cenotes de interés turístico y recreacional* (Master Thesis). Centro de Investigación y Estudios Avanzados IPN, Mérida, Yucatán.
 - Navarro-Mendoza, M. (1988). *Inventario íctico y estudios ecológicos preliminares en los cuerpos de agua continentales en la reserva de la biósfera de Sian Ka'an y áreas circunvecinas en Quintana Roo, México*. [Informe técnico]. Chetumal, Q. Roo: CIQRO/CONACYT/USFWS.
 - Nusico Saldaña, uan M. (2011). *Estudio social y plan de pueblos indígenas en el anillo de cenotes* (p. 93). Recuperado de Centro de Información del Agua website: <https://agua.org.mx/biblioteca/estudio-social-y-plan-de-pueblos-indigenas-en-el-area-de-selvas-secas-del-anillo-de-cenotes-merida/>
 - OMT-UNWTO. (2019). Barómetro OMT del Turismo Mundial. *Barómetro OMT del Turismo Mundial*, 17(2), 1–40. <https://doi.org/10.18111/wtobarometereng.2019.17.1.2>
 - Ortíz-Becerril, A. K. (2009). *Henequén y cenotes: Forjadores de identidad. Cuzamá y Chucankán, Yucatán* (Tesis de Licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de México, C.U., México.
 - Padilla y Sánchez, R. J. (2007). Evolución geológica del sureste mexicano desde el Mesozoico al presente en el contexto regional del Golfo de México. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 59(1), 19–42. <https://doi.org/10.18268/BSGM2007v59n1a3>
 - Palacio Prieto, J. L. (2013). Geositios, geomorfositos y geoparques: Importancia, situación actual y perspectivas en México. *Investigaciones Geográficas*, 82, 24–37.
 - Patrício, J., Elliott, M., Mazik, K., Papadopoulou, K.-N., & Smith, C. J. (2016). DPSIR—Two Decades of Trying to Develop a Unifying Framework for Marine Environmental Management? *Frontiers in Marine Science*, 3. <https://doi.org/10.3389/fmars.2016.00177>
 - Peñuela Arévalo, L. A., & Carrillo Rivera, J. J. (2013). Definición de zonas de recarga y descarga de agua subterránea a partir de indicadores superficiales: Centrosur de la Mesa Central, México. *Investigaciones Geográficas*, 81, 18–32. <https://doi.org/10.14350/rig.30518>
 - Pereira, P., & Pereira, D. (2010). Methodological guidelines for geomorphosite assessment. *Géomorphologie: Relief, Processus, Environnement*, 16(2), 215–222. <https://doi.org/10.4000/geomorphologie.7942>
 - Pulido Madariaga, E. (2014). *Diagnóstico de la problemática administrativa en empresas de turismo alternativo a partir de tres estudios de caso en Yucatán* (Master Thesis). Centro de Investigación y Estudios Avanzados IPN, Mérida, Yucatán.
 - Rabelo, L. M., Souza-Silva, M., & Ferreira, R. L. (2018). Priority caves for biodiversity conservation in a key karst area of Brazil: Comparing the applicability of cave conservation indices. *Biodiversity and Conservation*, 27(9), 2097–2129. <https://doi.org/10.1007/s10531-018-1554-6>
 - Ramsar, C. (1971). Criterios para Sitios Ramsar. Recuperado el 30 de marzo de 2017, de Ramsar.org website: http://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/ramsarsites_criteria_sp.pdf
 - Reddell, J. R. (1977a). A preliminary survey of the caves of the Yucatan Peninsula. En J. R. Reddell (Ed.), *Association for Mexican Cave Studies Bulletin* (Vol. 6). Austin: The Speleo Press.
 - Reddell, J. R. (1977b). A preliminary survey of the caves of the Yucatan Peninsula. *Association for Mexican Cave Studies Bulletin*, (6), 215–296. Recuperado de <http://www.mexicancaves.org/bul/bul6.html>
 - Ribeiro, M. F., Ferreira, J. C., & Silva, C. P. (2011). The Sustainable Carrying Capacity as a Tool for Environmental Beach Management. *Journal of Coastal Research*, 64, 1411–1414.
 - Rojas-Sandoval, C. (2011). *Los cenotes mayas como cámaras mosturorias entre los mayas prehispánicos* (Tesis de Maestría). Escuela Nacional de Antropología e Historia, D.F., México.
 - Roys, R. L. (1935). Place names of Yucatan. *Maya Research*, 11, 1–10.
 - Schmitter Soto, J. J., Comín, F. A., Escobar-Briones, E., Herrera-Silveira, J., Alcocer, J., Suárez-Morales, E., ... Steinich, B. (2002). Hydrogeochemical and biological characteristics of cenotes in the Yucatan Peninsula (SE Mexico). *Hydrobiologia*, 467, 215–228.
 - Schmitter-Soto, J. J., Escobar-Briones, E., Alcocer, J., Suárez-Morales, E., Elías-Gutiérrez, M., & Marín, L. E. (2002). Los cenotes de la península de Yucatán. En *Lagos y presas de México* (1a ed., pp. 337–381). D.F., México: AGT Editor.
 - SEDUMA. (2018). Censo de Cenotes. Recuperado el 9 de mayo de 2018, de Cenotes y Grutas de Yucatán website:

- <http://www.seduma.yucatan.gob.mx/cenotes-grutas/censo-cenotes.php>
- SEFOTUR. (2013, septiembre). *Recomendaciones para sustentar la estrategia de comunicación y mejora de posicionamiento de marca turística de Yucatán*. Presentado en Mérida, Yucatán. Recuperado de <http://www.sefotur.yucatan.gob.mx/files-content/general/0e9be202ae333d89554ddf955944cb87.pdf>
 - SEFOTUR. (2017a). Catálogo de cenotes turísticos sustentables del Estado de Yucatán [Gubernamental]. Recuperado de <http://www.sefotur.yucatan.gob.mx/files-content/general/88740e6c4428e0e672165b81534ac583.pdf>
 - SEFOTUR. (2017b, octubre). Listado de cenotes con uso turístico [Gubernamental]. Recuperado el 31 de julio de 2018, de Listado de cenotes con uso turístico website: <http://www.sefotur.yucatan.gob.mx/files-content/general/3091d47a553b9c36ad34c1ce02f5c91e.pdf>
 - Sharples, C. (2002). *Concepts and principles of geoconservation* (version 3). Tasmanian Parks & Wildlife Service website.
 - Sharpley, R. (2001). The Consumer Behaviour Context of Ecolabelling. En *Tourism Ecolabelling. Certification and Promotion of Sustainable Management* (pp. 41–55). CABI Publishing.
 - Simões, M. H., Souza-Silva, M., & Ferreira, R. L. (2014). Cave invertebrates in northwestern minas gerais state, Brazil: Endemism, threats and conservation priorities. *Acta Carsologica*, 43(1). <https://doi.org/10.3986/ac.v43i1.577>
 - Smeets, E., & Weterings, R. (1999). *Environmental indicators: Typology and overview* (p. 19). Recuperado de Environmental European Agency website: <https://www.eea.europa.eu/publications/TEC25>
 - Souza Silva, M., & Lopes Ferreira, R. (2016). The first two hotspots of subterranean biodiversity in South America. *Subterranean Biology*, 19, 1–21. <https://doi.org/10.3897/subtbiol.19.8207>
 - Souza Silva, M., Martins, R. P., & Ferreira, R. L. (2015). Cave Conservation Priority Index to Adopt a Rapid Protection Strategy: A Case Study in Brazilian Atlantic Rain Forest. *Environmental Management*, 55(2), 279–295. <https://doi.org/10.1007/s00267-014-0414-8>
 - Sridhar, K. R., Ashwini, K. M., Seena, S., & Sreepada, K. S. (2006). Manure qualities of guano of insectivorous cave bat *Hipposideros speoris*. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 6(002), 103–110.
 - Suárez-Morales, E., & Rivera-Arriaga, E. (1998). Hidrología y fauna acuática de los cenotes de la Península de Yucatán. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, (48), 37–47.
 - UNESCO. (2016). *UNESCO Global Geoparks*. UNESCO.
 - UNISDR. (2009, mayo). *Terminología sobre Reducción del Riesgo de Desastres*. Recuperado de https://www.preventionweb.net/files/7817_UNISDRTerminologySpanish.pdf
 - Valdez Tah, A. R. (s/f). Apropiación y manejo del medio natural como recurso turístico: Los cenotes. Recuperado el 4 de mayo de 2018, de Yucatán: Identidad y Cultura Maya—Universidad Autónoma de Yucatán website: <http://www.mayas.uady.mx/articulos/alba.html>
 - Varela Torrecilla, C., & Bonor Villarejo, J. L. (2003). Cronología y función de las cavernas en el área maya: ¿espacio ritual o profano? En A. Breton, A. Monod-Becquelin, & M. H. Ruz (Eds.), *Espacios mayas: Representaciones, usos, creencias* (1. ed, pp. 111–142). México, D.F: Centro de Estudio Mayas, IIFL, UNAM : Centro Francés de Estudios Mexicanos y Centroamericanos.
 - Velázquez-Olimán, G. (1995). *Estudio Geoquímico del Anillo de Cenotes, Yucatán* (Tesis de Maestría). Universidad Nacional Autónoma de México, C.U., México.
 - Watson, J., Hamilton-Smith, E., Guilleson, D., & Kiernan, K. (1997). *Guidelines for Cave and Karst Protection*. Recuperado de <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/1997-026.pdf>
 - Williams, P. W. (2008). *World Heritage Caves and Karst*. Glan, Switzerland: UICN.
 - Wolanski, E., & Elliott, M. (2016). Ecohydrology solutions. En *Estuarine Ecohydrology—An Introduction* (pp. 219–267). <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63398-9.00007-6>
 - Zouros, N., & Valiakos, I. (2010). Geoparks Management and Assesment. *Bulletin of the Geological Society of Greece*, 43(2), 965–977. <https://doi.org/10.12681/bgs.11262>

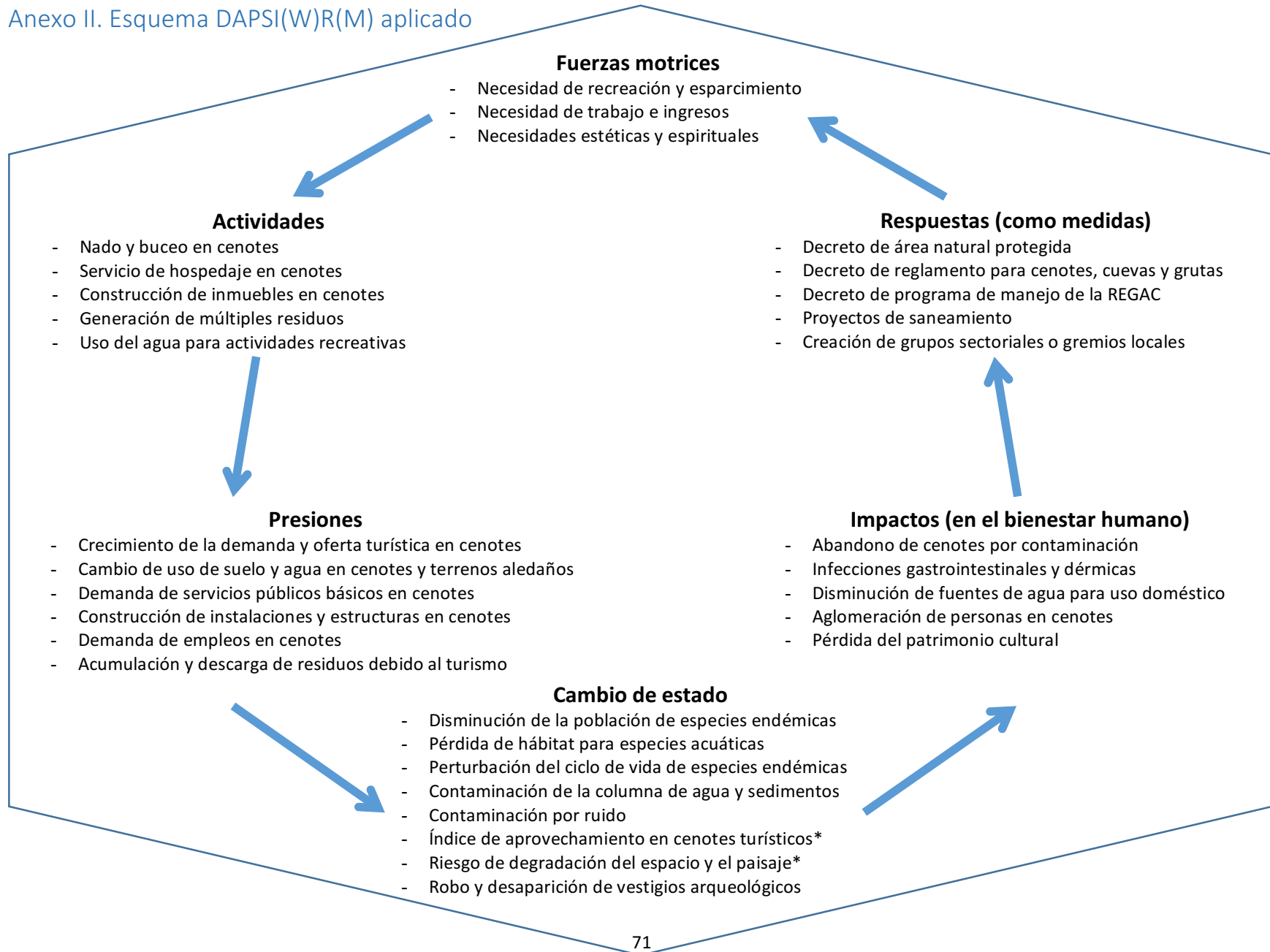
Anexo I. Tabla indicativa sobre normativa vigente relacionada a los cenotes del Estado de Yucatán.

Documento	Artículo, fracción y/o párrafo
Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos	Artículo 4 párrafo 5º Artículo 27 párrafo 1º; 4º; y 5º
Ley de Aguas Nacionales	Artículo 7. fracción I; II; V. Artículo 7 Bis. fracción XI. Artículo 14. fracción: I; IX; XI. Artículo 82
Ley General de Bienes Nacionales	Artículo 3 fracción I Artículo 6 fracción I
Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente	Artículo 3 fracción XIII Bis Artículo 7 fracción V; VIII; XI Artículo 8 fracción II; X Artículo 11 fracción 11 g y h Artículo 28 fracción IX y X Artículo 37 TER Artículo 44 Artículo 45 Artículo 55 Artículo 79 Artículo 88 Artículo 93 Artículo 94 Artículo 98 Artículo 103 Artículo 117 Artículo 134 fracción I Artículo 155 párrafo 2º Artículo 203
Ley General de Turismo	Artículo 4 fracción IV y V Artículo 7 fracción V Artículo 9 fracción XII Artículo 10 fracción XI Artículo 58 Artículo 62
Ley de Desarrollo Rural Sustentable	Artículo 11 Artículo 144 fracción VIII Artículo 164 párrafo 1º Artículo 165
Ley General de Vida Silvestre	Artículo 4 párrafo 1º y 2º Artículo 18 Artículo 63 párrafo 1º Artículo 106
Ley General de Responsabilidad Ambiental	Artículo 10
Ley General de Cambio Climático	Artículo 29 fracción III; IV; IX; X
Ley Federal sobre Monumentos, Zonas Arqueológicas, Artísticas e Históricas	Artículo 2 párrafo 1º Artículo 27 Artículo 29

Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán	Artículo 2 fracción II; III Artículo 32 fracción XIV; XV Artículo 64 Artículo 65 Artículo 66 Artículo 67
Ley para el Fomento y Desarrollo del Turismo en Yucatán	Artículo 7 Artículo 9 fracción III Artículo 12 Artículo 14 fracción XII Artículo 54 Artículo 55 Artículo 56 Artículo 57
Ley Agraria	Capítulo II Sección segunda
Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales	Artículo 134
Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Medio Ambiente	Artículo 65
Reglamento a la Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán	Artículo 35 fracción XI Artículo 90 Artículo 91 Artículo 92 Artículo 93 Artículo 103 fracción VIII Artículo 123 Artículo 124
Reglamento de la Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán en materia de Cenotes, Cuevas y Grutas	Todo el documento
Programa de manejo del ANP Reserva Estatal Geohidrológica del Anillo de Cenotes	Por publicarse
Reglas Administrativas a las cuales se sujetarán las actividades que se desarrollen en el ANP Parque Estatal Lagunas de Yalahau	Regla 7 Regla 8 Regla 81
Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2000 Protección ambiental -especies nativas de México de flora y fauna silvestres- categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, o cambio- lista de especies en riesgo.	Todo el documento. Especies aplicables.
NOM-083-SEMARNAT-2003 Especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial	Apartados 6.1.2; 6.1.3; 6.1.4; 6.1.6
NMX-AA-133-SCFI-2013 Requisitos y especificaciones de sustentabilidad del ecoturismo	Todo el documento.
NMX-AA-157-SCFI-2012 Requisitos y especificaciones de sustentabilidad para la selección del sitio, diseño, construcción, operación y abandono del sitio de desarrollos inmobiliarios turísticos en la zona costera de la Península de Yucatán	Apartados 5.1.1.3 y 5.2.3.7. Apéndice 4 Apéndice 6
NMX-AA-159-SCFI-2012 Procedimiento para la determinación del caudal ecológico en cuencas hidrológicas	Todo el documento.

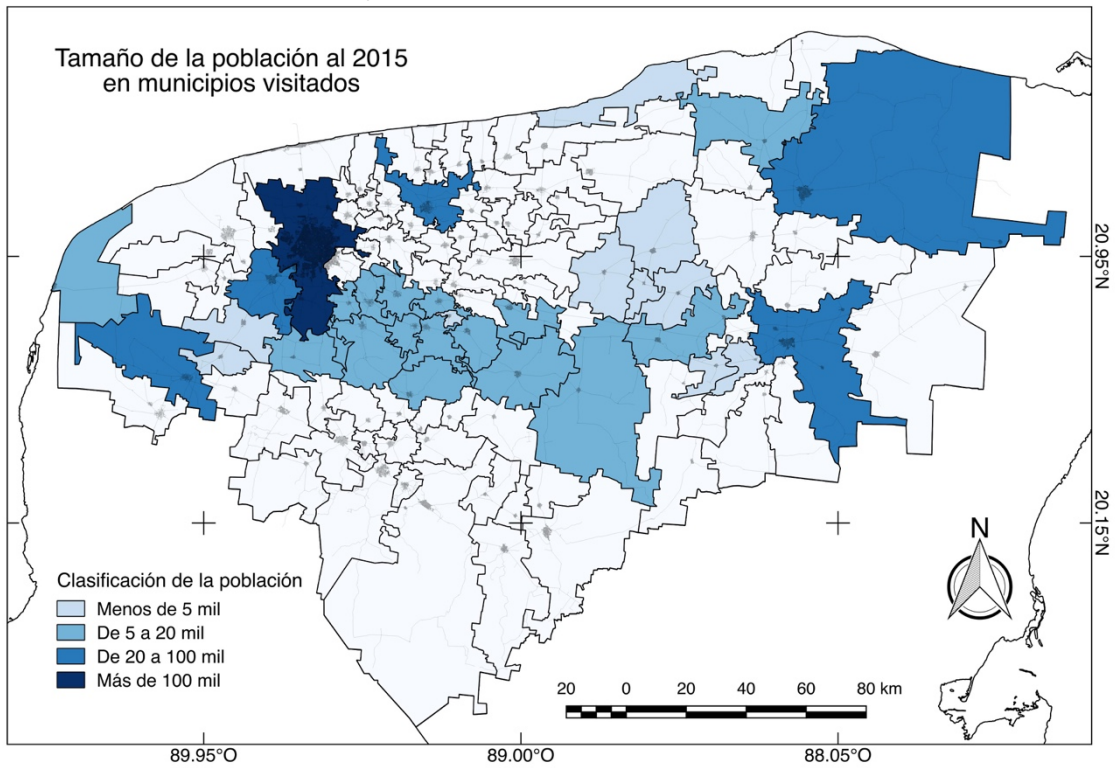
Elaborada en abril de 2018

Anexo II. Esquema DAPSI(W)R(M) aplicado

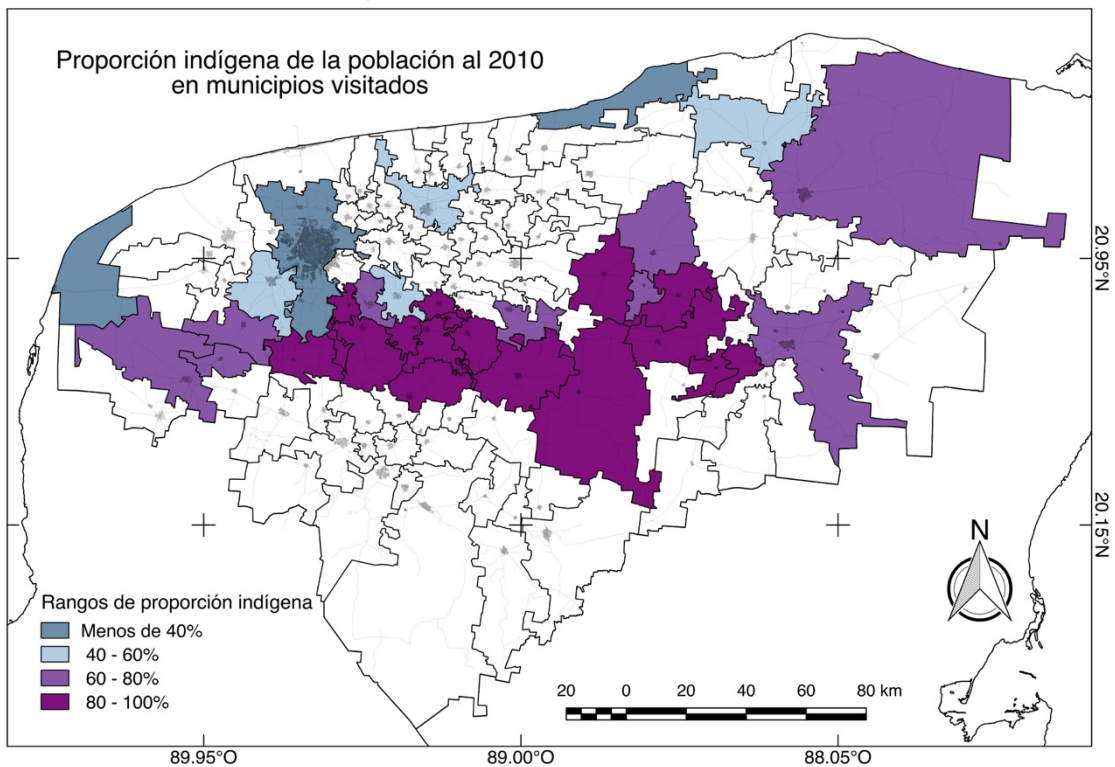


Anexo III. Mapas de caracterización demográfica en municipios de la muestra

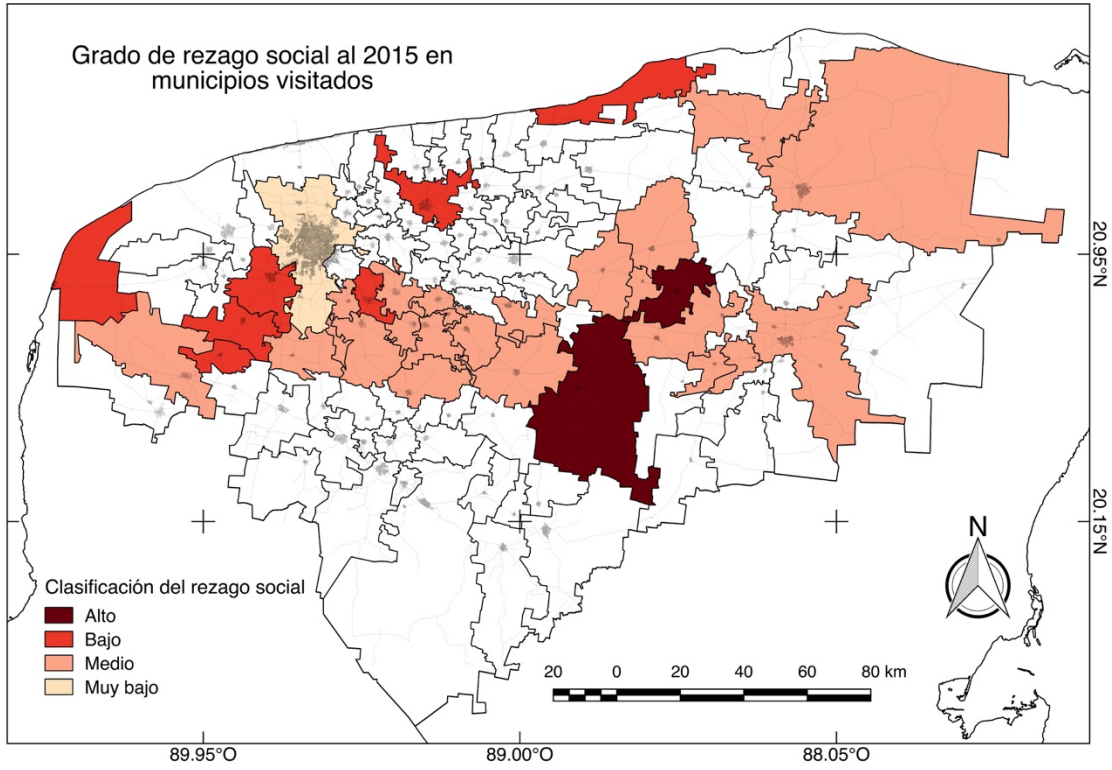
Mapa 1. Elaborado con datos del INEGI



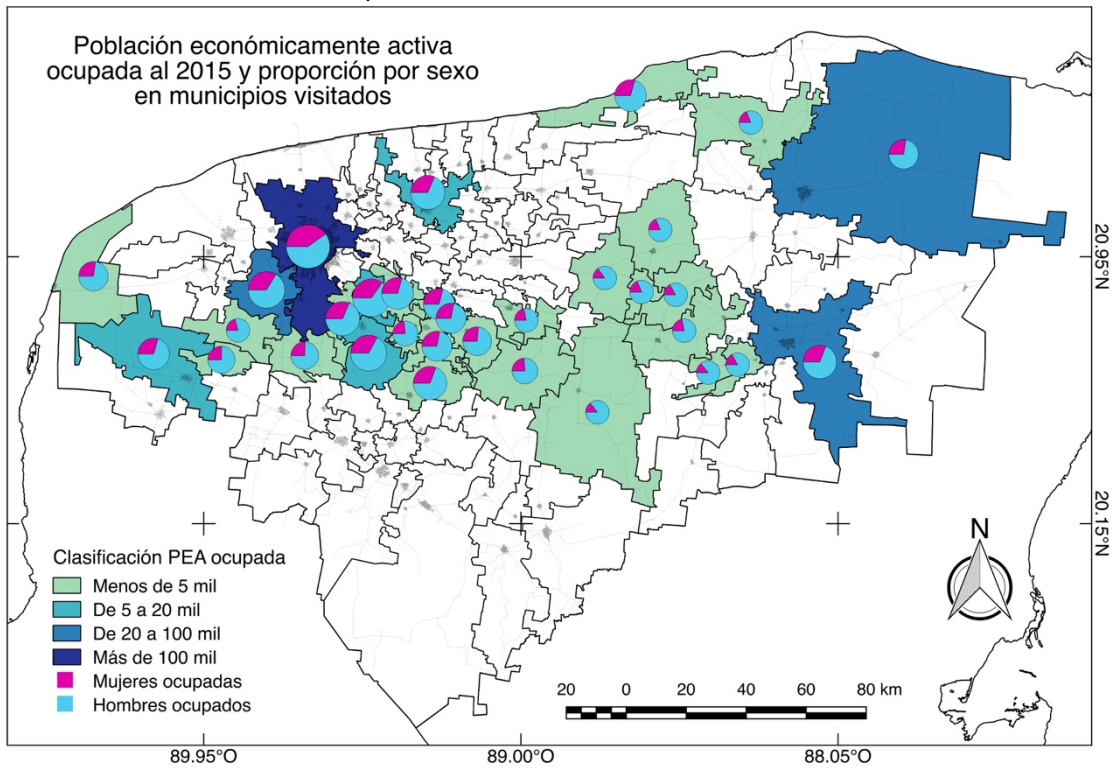
Mapa 2. Elaborado con datos del INEGI



Mapa 3. Elaborado con datos del CONEVAL



Mapa 4. Elaborado con datos del INEGI



Anexo IV. Formato de encuesta

Nombre del Cenote	Existencia de Área de pie (.80 cm)			Si	No	<i>null</i>
Nombre en español	Diámetro de entrada en superficie					
Estado	Altura vertical aprox. techo – espejo agua					
Municipio	Pasillos o recorridos de baja altura			Si	No	<i>null</i>
Localidad	Cavernas o cuevas subacuáticas			Si	No	<i>null</i>
Latitud N	Tipo de fondo			Rocoso, Estalagmitas, Arenoso, Fangoso		
Longitud W	Grafitis en paredes			Si	No	<i>null</i>
Paso por terracería	Si	No	<i>null</i>	Daño a espeleotemas		
Dentro de Área Natural Protegida	Si - No	Nombre ANP		Croquis o mapa terrestre y/o subacuático		
Filtro Buceo	1	0		Estado de exploración buceo		
Filtro Familiar	1	0		Parcial, Completa, Sin explorar		
Filtro Aventura	1	2	3	Plantas acuáticas		
Fecha descubrimiento	Raíces colgantes al espejo de agua			Si	No	<i>null</i>
Tipo de lugar	Hacienda, Rancho, Plantío, Monte, Poblado, Sabana, Ciénega, Otro.			Vegetación en paredes del cenote		
Uso actual	Recreativo	Agropecuario	Doméstico	Raíces colgantes al espejo de agua		
Fecha de primer registro del cenote	/	/		Fauna visible en cenote		
Última visita y actualización del cenote	/	/		Presencia de animales domésticos		
Sitio arqueológico cercano	Si - No	Nombre		Avistamiento de Murciélagos		
Presencia de elementos culturales	Si	No	<i>null</i>	Avistamiento de Aves		
Ubicación de elementos culturales	Dentro	Fuera		Avistamiento de Golondrinas		
Tipo de elementos culturales	Elementos pétreos, cerámica, construcciones prehispánicas, restos humanos, manifestaciones gráficas rupestres			Avistamiento de Avispas		
Tipo de manifestaciones graficas rupestres	Petrograbado, pintura positivo, pintura negativo, N/A			Avistamiento de Bagres		
Tipo de cenote	Abierto a flor de tierra, Abierto de caída libre, Semiabierto de caída libre, Cerrado dentro de gruta			Avistamiento de Mojarras		
Contacto de luz solar con espejo de agua	Si	No	<i>null</i>	Presencia de álamo		
Profundidad máx. aprox del Cenote (m)	Daño a raíces aéreas/colgantes			Si	No	<i>null</i>
Espeleotemas - Estalactitas, estalagmitas	Si	No	<i>null</i>	Avistamiento de Pájaro Toh		
Forma de acceso al cenote	Escaleras, Caminando, Cuerda, Rappel, Sin acceso			Avistamiento de palomas		
Material de escaleras	Natural, Roca, Madera, Metal			Poda, tala o quema en vegetación		
Barandal	Si	No	<i>null</i>	Daño a raíces aéreas/colgantes		
No. de Escalones	Liana o cuerda de clavados			Si	No	<i>null</i>
No. de Descansos	Línea de vida buceo			Si	No	<i>null</i>
Altura media de escalón (cm)	Disposición de salvavidas			Si	No	<i>null</i>
Escaleras sumergidas en cenote	Si	No	<i>null</i>	Estacionamiento		
Condiciones de acceso	Sin riesgo	-----	Con Riesgo	Capacidad de estacionamiento		
Plataforma de acceso	Si	No	<i>null</i>	< 10 11-25 >25		
Área aprox. plataforma (m2)	Sombra en estacionamiento			Si	No	<i>null</i>
No. de plataformas de clavados	Lugar de estacionamiento riesgoso			Si	No	<i>null</i>
Altura plataforma de clavados	Distancia Estacionamiento al cenote (m)			< 50 ; 51 -100; >100 metros		
Cuerdas de apoyo	Si	No	<i>null</i>	Entrada de autobuses		
	Iluminación eléctrica dentro de cenote			Si	No	<i>null</i>
	No. Focos al interior					
	Iluminación eléctrica exterior a cenote			Si	No	<i>null</i>
	No. Focos Exterior					
OBSERVACIONES:						
*Nota: Seleccionar null si no se tiene la información o no se esta seguro en el dato.						

Horario de acceso	hh:mm - hh:mm			Redes Sociales	Si	No	null
Rango costo de entrada	0-25	26-50	51-100 > 100	Volantes o trípticos	Si	No	null
Costo de estacionamiento	Si	No	null	Oferta de paquetes turísticos	Si	No	null
Pago con tarjeta	Si	No	null	Vínculo con agencias turismo	Si	No	null
Facturación	Si	No	null	Visitas x día Temporada Alta / Baja	/		
Recibo de pago o brazaletes	Si	No	null	Quién atendió?			
Renta Visor-Esnórquel	Si	No	null	Tipo de Propiedad	Ejidal, Municipal, Privado, Concesión		
Renta chaleco salvavidas tablas flotadoras	Si	No	null	Nombre del dueño	Nominal		
Renta Kayac	Si	No	null	Presencia de dueño	Si	No	null
Renta Bici, motos o cuatrimotos	Si	No	null	Inicio de operación del cenote	mmm.aaaa		
Apto para nadar o "bañarse"	Si	No	null	Presencia de cooperativa	Si	No	null
Snorquel	Si	No	null	Nombre de cooperativa/organización			
Solo Vista	Si	No	null	No de trabajadores directos			
Tirolesa	Si	No	null	Horario Trabajo	---		
Rappel	Si	No	null	Cuidadores estacionamiento	Si	No	null
Buceo técnico o recreativo	Técnico	Recreativo	Ambos No apto	Personal de mantenimiento	Si	No	null
Clavados ¿se puede?	Si	No	null	Personal capacitado en 1os auxilios	Si	No	null
Eventos sociales (Bodas, XV años....)	Si	No	null	Equipamiento para primeros auxilios	Si	No	null
Rituales Mayas	Si	No	null	Guardia de seguridad-velador	Si	No	null
Sesiones fotográficas	Si	No	null	Cámaras de seguridad	Si	No	null
Guías turísticos o visita guiada	Si	No	null	Paneles solares	Si	No	null
Zona de acampado	Si	No	null	Horario de luces internas	Si /No , 24hrs, cuando entran visitantes		
Zona(s) de fogatas	Si	No	null	Tomas eléctricas	Si	No	null
Cabañas o cuartos	Si	No	null	Anuncios en carretera o caminos	Si	No	null
Restaurante	Si	No	null	Letreros en lenguas extranjeras	Si	No	Idiomas:
Venta de snacks o alimentos	Si	No	null	Letreros de precaución, señalización	Si	No	null
Sanitarios	Si	No	null	Letrero reglamento de uso de cenotes	Si	No	null
Condiciones de sanitarios	Sin / Con mantenimiento			Letreros de información	Si	No	null
Vestidor o cambiador	Si	No	null	Libro de visitas	Si	No	null
Regaderas	Si	No	null	Origen del turismo predominante	Extranjero Nacional Local		
Lookers o guardarropa	Si	No	null	Capacidad de carga turística			
Palapa(s)	Si	No	null	Interés por recibir más visitantes	Si	No	null
Hamacas	Si	No	null	Apoyo del gobierno (\$)	Si	No	\$ null
Mesas, sillas, bancas	Si	No	null	No. veces que se dio el apoyo econom.			
Juegos infantiles	Si	No	null	Instituciones de apoyo gubernamental	Nominal		
Alberca	Si	No	null	Intervención o participación de ONG's	Si	No	null
Mirador	Si	No	null	Pagos por servicios ambientales	Si	No	null
Cascada	Si	No	null	Accidentes fatales	Si	No	null
Áreas verdes para descanso o recreación	Si	No	null	Registro de derrumbes o colapsos	Si	No	null
Instalaciones para discapacitados	Si	No	null	Extracción agua del cenote	Si	No	null
Sendero/camino dentro o fuera del cenote	Si	No	null	Biodigestores sellados	Si	No	null
Acceso a mascotas en superficie	Si	No	null	Medición de calidad del aire	Si	No	null
Cobertura de señal telefónica	Si	No	null	Basureros	Si	No	null
Conexión a internet Wi-Fi	Si	No	null	Presencia de basura afuera del cenote	Si	No	null
Teléfonos Públicos	Si	No	null	Saneamiento del cenote	Si	No	null
Suvenires o recuerdos	Si	No	null	Fuentes visibles de contaminación	Granja porcícola, rancho ganadero, desfibriladora de henequén, molino de nixtamal, industria/fábrica, taller mecánico, basurero clandestino, fecalismo al aire libre.		
Ubicación de cajero automático cercano				Mal olor del agua	Si	No	null
Taquilla	Si	No	null	Transparencia del agua	Si	No	null
Transporte Público (van o mototaxi)	Si	No	null	Turbidez o profundidad de visibilidad	Metros		
Publicidad revistas	Si	No	null	Color del agua	Verde	Azul	Café Negro
Publicidad internet	Si	No	null	No. de cuerpos de agua			

Anexo V. Descripción de variables

Nombre de Variable	Descripción	Unidades o valores
Nombre del cenote	Palabra o conjunto de palabras en lengua maya o español por el que se conoce al cenote	Nominal
Municipio	Municipio del Estado correspondiente donde se encuentra el cenote	Nominal
Latitud N	Punto de ubicación del cenote respecto al eje de latitud	Grados decimales
Longitud W	Punto de ubicación del cenote respecto al eje de longitud	Grados decimales
Región Turística	Nombre de la región turística perteneciente, acorde al Atlas de Turismo Alternativo en la PY.	Nominal
Paso por terracería	Presencia de camino de terracería para llegar al cenote	Ausencia - 0/ Presencia - 1
Tipo de lugar	Medio en el que se halla el cenote	Parador tur., Hacienda, Rancho, Plantío, Zona Arq, Poblado, Sabana, Ciénega, Vivienda, Carretera.
Uso actual	Tipo de actividad productiva preponderante para la explotación del cenote	Recreativo, Agropecuario, Doméstico. Ninguno, Otro.
Presencia de elementos culturales	Existencia de rastros o vestigios arqueológicos en el interior o fuera del cenote	Ausencia - 0/ Presencia - 1
Tipo de cenote	Tipología geomorfológica del cenote de acuerdo a Hall (1936)	Abierto a flor de tierra, Abierto de caída libre, Semiabierto de caída libre, Cerrado dentro de gruta
Espeleotemas - Estalactitas, estalagmitas, columnas	Presencia de formaciones tipo estalactitas, estalagmitas, columnas por encima de la superficie de agua	Ausencia - 0/ Presencia - 1
Grafitis en paredes	Existencia de pintura, grafitis, rayados o grabados sobre muros o rocas del cenote	Ausencia - 0/ Presencia - 1
Daño a espeleotemas	Presencia de cortes, daños o ruptura evidente de los espeleotemas	Ausencia - 0/ Presencia - 1
Plantas acuáticas	Nombre de las especies vegetales presentes sobre o dentro del cuerpo de agua	Ausencia - 0/ Presencia - 1
Vegetación en paredes del cenote	Presencia de vegetación sobre las paredes o muros internos del cenote	Ausencia - 0/ Presencia - 1
Raíces colgantes al espejo de agua	Presencia de raíces de vegetación colgantes sobre el espejo de agua del cenote	Ausencia - 0/ Presencia - 1
Fauna visible en cenote	Fácil apreciación de peces u otro tipo de fauna en el cenote	Ausencia - 0/ Presencia - 1
Avistamiento de murciélagos	Presencia de especies de murciélagos en el interior del cenote	Ausencia - 0/ Presencia - 1
Avistamiento de golondrinas	Presencia de aves golondrinas en el interior del cenote	Ausencia - 0/ Presencia - 1
Avistamiento de pájaro Toh	Presencia de aves pájaro Toh o relojero dentro o fuera del cenote (eumomota superciliosa)	Ausencia - 0/ Presencia - 1
Poda, tala o quema en vegetación circundante 10 m	Presencia de signos de poda, tala o quema en la vegetación a 10 metros alrededor del cenote	Ausencia - 0/ Presencia - 1
Daño a raíces colgantes	Presencia de cortes y/o fragmentación en las raíces colgantes	Ausencia - 0/ Presencia - 1
Rango costo de entrada	Rango del precio de entrada a visitantes	0-25, 26-50, 51-100, > 100
Renta visor-snorquel	Capacidad de ofrecer el alquiler de visores, gogles o esnórquel	Ausencia 0/ Presencia - Precio
Renta chaleco salvavidas, tablas o donas flotadoras	Capacidad de ofrecer el alquiler de chalecos salvavidas	Ausencia 0/ Presencia - Precio
Renta kayak	Capacidad de ofrecer la renta de kayak o pequeñas embarcaciones	Ausencia 0/ Presencia - Precio
Renta bicicletas, motocicletas o cuatrimotos	Capacidad de ofrecer el alquiler de bicicletas, motocicletas o cuatrimotos	Ausencia 0/ Presencia - Precio
Apto para nadar o "bañarse"	Posibilidad de nadar dentro del cenote	Ausencia 0/ Presencia - Precio
Tirolesa	Posibilidad de realizar actividades de tirolesa en el cenote	Ausencia 0/ Presencia - Precio
Rappel	Posibilidad de realizar actividades de rappel en el cenote	Ausencia 0/ Presencia - Precio
Buceo recreativo o técnico	Posibilidad de realizar buceo recreativo, técnico, ambos, o no apto para el buceo	Recreativo, Técnico, Ambos, No apto
Eventos sociales	Posibilidad de realizar fiestas de XV años o bodas, filmación en el cenote	Ausencia - 0/ Presencia - 1
Guías turísticos o visita guiada	Servicio de guía personal o en grupo a lo largo del sitio	Ausencia / Presencia - Precio
Zona de acampado	Posibilidad de acampar o pasar la noche al aire libre	Ausencia 0/ Presencia - Precio
Cabañas o cuartos	Instalaciones acondicionadas para el hospedaje de visitantes	Ausencia / Presencia - Precio
Restaurante	Establecimiento comercial para el consumo de alimentos y bebidas	Ausencia / Presencia - Precio
Venta de snacks o alimentos	Establecimiento para la venta de alimentos preparados o empacados	Ausencia / Presencia - Precio
Sanitarios	Disponibilidad de instalaciones dedicadas a la higiene y aseo personal	Número - número para tipo wc
Vestidor o cambiador	Disponibilidad de instalaciones para el cambio de ropa.	Ausencia / Presencia - Precio
Regaderas	Disponibilidad de duchas o regaderas a visitantes	Ausencia / Presencia - Precio
Lookers o guardarropa	Instalaciones para el resguardo y custodia de prendas u objetos personales	Ausencia / Presencia - Precio
Palapa(s)	Instalaciones rústicas abiertas para el resguardo del sol	Ausencia / Presencia - Precio
Hamacas	Disponibilidad de instalaciones para la el descanso en hamaca	Ausencia / Presencia - Precio
Mesas, sillas, bancas	Mobiliario disponible para descanso o comedor	Ausencia / Presencia - Precio
Juegos infantiles	Disponibilidad de sitios de recreación para niños o infantes	Ausencia / Presencia - Precio
Alberca	Infraestructura disponible para actividades acuáticas recreativas y de ocio	Ausencia / Presencia - Precio
Mirador	Infraestructura disponible para contemplar el cenote o sus alrededores	Ausencia / Presencia - Precio
Áreas verdes para descanso o recreación	Disposición de áreas verdes o jardines de descanso dentro o fuera del cenote	Ausencia / Presencia - Precio
Instalaciones para personas con discapacidad	Disponibilidad de instalaciones dirigidas a personas con capacidades especiales	Ausencia 0/ Presencia
Sendero o camino dentro o fuera del cenote	Presencia de caminos alrededor del cenote dentro o fuera de él	Ausencia / Presencia - Precio
Acceso a mascotas en superficie	Posibilidad de acesar con una o varas mascotas al exterior del cuerpo de agua del cenote	Ausencia - 0/ Presencia - 1
Conexión a internet Wi-Fi	Capacidad de ofrecer conexión a la red informática mundial por medio de internet	Ausencia / Presencia - Precio
Venta de suvenires o recuerdos	Establecimiento comercial para la venta de objetos de recuerdo	Ausencia / Presencia - Precio
Entrada de autobuses	Capacidad del sitio para albergar autobuses	Ausencia 0/ Presencia - Precio
Visitas x día Temporada Alta	Número de visitas diarias en periodo vacacional SEP, Semana Santa y días de asueto	Número
Visitas x día Temporada Baja	Número de visitas diarias en periodos fuera de temporada alta	Número
Tipo de Propiedad	Tipo de tenencia de la tierra	Ejidal, privado, municipal, estatal
Inicio de operación del cenote	Tiempo determinado en el que iniciaron actividades lucrativas sobre el cenote	dd.mmm.aaaa
Presencia de basura afuera del cenote	Basura notoria en los alrededores del cenote	Ausencia - 0/ Presencia - 1
Transparencia del agua	Opinión sobre la transparencia apreciable del agua del cenote	Ausencia - 0/ Presencia - 1
Control de acceso	Restricción física o vigilancia de la entrada al cenote	Ausencia - 0/ Presencia - 1

Anexo VI. Especies de flora y fauna reportadas en la literatura para cenotes, dentro o fuera de la NOM-059-SEMARNAT-2010

Terrestre o Acuática	Nombre de la especie	Categoría NOM-059
Acuática	<i>Agostocaris bozanci</i>	Sin registro
Acuática	<i>Anguilla rostrata</i>	Sin registro
Acuática	<i>Antromysis cenotensis</i>	(A) Amenazada
Acuática	<i>Archocentrus octofasciatus</i>	Sin registro
Acuática	<i>Arctodiaptomus dorsalis</i>	Sin registro
Acuática	<i>Astyanax aeneus</i>	Sin registro
Acuática	<i>Astyanax altior</i>	(A) Amenazada
Acuática	<i>Astyanax mexicanus</i>	Sin registro
Acuática	<i>Attheyella pilosa</i>	Sin registro
Acuática	<i>Bahalana mayana</i>	Sin registro
Acuática	<i>Belonesox belizanus</i>	Sin registro
Acuática	<i>Calliasmata nohochi</i>	Sin registro
Acuática	<i>Cichlasoma meeki</i>	Sin registro
Acuática	<i>Cichlasoma synspilum</i>	Sin registro
Acuática	<i>Cichlasoma urophthalmus</i>	Sin registro
Acuática	<i>Cichlasoma urophthalmus</i>	Sin registro
Acuática	<i>Creaseria morleyi</i>	(A) Amenazada
Acuática	<i>Creaseriella anops</i>	(A) Amenazada
Acuática	<i>Cylindroniscus maya</i>	Sin registro
Acuática	<i>Cypridopsis inaudita</i>	Sin registro
Acuática	<i>Cypridopsis mexicana</i>	Sin registro
Acuática	<i>Cypridopsis yucatanensis</i>	Sin registro
Acuática	<i>Cyprinodon beltrani</i>	(A) Amenazada
Acuática	<i>Cyprinodon labiosus</i>	(P) En peligro de extinción
Acuática	<i>Cyprinodon maya</i>	(P) En peligro de extinción
Acuática	<i>Cyprinodon verecundus</i>	(P) En peligro de extinción
Acuática	<i>Eleotris pisonis</i>	Sin registro
Acuática	<i>Eucyclops prasinus</i>	Sin registro
Acuática	<i>Eucyclops serrulatus</i>	Sin registro
Acuática	<i>Floridichthys polyommus</i>	Sin registro
Acuática	<i>Gambusia yucatanana</i>	Sin registro
Acuática	<i>Gerres cinereus</i>	Sin registro
Acuática	<i>Gobiomorus dormitor</i>	Sin registro
Acuática	<i>Haptolana yunca</i>	Sin registro
Acuática	<i>Hactunus vespertilio</i>	Sin registro
Acuática	<i>Hyalalla azteca</i>	Sin registro
Acuática	<i>Janicea antiguensis</i>	Sin registro
Acuática	<i>Leptodiaptomus novamexicanus</i>	Sin registro
Acuática	<i>Lophogobius cyprinoides</i>	Sin registro
Acuática	<i>Luyjanus griseus</i>	Sin registro
Acuática	<i>Macrocyclops albidus</i>	Sin registro
Acuática	<i>Mayaweckelia cenotocola</i>	Sin registro
Acuática	<i>Mayaweckelia troglomorpha</i>	Sin registro
Acuática	<i>Mayaweckelia yucatanensis</i>	Sin registro
Acuática	<i>Megalops atlanticus</i>	Sin registro
Acuática	<i>Mesocyclops ellipticus</i>	Sin registro
Acuática	<i>Mesocyclops leuckarti</i>	Sin registro
Acuática	<i>Metacirrolana mayana</i>	Sin registro
Acuática	<i>Nitoca pusila</i>	Sin registro
Acuática	<i>Nitocrella subterranea</i>	Sin registro
Acuática	<i>Ophisternon aenigmaticum</i>	Sin registro
Acuática	<i>Ophisternon infernale</i>	(P) En peligro de extinción
Acuática	<i>Parahippolyte stefferi</i>	Sin registro
Acuática	<i>Petenia splendida</i>	Sin registro
Acuática	<i>Poecilia mexicana</i>	Sin registro
Acuática	<i>Poecilia orri</i>	Sin registro
Acuática	<i>Poecilia reticulata</i>	Sin registro
Acuática	<i>Poecilia sphenops</i>	(Pr) Sujetas a protección especial

Terrestre o Acuática	Nombre de la especie	Categoría NOM-059
Acuática	<i>Poecilia velifera</i>	(A) Amenazada
Acuática	<i>Procaris mexicana</i>	Sin registro
Acuática	<i>Pseudodiaptomus marshi</i>	Sin registro
Acuática	<i>Pyrgophorus coronatus</i>	Sin registro
Acuática	<i>Quadrivisio lutzi</i>	Sin registro
Acuática	<i>Rhamdia guatemalensis</i>	(Pr) Sujetas a protección especial
Acuática	<i>Somersiella stefferi</i>	Sin registro
Acuática	<i>Speleonectes tulumensis</i>	(P) En peligro de extinción
Acuática	<i>Strongylura notata</i>	Sin registro
Acuática	<i>Stygiomysis cokei</i>	Sin registro
Acuática	<i>Stygiomysis holthuisi</i>	Sin registro
Acuática	<i>Symbranchus marmoratus</i>	Sin registro
Acuática	<i>Thoridichthys meeki</i>	Sin registro
Acuática	<i>Trichoniscus hactuni</i>	Sin registro
Acuática	<i>Trichorhina pearsei</i>	Sin registro
Acuática	<i>Troglophiloscia levis</i>	Sin registro
Acuática	<i>Tulumella unidens</i>	Sin registro
Acuática	<i>Tuluweckelia cernua</i>	Sin registro
Acuática	<i>Typhlatya campecheae</i>	(P) En peligro de extinción
Acuática	<i>Typhlatya dzilamensis</i>	Sin registro
Acuática	<i>Typhlatya mitchelli</i>	(A) Amenazada
Acuática	<i>Typhlatya pearsei</i>	(A) Amenazada
Acuática	<i>Typhliasina pearsei</i>	(P) En peligro de extinción
Acuática	<i>Yagerocaris cozumel</i>	Sin registro
Acuática	<i>Yucatalana robustispina</i>	Sin registro
Acuática/Terrestre	<i>Bolitoglossa yucatanana</i>	(Pr) Sujetas a protección especial
Acuática/Terrestre	<i>Crocodylus moreletii</i>	(Pr) Sujetas a protección especial
Acuática/Terrestre	<i>Dermatemys mawii</i>	(P) En peligro de extinción
Acuática/Terrestre	<i>Eleutherodactylus yucatanensis</i>	(Pr) Sujetas a protección especial
Acuática/Terrestre	<i>Kinosternon leucostomum</i>	(Pr) Sujetas a protección especial
Acuática/Terrestre	<i>Kinosternon scorpioides</i>	(Pr) Sujetas a protección especial
Acuática/Terrestre	<i>Rana berlandieri</i>	(Pr) Sujetas a protección especial
Acuática/Terrestre	<i>Rhinophrynus dorsalis</i>	(Pr) Sujetas a protección especial
Acuática/Terrestre	<i>Tripion petasatus</i>	(Pr) Sujetas a protección especial
Terrestre	<i>Acacia pennatula</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Aceratophalus calcehtokanus</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Aceratophalus hactunanus</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Aceratophalus oxcutzcabus</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Achras zapota</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Acoelorrhaphe wrightii</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Acromyrmex octospinosus</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Acrostichum aureum</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Acrostichum danaeifolium</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Agkistrodon bilineatus</i>	(Pr) Sujetas a protección especial
Terrestre	<i>Agouti paca nelsoni</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Amazona xantholora</i>	(A) Amenazada
Terrestre	<i>Amblyomma cajennense</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Amblyomma disimille</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Amphiacusta yucatanana</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Annona muricata</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Anolis lemurinus</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Antricola mexicanus</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Apis mellifera</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Aplexa spiculata abbreviata</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Artibeus jamaicensis</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Artibeus lituratus</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Artibeus phaeotis</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Balantiodrilus pearsei</i>	Sin registro

Terrestre o Acuática	Nombre de la especie	Categoría NOM-059
Terrestre	<i>Basiliscus vittatus</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Beaucarnea plabilis</i>	(A) Amenazada
Terrestre	<i>Blaherus craniifer</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Boa constrictor</i>	(A) Amenazada
Terrestre	<i>Bothrops asper</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Brachymyrmex cavernicola</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Brachypodella dubia</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Bravaisia tubiflora</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Brosimum alicastrum</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Bufo marinus</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Bufo valliceps</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Bulimulus unicolor</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Bursera simabura</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Cabomba palaeformis</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Calymmodesmus hoctunanus</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Calymmodesmus muruztunicus</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Caprimulgus badius</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Carollia perspicillata</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Carollia sowelli</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Castilla elastica</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Ceiba pentandra</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Centruroides ochraceus</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Centrurus yucatanus</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Chiroderma villosum</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Chlorophora tinctoria</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Choanopoma largillierti</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Chondrodesmus sabachanus</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Chrotapterus auritus</i>	(A) Amenazada
Terrestre	<i>Chrysemys cripta</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Chrysophila argentea</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Chyphoderus innominatus</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Cicurina maya</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Cimex hemipterus</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Cladium jamaicense</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Cnemidophorus angusticeps</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Coendou mexicanus yucataniae</i>	(A) Amenazada
Terrestre	<i>Coleonyx elegans elegans</i>	(A) Amenazada
Terrestre	<i>Colinus nigrogularis</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Conocarpus erectus</i>	(A) Amenazada
Terrestre	<i>Coragyps atratus</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Cordia dodecandra</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Crotalus durissus tzabcan</i>	(Pr) Sujetas a protección especial
Terrestre	<i>Cryptocellus pearsei</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Ctenosaura similis</i>	(A) Amenazada
Terrestre	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Cylinon kauanus</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Desmodus rotundus marinus</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Dichogaster affinis</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Diphylla eucadata centralis</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Diplocentrus anophthalmus</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Diplocentrus mitchelli</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Diplocentrus reddelli</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Diporademus yucatanus</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Dissochaetus hetschkoi</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Ehretia mexicana</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Eidmannella suggerens</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Elaphe triaspis</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Eodrilus oxkutzcabensis</i>	Sin registro

Terrestre o Acuática	Nombre de la especie	Categoría NOM-059
Terrestre	<i>Eptesicus fernalis</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Eremoleon longior</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Erethia tinifolia</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Erginulus bimaculata</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Euglandina cylindraea</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Eumomota superciliosa</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Ficus cotinifolia</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Galumna jacoti</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Geaya yucatanus</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Geoplanea multipunctata</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Glossophaga soricina leachii</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Goeldia tizamina</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Hawaiiia minuscula</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Holocompsa zapoteca</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Hyla loqua</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Hypoponera punctatissima</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Imantodes gemmistratus</i>	(Pr) Sujetas a protección especial
Terrestre	<i>Imantodes tenuissimus</i>	(Pr) Sujetas a protección especial
Terrestre	<i>Kinosternon creaseri</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Kinosternon subrubrus</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Laemantus serratus</i>	(Pr) Sujetas a protección especial
Terrestre	<i>Lamellaxis glacialis</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Lamellaxis micra</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Lamproncyteris brachyotis</i>	(A) Amenazada
Terrestre	<i>Lampropeltis triangulum</i>	(A) Amenazada
Terrestre	<i>Lanchordina aurita</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Lasiurus ega</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Lasiurus intermedius</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Latebraria amphipyroides</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Lemna minor</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Lepidocyrtus pearsei</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Leptodactylus labialis</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Leptophis mexicanus</i>	(A) Amenazada
Terrestre	<i>Loxosceles yucatanus</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Lucidella lirata</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Lustrochernes minor</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Manikara zapota</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Manilkara zapota</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Matasinella falcifera</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Maymena mayana</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Melanerpes pygmaeus</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Melanoptila glabirostris</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Meleagris ocellata</i>	(A) Amenazada
Terrestre	<i>Metagonia chiquita</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Metagonia maya</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Metagonia torete</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Metagonia yucatanus</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Metasinella falcifera</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Microceramus concisus</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Micronycteris microtis</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Micronycteris schmidtorum</i>	(A) Amenazada
Terrestre	<i>Mimon cozumelae</i>	(A) Amenazada
Terrestre	<i>Modosimus iviei</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Mollosus rufus</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Mollosus sinaloae</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Mormoops megalophylla</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Musa mexicanus</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Musa paradisiaca</i>	Sin registro

Terrestre o Acuática	Nombre de la especie	Categoría NOM-059
Terrestre	<i>Myiarchus yucatanenses</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Myotis keaysi pilosatibialis</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Natalus stramineus</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Natalus stramineus</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Neocyclotus dysoni</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Norops sagraei</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Nothoaspis reddelli</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Nyctinomops laticaudatus</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Nyctiphrynus yucatanicus</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Nymphaea ampla</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Oligyra arenicola</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Oonops coecus</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Oonops mitchelli</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Oonops reddelli</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Opeas yucatanense</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Opisthacella mexicana</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Oribatella monospicus</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Orizosoma tabiense</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Orthomorpha coarctata</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Orthoporus solicolens</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Orthoporus zizicolens</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Ototylomis phyllotis</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Pachychitra maya</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Pachycondyla apicalis</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Pachycondyla harpax</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Pangaeus docilis</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Pangaeus piceatus</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Panthera onca</i>	(P) En peligro de extinción
Terrestre	<i>Parajapyx mexicanus</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Paraophrynus chacmool</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Paraophrynus raptator</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Paratrechina pearsei</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Parazaona cavicola</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Peropteryx macrotis</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Persea americana</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Petrochelidon fulva</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Pholcophora pearsei</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Pholcophora speophila</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Phragmites australis</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Phrynobyas venulosa</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Physocyclus globosus</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Pistia striter</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Pouteria sapota</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Primicimex cavernis</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Proisotoma centralis</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Prosopodesmus jacobsoni</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Pseudemys scripta</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Pseudophoenix sargentii</i>	(A) Amenazada
Terrestre	<i>Pteronotus davyi fulvus</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Pteronotus personatus</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Ptomaphagus tabascensis</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Pyrgophorus coronatus</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Rhabdadenia biflora</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Rhinoclemmys aerolata</i>	(A) Amenazada
Terrestre	<i>Rhinocricus motulensis</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Rhizophora mangle</i>	(A) Amenazada
Terrestre	<i>Rhogeessa aeneus</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Rhyncholaelia digbyana</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Sabal gretheriae</i>	(Pr) Sujetas a protección especial

Terrestre o Acuática	Nombre de la especie	Categoría NOM-059
Terrestre	<i>Sabal mayarum</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Saccopterix bilineata</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Sagittaria lancifolia</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Sceloporus lundelli</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Schelorbates luchini</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Schizomus cavernicolens</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Schizomus portoricensis</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Scytodes fusca</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Scytodes meridana</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Sesbania emerus</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Sibon sanniola</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Siphonophora sabachana</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Smilisca baudinii</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Solenopsis geminata</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Stelgidopteryx ridgwayi</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Stelgidopteryx ruficollis</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Streptostyla meridana</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Streptostyla ventricosula</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Sturnira lilium</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Stygnomma spinifera</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Subulina octona</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Symphimus mayae</i>	(Pr) Sujetas a protección especial
Terrestre	<i>Synoptura italolegata</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Tantilla cuniculator</i>	(Pr) Sujetas a protección especial
Terrestre	<i>Tantilla moesta</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Tantillita canula</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Taradira leticaudata</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Tarantula fuscimana</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Terminalia catapa</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Terrapene carolina</i>	(Pr) Sujetas a protección especial
Terrestre	<i>Tetramblemma cambridgei</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Thamnophis marcianus</i>	(A) Amenazada
Terrestre	<i>Thamnophis proximus</i>	(A) Amenazada
Terrestre	<i>Thecadactylus rapicaudus</i>	(Pr) Sujetas a protección especial
Terrestre	<i>Theotima martha</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Thrinax radiata</i>	(A) Amenazada
Terrestre	<i>Thymoites spukilum</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Tixocoba maya</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Tohila atelomma</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Tominotus unisetosus</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Trachemys scripta</i>	(Pr) Sujetas a protección especial
Terrestre	<i>Trigona atrolutea</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Trigona testacea cupira</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Troglopodetes maya</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Trombicula camilla</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Tropidodipsas sartorii</i>	(Pr) Sujetas a protección especial
Terrestre	<i>Typha domingensis</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Typhlops microstomus</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Tyto alba pratincta</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Uropoda pearsei</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Vachonium boneti</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Vachonium cryptum</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Vachonium maya</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Vitex gaumeri</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Vonones compressus</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Wanops coecus</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Xenylla yucatanana</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Yocatobolus spukilensis</i>	Sin registro
Terrestre	<i>Zygopelma meridana</i>	Sin registro

Anexo VII. Muestra de resultados de criterio C “Número de atributos físicos/biológicos”

Nombre del cenote	Municipio	Vegetación acuática y/o en paredes de cenotes	Raíces colgantes al espejo de agua	Avistamiento de fauna acuática	Murciélagos y/o golondrinas y/o pájaro toh	Espeleotemas en superficie	Transparencia del agua	Número de atributos físico/biológicos
Sambula (Pebá)	Abalá	No	No	Si	Si	Si	Si	4
Kankirixché	Abalá	Si	Si	Si	Si	Si	Si	6
Yaal Utsil	Abalá	Si	Si	Si	Si	No	Si	5
San Ignacio/Tunich Ha	Chocholá	No	No	Si	Si	Si	Si	4
X'batún	Umán	Si	Si	Si	Si	No	Si	5
Yax Há	Abalá	No	No	Si	Si	No	Si	3
Calcuch	Tecoh	No	Si	Si	Si	Si	Si	5
Tanimax	Tecoh	Si	Si	Si	Si	No	Si	5
Nahya	Tecoh	No	Si	Si	Si	No	Si	4
Noh mozon	Tecoh	No	Si	Si	Si	No	Si	4
Suhén	Tecoh	Si	Si	Si	Si	No	No	4
Chelentún	Cuzamá	Si	Si	Si	Si	Si	Si	6
Chun ox	Cuzamá	No	Si	Si	Si	No	Si	4
Tzapakal	Cuzamá	No	No	Si	No	Si	Si	3
Santa Cruz	Cuzamá	No	No	Si	Si	Si	Si	4
Way Simin	Cuzamá	No	No	No	Si	No	Si	2
San Antonio	Homún	No	No	No	No	Si	Si	2
Tza ujun kat	Homún	Si	No	Si	Si	Si	Si	5
Yaxbacaltún	Homún	No	Si	Si	Si	No	Si	4
Aktun há	Cuzamá	No	No	Si	Si	Si	Si	4
Gruta Santa María	Homún	No	No	Si	Si	Si	Si	4
La Candelaria	Homún	No	No	No	No	Si	Si	2
Pool Uinic	Homún	No	No	Si	Si	Si	Si	4
Santa Rosa	Homún	No	No	Si	No	Si	Si	3
Bebelchen / Villa 56	Sanahcat	No	No	Si	No	Si	Si	3
Xoch	Cenotillo	No	Si	Si	Si	No	Si	4
Bal Mil	Homún	No	Si	Si	Si	Si	Si	5
Canun chen	Homún	No	Si	Si	Si	Si	Si	5
Usil	Cenotillo	Si	No	Si	Si	No	Si	4
Chan Dzonot	Dzítás	Si	Si	Si	Si	No	No	4
Saamal	Valladolid	Si	No	Si	Si	No	Si	4
Zací	Valladolid	Si	No	Si	Si	Si	No	4
Yaax Eek	Kaua	Si	No	No	Si	No	No	2
Ik Kil	Tinum	Si	Si	Si	No	No	No	3
Oxman	Valladolid	Si	Si	Si	Si	No	Si	5
Santa Cruz	Homún	No	No	Si	No	Si	Si	3
Chun Kopob	Acanceh	Si	No	Si	Si	No	Si	4
Oolin cheen	Acanceh	No	No	No	Si	No	No	1
Kampepem	Tecoh	Si	Si	Si	Si	No	Si	5
Xpetecuil	Timucuy	No	Si	Si	Si	No	Si	4
Bolonchojol	Cuzamá	No	Si	Si	Si	Si	Si	5
Chacsinicche	Cuzamá	No	Si	Si	Si	Si	Si	5
Chan Ucil	Cuzamá	No	Si	Si	Si	Si	Si	5
Chelpak	Homún	No	Si	Si	Si	No	Si	3
Sakalá	Cuzamá	Si	Si	Si	Si	Si	Si	6
Cruz chem	Tecoh	Si	Si	Si	Si	Si	Si	6

Anexo VIII. Resultados del cruce de información criterios D, E, F y G vs variables de perturbación

Variables de perturbación	Frecuencia de perturbaciones sobre variables D, E, F y G							
	D. Tipo de cenote		E. Tipo de lugar		F. Control del acceso		G. Paso por terracería	
Daño a espeleotemas y/o grafitis en paredes Total: 26	Abierto de caída libre	4	Parador, etc	15	Si	15	Si	5
	Cerrado dentro de gruta	10	Monte, etc	11	No	11	No	21
	Semiabierto de caída libre	12						
	Abierto a flor de tierra	0						
Daño a raíces colgantes Total: 16	Abierto de caída libre	8	Parador, etc	13	Si	12	Si	9
	Cerrado dentro de gruta	8	Monte, etc	3	No	4	No	7
	Semiabierto de caída libre	0						
	Abierto a flor de tierra	0						
Presencia de basura dentro/fuera Total: 57	Abierto de caída libre	16	Parador, etc	21	Si	27	Si	22
	Cerrado dentro de gruta	10	Monte, etc	36	No	30	No	35
	Semiabierto de caída libre	25						
	Abierto a flor de tierra	6						
Alteración de vegetación cercana 10 m Total: 62	Abierto de caída libre	12	Parador, etc	39	Si	38	Si	29
	Cerrado dentro de gruta	16	Monte, etc	23	No	24	No	33
	Semiabierto de caída libre	29						
	Abierto a flor de tierra	5						
	Total de frecuencia de perturbaciones							
Suma de frecuencias de perturbaciones Total: 161	Tipo de cenote		Tipo de lugar		Control del acceso		Paso por terracería	
	Abierto de caída libre	40	Parador, etc	88	Si	92	Si	65
	Cerrado dentro de gruta	44	Monte, etc	73	No	69	No	96
	Semiabierto de caída libre	66						
	Abierto a flor de tierra	11						

Anexo IX. Actividades y servicios en cenotes con uso recreativo

Nombre del cenote	Actividades y servicios																										Total de actividades y servicios								
	Renta visor-snorquel	Renta chaleco salvavidas	Renta kayak	Renta de bicicletas V/O motos	Apto para nadar o "bañarse"	Tirolesa	Rappel	Buceo recreativo o técnico	Eventos sociales	Guías turísticos o visita guiada	Poseo en Truck	Poseo a caballo	Observación de aves	Temorral	Zona de acampado	Cabañas o cuartos	Restaurante V/O Bar	Venta de snacks o alimentos	Sanitarios	Vestidor o cambiador	Regaderas	Lookers o guardarrropa	Palapas(s)	Hamacas	Mesas, sillas, banquetas	Juegos infantiles		Albercal/charroteslero	Mirador	Áreas verdes V/O senderos	Acceso a mascotas en superficie	Conexión a internet Wi-Fi	Venta de artesanías o souvenirs	Instalaciones para personas con discapacidad	
Sambula (Pebá)		Si		Si			No apto	Si					Si	Si	Si	Si	Si			Si	Si	Si			Si	Si	Si						Si	14	
Kankirixché	Si	Si		Si			Ampos		Si				Si		Si	Si	Si				Si	Si			Si	Si	Si							13	
Yaal Utsil		Si		Si			Técnico						Si			Si	Si								Si	Si	Si							7	
San Ignacio (Tunich Ha)	Si	Si		Si	Si		Técnico	Si				Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	22		
X'batún		Si	Si		Si	Si	Ampos	Si				Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si			Si	Si			Si	Si		Si					17		
Yax Há					Si		Ampos	Si																			Si							3	
Calcuch	Si	Si	Si	Si	Si		Ampos	Si			Si	Si		Si	Si						Si	Si			Si								13		
Tanimax	Si	Si		Si	Si		Técnico	Si			Si	Si		Si	Si						Si				Si									11	
Nahya		Si		Si			Ampos	Si			Si			Si	Si						Si				Si		Si							9	
Noh mozon		Si		Si			Ampos	Si	Si			Si			Si	Si					Si			Si		Si								10	
Suhén				Si			Ampos																			Si								2	
Chelentún	Si	Si		Si			Recreativo	Si	Si			Si			Si	Si					Si				Si		Si		Si					12	
Chun ox		Si		Si			Técnico			Si	Si			Si	Si			Si						Si		Si		Si						8	
Tzapakal	Si	Si		Si			Técnico	Si	Si					Si	Si										Si		Si							9	
Santa Cruz (Chuncanán)	Si	Si		Si			Técnico	Si	Si					Si	Si										Si	Si	Si	Si						9	
Way Simin				Si			No apto	Si	Si			Si	Si		Si		Si		Si	Si	Si	Si		Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	14		
San Antonio (Homún)	Si	Si		Si			Ampos	Si	Si			Si			Si	Si	Si	Si	Si		Si		Si		Si		Si							11	
Tza ujun kat		Si	Si	Si			Técnico	Si					Si	Si	Si	Si					Si				Si						Si			10	
Yaxbacaltún	Si	Si		Si	Si		Ampos	Si				Si			Si	Si					Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	12		
Aktun há		Si		Si			Técnico						Si													Si								4	
Gruta Santa María				Si			Técnico	Si	Si			Si			Si	Si	Si						Si		Si									8	
La Candelaria				Si			Técnico	Si	Si			Si			Si	Si					Si	Si	Si		Si	Si	Si			Si				13	
Los tres oches (cenote al fondo)				Si			Técnico	Si					Si	Si	Si	Si					Si				Si	Si	Si							8	
Los tres oches (cenote entrada)				Si			Técnico	Si					Si	Si	Si	Si					Si				Si	Si								8	
Los tres oches (cenote-cueva)				Si			Técnico	Si					Si	Si	Si	Si					Si				Si	Si	Si							8	
Pool Uinic				Si			Técnico		Si			Si			Si										Si									5	
Santa Rosa		Si		Si	Si		Ampos	Si	Si			Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	19	
Bebelchen / Villa 56		Si	Si	Si			Técnico	Si				Si			Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	13	
Xoch	Si	Si	Si	Si	Si		Ampos	Si				Si			Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	13	
Bal Mil		Si		Si			Técnico	Si				Si			Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	10	
Canun chen	Si	Si		Si			Ampos	Si	Si			Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	13	
Usil				Si			Ampos	Si				Si									Si														5
Chan Dzonot				Si			Técnico			Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	13	
Saamal	Si		Si	Si			Ampos	Si				Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	16	
Zaci	Si		Si	Si			Ampos	Si				Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	10	
Ik Kil	Si		Si	Si			Técnico	Si				Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	14	
Oxman	Si		Si	Si			Ampos	Si			Si			Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	14	
Santa Cruz (Homún)	Si		Si	Si	Si		Técnico	Si				Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	13	
Kampepem	Si		Si	Si	Si		Ampos	Si				Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	12	
Xpetecuil				Si			No apto	Si				Si														Si								4	
Bolonchojol	Si		Si	Si			Ampos	Si	Si			Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	13	
Chacsiniche	Si		Si	Si			Ampos	Si	Si	Si		Si			Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	11	
Chan Ucil	Si		Si	Si			No apto	Si	Si	Si		Si												Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	9	
Chelpak				Si			Técnico								Si	Si								Si			Si							5	

Nombre del cenote	Actividades y Servicios																												Total de actividades y servicios							
	Renta visor-snorquel	Renta chaleco salvavidas	Renta kayak	Renta de bicicletas y/o motos	Apto para nadar o "bañarse"	Tirolesa	Rappel	Buceo recreativo o técnico	Eventos sociales	Guías turísticos o visita guiada	Paseo en Truck	Paseo o cobollo	Observación de aves	Temazcal	Zona de acampado	Cabañas o cuartos	Restaurante y/o Bar	Venta de snacks o alimentos	Sanitarios	Vestidor o cambiador	Regaderas	Lockers o guardatropa	Palapas(s)	Hamacas	Mesas, sillas, bancas	Juegos infantiles	Alberca/chapoteadero	Mirador		Áreas verdes y/o senderos	Acceso a mascotas en superficie	Conexión a internet Wi-Fi	Venta de artesanías o souvenirs	Inсталaciones para personas con discapacidad		
Sakalá				Si			No apto								Si													Si						4		
Cruz chem				Si			No apto																					Si						2		
Tza-itzá				Si			Técnico						Si								Si						Si	Si						5		
Bekal				Si			No apto														Si						Si	Si						4		
X'pakay				Si			Ambos						Si														Si	Si						4		
Dzitox			Si	Si			No apto	Si					Si	Si	Si	Si		Si	Si	Si	Si		Si			Si	Si	Si			Si			14		
Sahcabá							No apto								Si									Si		Si	Si	Si	Si						5	
Subinteh		Si		Si	Si		Técnico						Si			Si					Si	Si				Si	Si							9		
Grutas Sahnacat		Si		Si	Si		Técnico	Si	Si				Si	Si		Si	Si	Si		Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si						17		
San Juan				Si			Ambos														Si						Si								3	
Pixton				Si			Técnico																				Si	Si							2	
Akula				Si			No apto	Si																			Si	Si							4	
Yokdzonot		Si	Si	Si	Si	Si	Ambos	Si					Si		Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	23		
Cenote Telchaquillo				Si			No apto	Si					Si														Si	Si							4	
Cascabel- Santa Bárbara	Si	Si		Si	Si		Ambos	Si	Si	Si				Si		Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	18		
Chaksikin- Santa Bárbara	Si	Si		Si	Si		Ambos	Si	Si	Si				Si		Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	18		
Chulul				Si			No apto	Si					Si			Si					Si	Si				Si	Si	Si							8	
Hool Cozon		Si		Si			Técnico						Si		Si	Si	Si				Si	Si					Si	Si							9	
Pool Cocom- Santa Bárbara	Si	Si		Si	Si		No apto	Si	Si	Si				Si		Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	18	
Sambulá		Si		Si			No apto	Si					Si		Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	14	
Ka'ap'e dz'ono'ot- Suytún		Si		Si			Técnico	Si				Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	21	
Unp'ee dz'ono'ot/ Suytún		Si		Si			Recreativo	Si				Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	21	
X'togil				Si			Técnico																				Si	Si								3
Tzonot mis	Si	Si		Si			Técnico	Si						Si	Si		Si			Si	Si	Si	Si			Si	Si								11	
Ek' ye'				Si			Recreativo																				Si	Si								2
Santito	Si	Si		Si			Ambos						Si		Si	Si				Si		Si				Si	Si								9	
Chen ha'				Si			Ambos	Si					Si		Si	Si	Si	Si							Si	Si	Si	Si							9	
Kaat nuup				Si			No apto																				Si	Si								2
Kan Kacheem				Si			No apto																				Si	Si								2
Ayuso		Si		Si			Ambos	Si	Si	Si					Si												Si	Si								7
Sak Pakal		Si		Si			Ambos	Si	Si	Si				Si	Si	Si										Si	Si									9
X'Tohil		Si		Si			Ambos	Si	Si	Si					Si											Si	Si									7
San Felipe		Si		Si			Técnico	Si	Si	Si					Si																					6
Grutas de Tzabnah		Si		Si			Ambos	Si					Si		Si	Si	Si	Si						Si	Si	Si	Si								11	
X'lakah				Si			Técnico	Si	Si						Si	Si	Si	Si		Si						Si	Si									8
Dzombacal	Si	Si		Si	Si		Ambos	Si					Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	17	
Sac mul há (Samulá)	Si	Si		Si	Si	Si	Ambos	Si	Si	Si				Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	23	
X'keken	Si	Si		Si	Si	Si	Ambos	Si	Si	Si				Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	23	
Kikil		Si		Si			Técnico	Si			Si			Si	Si	Si	Si				Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si						null	14	
Oxolá				Si			Ambos	Si																			Si	Si								3
Bicentenario				Si			Técnico	Si	Si				Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si							11	
Papak'al	Si	Si		Si	Si		Técnico						Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si						Si		17	
Way K'aman				Si			No apto																				Si	Si								2
Chihuan		Si		Si			Ambos						Si		Si	Si	Si	Si		Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si								11	
Xtabay / Xlan kiwik		Si	Si	Si	Si		Técnico		Si				Si		Si	Si	Si	Si		Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si								14	
Paraiso Escondido				Si			Técnico	Si					Si	Si	Si	Si	Si			Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si								10	
Total	22	55	5	16	89	7	4	-	47	38	13	2	1	1	49	21	30	52	65	33	33	15	54	23	33	54	23	46	7	8	45	49	54	13	19	9

Anexo X. Resultados grado de aprovechamiento en cenotes recreativos (p.1)

Nombre del cenote	Datos crudos				Conversión de datos				Suma Total	Grado de aprovechamiento
	Visitas x día Temporada Baja	Visitas x día Temporada Alta	Número de servicios	Entrada de autobuses	Visitas x día Temporada Baja	Visitas x día Temporada Alta	Número de servicios	Entrada de autobuses		
	Sambula (Pebá)	12	200	14	Si	1	1.5	1		
Kankirixché	30	80	13	No	2	0.75	1	0	3.75	De baja intensidad
Yaal Utsil	2	10	7	No	1	0	0.5	0	1.5	Vacante
San Ignacio (Tunich Ha)	30	200	22	Si	2	1.5	2	1	6.5	De alta intensidad
X'batún	60	140	17	Si	2	1.5	2	1	6.5	De alta intensidad
Yax Há	10	150	3	Si	1	1.5	0.5	1	4	De baja intensidad
Calcuch	5	40	13	Si	1	0.75	1	1	3.75	De baja intensidad
Tanimax	5	40	11	No	1	0.75	1	0	2.75	De baja intensidad
Nahya	8	20	9	No	1	0	1	0	2	Vacante
Noh mozon	0	20	10	No	0	0	1	0	1	Vacante
Suhén	0	5	2	No	0	0	0.5	0	0.5	Vacante
Chelentún	40	100	12	Si	2	0.75	1	1	4.75	De baja intensidad
Chun ox	2	7	8	No	1	0	0.5	0	1.5	Vacante
Tzapakal	40	100	9	Si	2	0.75	1	1	4.75	De baja intensidad
Santa Cruz (Chuncanán)	40	100	9	Si	2	0.75	1	1	4.75	De baja intensidad
Way Simín	2	7	14	No	1	0	1	0	2	Vacante
San Antonio (Homún)	40	160	11	Si	2	1.5	1	1	5.5	De alta intensidad
Tza ujun kat	45	340	10	Si	2	3	1	1	7	De alta intensidad
Yaxbaltún	20	130	12	No	1	1.5	1	0	3.5	De baja intensidad
Aktun há	0	20	4	No	0	0	0.5	0	0.5	Vacante
Gruta Santa María	5	30	8	No	1	0.75	0.5	0	2.25	Vacante
La Candelaria	50	300	13	Si	2	1.5	1	1	5.5	De alta intensidad
Los tres oches (cenote al fondo)	30	150	8	Si	2	1.5	0.5	1	5	De baja intensidad
Los tres oches (cenote entrada)	30	150	8	Si	2	1.5	0.5	1	5	De baja intensidad
Los tres oches (cenote hoyo)	30	150	8	Si	2	1.5	0.5	1	5	De baja intensidad
Pool Uinic	4	100	5	Si	1	0.75	0.5	1	3.25	De baja intensidad
Santa Rosa	20	300	17	Si	1	1.5	2	1	5.5	De alta intensidad
Bebelchen / Villa 56	4	20	13	Si	1	0	1	1	3	De baja intensidad
Xoch	10	50	13	No	1	0.75	1	0	2.75	De baja intensidad
Bal Mil	10	60	10	No	1	0.75	1	0	2.75	De baja intensidad
Canun chen	40	100	13	No	2	0.75	1	0	3.75	De baja intensidad
Usil	3	50	5	No	1	0.75	0.5	0	2.25	Vacante
Chan Dzonot	0	10	13	No	0	0	1	0	1	Vacante
Saamal	100	400	16	Si	2	3	1	1	7	De alta intensidad
Zací	40	140	10	Si	2	1.5	1	1	5.5	De alta intensidad
Ik Kil	150	700	14	Si	4	3	1	1	9	Masivo
Oxman	100	300	14	Si	2	1.5	1	1	5.5	De alta intensidad
Santa Cruz (Homún)	40	300	13	Si	2	1.5	1	1	5.5	De alta intensidad
Kampepem	4	10	12	Si	1	0	1	1	3	De baja intensidad
Xpetecuil	0	15	4	No	0	0	0.5	0	0.5	Vacante
Bolonchojol	50	600	13	Si	2	3	1	1	7	De alta intensidad
Chacsinicche	50	600	11	Si	2	3	1	1	7	De alta intensidad
Chan Ucil	50	600	9	Si	2	3	1	1	7	De alta intensidad
Chelpak	20	90	5	No	1	0.75	0.5	0	2.25	Vacante

Anexo X. Resultados grado de aprovechamiento en cenotes recreativos (p.2)

Nombre del cenote	Datos crudos				Conversión de datos				Suma Total	Grado de aprovechamiento
	Visitas x día Temporada Baja	Visitas x día Temporada Alta	Número de servicios	Entrada de autobuses	Visitas x día Temporada Baja	Visitas x día Temporada Alta	Número de servicios	Entrada de autobuses		
	Sakalá	5	30	4	No	1	0.75	0.5		
Cruz chem	20	30	2	No	1	0.75	0.5	0	2.25	Vacante
Tza-itzá	5	30	5	No	1	0.75	0.5	0	2.25	Vacante
Bekal	0	20	4	Si	0	0	0.5	1	1.5	Vacante
X'pakay	0	10	4	No	0	0	0.5	0	0.5	Vacante
Dzitox	0	14	14	No	0	0	1	0	1	Vacante
Sahcabá	0	10	5	Si	0	0	0.5	1	1.5	Vacante
Subinteh	1	10	9	No	1	0	1	0	2	Vacante
Grutas Sahnacat	0	100	17	No	0	0.75	2	0	2.75	De baja intensidad
San Juan	20	100	3	Si	1	0.75	0.5	1	3.25	De baja intensidad
Pixton	2	30	2	No	1	0.75	0.5	0	2.25	Vacante
Akula	20	20	4	No	1	0	0.5	0	1.5	Vacante
Yokdzonot	80	300	23	Si	2	1.5	2	1	6.5	De alta intensidad
Cenote Telchaquillo	5	150	4	Si	1	1.5	0.5	1	4	De baja intensidad
Cascabel- Santa Bárbara	100	450	18	Si	2	3	2	1	8	Masivo
Chaksikin- Santa Bárbara	100	450	18	Si	2	3	2	1	8	Masivo
Chulul	15	40	8	No	1	0.75	0.5	0	2.25	Vacante
Hool Cozon	40	150	9	No	2	1.5	1	0	4.5	De baja intensidad
Pool Cocom- Santa Bárbara	100	450	18	Si	2	3	2	1	8	Masivo
Sambulá	20	200	14	Si	1	1.5	1	1	4.5	De baja intensidad
Ka'ap'e dz'ono'ot- Suytún	140	600	21	Si	4	3	2	1	10	Masivo
Unp'ee dz'ono'ot/ Suytún	140	600	21	Si	4	3	2	1	10	Masivo
X'togil	null	null	3	No	null	null	0.5	0	0.5	Vacante
Tzonot mis	10	30	11	No	1	0.75	1	0	2.75	De baja intensidad
Ek' ye'	7	20	2	No	1	0	0.5	0	1.5	Vacante
Santito	8	50	9	No	1	0.75	1	0	2.75	De baja intensidad
Chen ha'	0	30	9	Si	0	0.75	1	1	2.75	De baja intensidad
Kaat nuup	0	20	2	No	0	0	0.5	0	0.5	Vacante
Kan Kacheem	0	15	2	No	0	0	0.5	0	0.5	Vacante
Ayuso	40	15	7	No	1	0.75	0.5	1	3.25	De baja intensidad
Sak Pakal	40	15	9	Si	1	0.75	1	1	3.75	De baja intensidad
X'Tohil	15	40	7	Si	1	0.75	0.5	1	3.25	De baja intensidad
San Felipe	15	40	6	Si	1	0.75	0.5	1	3.25	De baja intensidad
Grutas de Tzabnah	0	80	11	Si	0	0.75	1	1	2.75	De baja intensidad
X'lakah	280	450	8	Si	4	3	0.5	1	8.5	Masivo
Dzombacal	60	140	17	Si	2	1.5	2	1	6.5	De alta intensidad
Sac mul há (Samulá)	190	900	23	Si	4	3	2	1	10	Masivo
X'keken	190	900	23	Si	4	3	2	1	10	Masivo
Kikil	30	70	14	Si	2	0.75	1	1	4.75	De baja intensidad
Oxolá	20	70	3	No	1	0.75	0.5	0	2.25	Vacante
Bicentenario	null	null	11	No	null	null	1	0	1	Vacante
Papak'al	6	200	17	No	1	1.5	2	0	4.5	De baja intensidad
Way K'aman	0	5	2	No	0	0	0.5	0	0.5	Vacante
Chihuan	60	400	11	Si	2	3	1	1	7	De alta intensidad
Xtabay / Xlan kiwik	null	null	14	Si	null	null	1	1	2	Vacante
Paraiso Escondido	null	null	10	Si	null	null	1	1	2	Vacante

Anexo XI. Resultados del riesgo de degradación de cenotes (p.1)

Nombre del cenote	Datos crudos								Conversión de datos						TOTAL	Clasificación Riesgo Degradación
	Presencia de elementos culturales	Registro de especies en peligro de extinción	Tipo de cenote	Número de atributos físico - biológicos	Tipo de lugar	Control del acceso	Paso por terracería	Vestigios arqueológicos	Especies en peligro de extinción	Tipo de cenote	Suma de atributos	Tipo de lugar	Control del acceso	Paso por terracería		
Sambula (Pebá)	No	null	Semiabierto de caída libre	4	Parador turístico	Si	Si	0	1	1	1	1.5	0	0	4.5	Medio
Kankirixché	No	Si	Semiabierto de caída libre	6	Parador turístico	Si	Si	0	2	1	1.5	1.5	0	0	6	Medio
Yaal Utsil	Si	No	Abierto de caída libre	5	Vía Pública	No	No	2	0	0.5	1.5	0.75	1	1	6.75	Medio
San Ignacio (Tunich Ha)	No	null	Semiabierto de caída libre	4	Parador turístico	Si	No	0	1	1	1	1.5	0	1	5.5	Medio
X'batún	Si	Si	Abierto a flor de tierra	5	Parador turístico	Si	Si	2	2	0.25	1.5	1.5	0	0	7.25	Alto
Yax Há	Si	null	Cerrado dentro de gruta	3	Parador turístico	Si	Si	2	1	0.75	1	1.5	0	0	6.25	Medio
Calcuch	No	null	Semiabierto de caída libre	5	Parador turístico	No	Si	0	1	1	1.5	1.5	1	0	6	Medio
Tanimax	Si	Si	Semiabierto de caída libre	5	Parador turístico	No	Si	2	2	1	1.5	1.5	1	0	9	Alto
Nahya	No	null	Semiabierto de caída libre	4	Parador turístico	Si	Si	0	1	1	1	1.5	0	0	4.5	Medio
Noh mozon	No	null	Semiabierto de caída libre	4	Parador turístico	Si	Si	0	1	1	1	1.5	0	0	4.5	Medio
Suhén	null	null	Semiabierto de caída libre	4	Monte	Si	Si	1	1	1	1	0.75	0	0	4.75	Medio
Chelentún	Si	Si	Semiabierto de caída libre	6	Parador turístico	Si	No	2	2	1	1.5	1.5	0	1	9	Alto
Chun ox	null	null	Semiabierto de caída libre	4	Rancho	No	Si	1	1	1	1	1.5	1	0	6.5	Medio
Tzapakal	No	null	Semiabierto de caída libre	3	Parador turístico	Si	No	0	1	1	1	1.5	0	1	5.5	Medio
Santa Cruz (Chuncanán)	Si	null	Cerrado dentro de gruta	4	Parador turístico	Si	No	2	1	0.75	1	1.5	0	1	7.25	Alto
Way Simin	null	null	Abierto de caída libre	2	Rancho	Si	Si	1	1	0.5	0.5	1.5	0	0	4.5	Medio
San Antonio (Homún)	No	null	Semiabierto de caída libre	2	Parador turístico	Si	No	0	1	1	0.5	1.5	0	1	5	Medio
Tza ujun kat	No	null	Semiabierto de caída libre	5	Parador turístico	Si	No	0	1	1	1.5	1.5	0	1	6	Medio
Yaxbacaltún	No	null	Abierto de caída libre	4	Parador turístico	Si	Si	0	1	0.5	1	1.5	0	0	4	Bajo
Aktun há	null	null	Semiabierto de caída libre	4	Vivienda	Si	No	1	1	1	1	1.5	0	1	6.5	Medio
Gruta Santa María	Si	null	Cerrado dentro de gruta	4	Vivienda	No	No	2	1	0.75	1	1.5	1	1	8.25	Alto
La Candelaria	No	null	Cerrado dentro de gruta	2	Parador turístico	Si	No	0	1	0.75	0.5	1.5	0	1	4.75	Medio
Los tres oches (cenote al fondo)	No	null	Semiabierto de caída libre	2	Parador turístico	Si	Si	0	1	1	0.5	1.5	0	0	4	Bajo
Los tres oches (cenote entrada)	No	null	Abierto de caída libre	4	Parador turístico	Si	Si	0	1	0.5	1	1.5	0	0	4	Bajo
Los tres oches (cenote hoyo)	No	null	Cerrado dentro de gruta	3	Parador turístico	Si	Si	0	1	0.75	1	1.5	0	0	4.25	Bajo
Pool Uinic	Si	null	Cerrado dentro de gruta	4	Parador turístico	Si	No	2	1	0.75	1	1.5	0	1	7.25	Alto
Santa Rosa	No	null	Semiabierto de caída libre	3	Parador turístico	Si	No	0	1	1	1	1.5	0	1	5.5	Medio
Bebelchen / Villa 56	No	No	Semiabierto de caída libre	3	Parador turístico	Si	Si	0	0	1	1	1.5	0	0	3.5	Bajo
Xoch	No	No	Abierto de caída libre	4	Parador turístico	Si	Si	0	0	0.5	1	1.5	0	0	3	Bajo
Bal Mil	Si	null	Semiabierto de caída libre	5	Parador turístico	Si	Si	2	1	1	1.5	1.5	0	0	7	Medio
Canun chen	Si	null	Semiabierto de caída libre	5	Parador turístico	Si	Si	2	1	1	1.5	1.5	0	0	7	Medio
Usil	null	null	Semiabierto de caída libre	4	Monte	No	Si	1	1	1	1	0.75	1	0	5.75	Medio
Chan Dzonot	No	null	Abierto de caída libre	4	Parador turístico	No	Si	0	1	0.5	1	1.5	1	0	5	Medio
Saamal	No	No	Abierto de caída libre	4	Parador turístico	Si	No	0	0	0.5	1	1.5	0	1	4	Bajo
Zací	Si	No	Abierto de caída libre	4	Parador turístico	Si	No	2	0	0.5	1	1.5	0	1	6	Medio
Yaax Eek	null	No	Abierto de caída libre	2	Vía Pública	No	No	1	0	0.5	0.5	0.75	1	1	4.75	Medio
Ik Kil	Si	No	Abierto de caída libre	3	Parador turístico	Si	No	2	0	0.5	1	1.5	0	1	6	Medio

Anexo XI. Resultados del riesgo de degradación de cenotes (p.2)

Nombre del cenote	Datos crudos								Conversión de datos						TOTAL	Clasificación Riesgo Degradación
	Presencia de elementos culturales	Registro de especies en peligro de extinción	Tipo de cenote	Número de atributos físico - biológicos	Tipo de lugar	Control del acceso	Paso por terracería	Vestigios arqueológicos	Especies en peligro de extinción	Tipo de cenote	Suma de atributos	Tipo de lugar	Control del acceso	Paso por terracería		
Oxman	null	null	Abierto de caída libre	5	Hacienda	Si	Si	1	1	0.5	1.5	1.5	0	0	5.5	Medio
Santa Cruz (Homún)	Si	null	Semiabierto de caída libre	3	Parador turístico	Si	No	2	1	1	1	1.5	0	1	7.5	Alto
Chun Kopob	null	null	Semiabierto de caída libre	4	Vivienda	Si	No	1	1	1	1	1.5	0	1	6.5	Medio
Oolin cheen	Si	No	Cerrado dentro de gruta	1	Vivienda	Si	No	2	0	0.75	0.5	1.5	0	1	5.75	Medio
Kampepem	Si	Si	Semiabierto de caída libre	5	Parador turístico	Si	Si	2	2	1	1.5	1.5	0	0	8	Alto
Xpetecuil	null	null	Semiabierto de caída libre	5	Hacienda	Si	Si	1	1	1	1.5	1.5	0	0	6	Medio
Bolonchojol	No	Si	Semiabierto de caída libre	5	Parador turístico	Si	No	0	2	1	1.5	1.5	0	1	7	Medio
Chacsinicche	No	null	Semiabierto de caída libre	5	Parador turístico	Si	No	0	1	1	1.5	1.5	0	1	6	Medio
Chan Ucil	No	null	Cerrado dentro de gruta	5	Parador turístico	Si	No	0	1	0.75	1.5	1.5	0	1	5.75	Medio
Chelpak	No	null	Semiabierto de caída libre	3	Parador turístico	No	Si	0	1	1	1	1.5	1	0	5.5	Medio
Sakalá	null	null	Abierto de caída libre	6	Monte	No	Si	1	1	0.5	1.5	0.75	1	0	5.75	Medio
Cruz chem	null	null	Semiabierto de caída libre	6	Monte	No	Si	1	1	1	1.5	0.75	1	0	6.25	Medio
Tza-itzá	Si	Si	Semiabierto de caída libre	4	Vía Pública	No	No	2	2	1	1	0.75	1	1	8.75	Alto
Luum-Ja'	No	No	Abierto de caída libre	4	Monte	No	Si	1	0	0.5	1	0.75	1	0	4.25	Bajo
Bekal	null	null	Semiabierto de caída libre	6	Monte	No	No	1	1	1	1.5	0.75	1	1	7.25	Alto
Cenote Verde / Peedka	null	No	Abierto de caída libre	3	Monte	No	Si	1	0	0.5	1	0.75	1	0	4.25	Bajo
X'pakay	null	null	Abierto de caída libre	4	Rancho	No	Si	1	1	0.5	1	1.5	1	0	6	Medio
Dzitox	Si	null	Cerrado dentro de gruta	4	Parador turístico	Si	Si	2	1	0.75	1	1.5	0	0	6.25	Medio
Rancho Bacalar	No	No	Cerrado dentro de gruta	1	Rancho	Si	No	0	0	0.75	0.5	1.5	0	1	3.75	Bajo
Cenote clínica IMSS	No	null	Cerrado dentro de gruta	1	Inmueble	Si	No	0	1	0.75	0.5	1.5	0	1	4.75	Medio
Kanstalbai	null	Si	Cerrado dentro de gruta	3	Monte	No	Si	1	2	0.75	1	0.75	1	0	6.5	Medio
Sahcabá	Si	null	Cerrado dentro de gruta	2	Vía Pública	No	No	2	1	0.75	0.5	0.75	1	1	7	Medio
Pirey	null	null	Cerrado dentro de gruta	4	Monte	No	Si	1	1	0.75	1	0.75	1	0	5.5	Medio
Subinteh/Polabán	No	null	Abierto de caída libre	5	Parador turístico	No	Si	0	1	0.5	1.5	1.5	1	0	5.5	Medio
Grutas Sahnacat	Si	Si	Cerrado dentro de gruta	4	Parador turístico	Si	Si	2	2	0.75	1	1.5	0	0	7.25	Alto
San Juan	Si	null	Semiabierto de caída libre	4	Vía Pública	No	No	2	1	1	1	0.75	1	1	7.75	Alto
Pixton	null	Si	Cerrado dentro de gruta	2	Vía Pública	No	No	1	2	0.75	0.5	0.75	1	1	7	Medio
Cenote 1 Tixcal	null	null	Cerrado dentro de gruta	5	Monte	No	Si	1	1	0.75	1.5	0.75	1	0	6	Medio
Cenote 4 Recorrido Huhí	Si	null	Cerrado dentro de gruta	4	Monte	No	Si	2	1	0.75	1	0.75	1	0	6.5	Medio
Cenote Centro Huhí	null	null	Abierto de caída libre	2	Vía Pública	Si	No	1	1	0.5	0.5	0.75	0	1	4.75	Medio
Chen Bech	null	null	Abierto de caída libre	4	Monte	No	No	1	1	0.5	1	0.75	1	1	6.25	Medio
Popirix	null	null	Semiabierto de caída libre	2	Monte	No	No	1	1	1	0.5	0.75	1	1	6.25	Medio
Akula	Si	null	Abierto a flor de tierra	3	Monte	No	Si	2	1	0.25	1	0.75	1	0	6	Medio
Chak Tzikin	null	null	Abierto a flor de tierra	0	Cantera	No	Si	1	1	0.25	0.5	0.75	1	0	4.5	Medio
Chakalak	null	null	Cerrado dentro de gruta	5	Monte	No	Si	1	1	0.75	1.5	0.75	1	0	6	Medio
Chelpak II	null	null	Cerrado dentro de gruta	3	Monte	No	Si	1	1	0.75	1	0.75	1	0	5.5	Medio
Chelpak III	null	null	Abierto de caída libre	5	Monte	No	Si	1	1	0.5	1.5	0.75	1	0	5.75	Medio

Anexo XI. Resultados del riesgo de degradación de cenotes (p.3)

Nombre del cenote	Datos crudos							Conversión de datos							TOTAL	Clasificación Riesgo Degradación
	Presencia de elementos culturales	Registro de especies en peligro de extinción	Tipo de cenote	Número de atributos físico - biológicos	Tipo de lugar	Control del acceso	Paso por terracería	Vestigios arqueológicos	Especies en peligro de extinción	Tipo de cenote	Suma de atributos	Tipo de lugar	Control del acceso	Paso por terracería		
Gruta San Ramón	Si	null	Cerrado dentro de gruta	4	Monte	No	Si	2	1	0.75	1	0.75	1	0	6.5	Medio
Los Wayes	Si	null	Cerrado dentro de gruta	5	Monte	No	Si	2	1	0.75	1.5	0.75	1	0	7	Medio
Ujoli Chelpak	Si	null	Semiabierto de caída libre	3	Monte	No	Si	2	1	1	1	0.75	1	0	6.75	Medio
Yokdzonot	No	null	Abierto de caída libre	5	Parador turístico	Si	No	0	1	0.5	1.5	1.5	0	1	5.5	Medio
Cervera	No	null	Abierto a flor de tierra	4	Rancho	Si	Si	0	1	0.25	1	1.5	0	0	3.75	Bajo
Yaxkis	null	Si	Cerrado dentro de gruta	4	Monte	No	Si	1	2	0.75	1	0.75	1	0	6.5	Medio
Yo Há	Si	Si	Semiabierto de caída libre	4	Vía Pública	No	No	2	2	1	1	0.75	1	1	8.75	Alto
Cenote Telchaquillo	Si	null	Semiabierto de caída libre	4	Vía Pública	Si	No	2	1	1	1	0.75	0	1	6.75	Medio
Cascabel- Santa Bárbara	No	null	Semiabierto de caída libre	3	Parador turístico	Si	No	0	1	1	1	1.5	0	1	5.5	Medio
Chaksikin- Santa Bárbara	Si	null	Abierto de caída libre	5	Parador turístico	Si	No	2	1	0.5	1.5	1.5	0	1	7.5	Alto
Chulul	Si	null	Semiabierto de caída libre	4	Parador turístico	Si	Si	2	1	1	1	1.5	0	0	6.5	Medio
Hool Cozon	No	null	Semiabierto de caída libre	6	Parador turístico	Si	Si	0	1	1	1.5	1.5	0	0	5	Medio
Pool Cocom- Santa Bárbara	Si	null	Abierto de caída libre	3	Parador turístico	Si	No	2	1	0.5	1	1.5	0	1	7	Medio
Sambulá	No	No	Cerrado Dentro De Gruta	3	Parador turístico	Si	No	0	0	0.75	1	1.5	0	1	4.25	Bajo
Horno encantado	No	No	Abierto de caída libre	3	Vía Pública	No	No	0	0	0.5	1	0.75	1	1	4.25	Bajo
Ka'ap'e dz'ono'ot- Suytún	No	null	Abierto de caída libre	4	Parador turístico	Si	No	0	1	0.5	1	1.5	0	1	5	Medio
Unp'ee dz'ono'ot/ Suytún	Si	null	Semiabierto de caída libre	4	Parador turístico	Si	No	2	1	1	1	1.5	0	1	7.5	Alto
X'togil	null	null	Abierto de caída libre	5	Monte	No	Si	1	1	0.5	1.5	0.75	1	0	5.75	Medio
Eh za'an	null	null	Semiabierto de caída libre	4	Vivienda	No	No	1	1	1	1	1.5	1	1	7.5	Alto
Tzonot mis	null	Si	Semiabierto de caída libre	4	Vivienda	Si	No	1	2	1	1	1.5	0	1	7.5	Alto
X'tojó	null	null	Semiabierto de caída libre	5	Monte	No	Si	1	1	1	1.5	0.75	1	0	6.25	Medio
Ek' ye'	null	null	Semiabierto de caída libre	5	Monte	No	Si	1	1	1	1.5	0.75	1	0	6.25	Medio
Santito	No	Si	Cerrado dentro de gruta	4	Vivienda	Si	No	0	2	0.75	1	1.5	0	1	6.25	Medio
Chen ha'	No	null	Abierto a flor de tierra	4	Parador turístico	Si	No	0	1	0.25	1	1.5	0	1	4.75	Medio
Kaat nuup	null	null	Abierto de caída libre	4	Monte	No	Si	1	1	0.5	1	0.75	1	0	5.25	Medio
Kan Kacheem	null	null	Semiabierto de caída libre	4	Monte	No	Si	1	1	1	1	0.75	1	0	5.75	Medio
Yax Dzonot	null	No	Abierto de caída libre	5	Rancho	No	Si	1	0	0.5	1.5	1.5	1	0	5.5	Medio
Ayuso	Si	Si	Cerrado dentro de gruta	3	Parador turístico	Si	No	2	2	0.75	1	1.5	0	1	8.25	Alto
Sak Pakal	null	null	Cerrado dentro de gruta	4	Plantío	Si	No	1	1	0.75	1	0.75	0	1	5.5	Medio
X'Tohil	No	null	Semiabierto de caída libre	4	Parador turístico	Si	No	0	1	1	1	1.5	0	1	5.5	Medio
San Felipe	Si	Si	Cerrado dentro de gruta	2	Parador turístico	Si	No	2	2	0.75	0.5	1.5	0	1	7.75	Alto
Grutas de Tzabnah	No	Si	Cerrado dentro de gruta	3	Parador turístico	Si	No	0	2	0.75	1	1.5	0	1	6.25	Medio
X'hacl	null	null	Cerrado dentro de gruta	0	Monte	No	Si	1	1	0.75	0.5	0.75	1	0	5	Medio
Yu'uuyumal	null	null	Semiabierto de caída libre	5	Monte	No	Si	1	1	1	1.5	0.75	1	0	6.25	Medio
Chakxix	Si	No	Cerrado dentro de gruta	2	Monte	No	No	2	0	0.75	0.5	0.75	1	1	6	Medio
X'lakah	Si	null	Abierto a flor de tierra	3	Z. Arqueológica	Si	No	2	1	0.25	1	1.5	0	1	6.75	Medio
Kaixek	null	No	Abierto a flor de tierra	2	Monte	No	Si	1	0	0.25	0.5	0.75	1	0	3.5	Bajo

Anexo XI. Resultados del riesgo de degradación de cenotes (p.4)

Nombre del cenote	Datos crudos							Conversión de datos							TOTAL	Clasificación Riesgo Degradación
	Presencia de elementos culturales	Registro de especies en peligro de extinción	Tipo de cenote	Número de atributos físico - biológicos	Tipo de lugar	Control del acceso	Paso por terracería	Vestigios arqueológicos	Especies en peligro de extinción	Tipo de cenote	Suma de atributos	Tipo de lugar	Control del acceso	Paso por terracería		
San antonio (cueva x kampepem)	No	null	Cerrado dentro de gruta	4	Monte	Si	Si	0	1	0.75	1	0.75	0	0	3.5	Bajo
Mumun Dzonot	No	null	Abierto de caída libre	4	Monte	No	Si	0	1	0.5	1	0.75	1	0	4.25	Bajo
Dzombacal	No	null	Abierto de caída libre	6	Parador turístico	Si	Si	0	1	0.5	1.5	1.5	0	0	4.5	Medio
Sac mul há (Samulá)	No	null	Semiabierto de caída libre	5	Parador turístico	Si	No	0	1	1	1.5	1.5	0	1	6	Medio
X'keken	No	null	Semiabierto de caída libre	5	Parador turístico	Si	No	0	1	1	1.5	1.5	0	1	6	Medio
Yaxcaba	null	No	Abierto de caída libre	3	Vía Pública	Si	No	1	0	0.5	1	0.75	0	1	4.25	Bajo
Kikil	No	null	Abierto de caída libre	3	Parador turístico	Si	No	0	1	0.5	1	1.5	0	1	5	Medio
Polac	No	No	Abierto a flor de tierra	2	Ciénega	No	Si	0	0	0.25	0.5	0.75	1	0	2.5	Bajo
Oxolá	Si	null	Semiabierto de caída libre	6	Monte	No	Si	2	1	1	1.5	0.75	1	0	7.25	Alto
Bicentenario	No	null	Abierto de caída libre	5	Hacienda	Si	Si	0	1	0.5	1.5	1.5	0	0	4.5	Medio
Papak'al	Si	null	Cerrado dentro de gruta	4	Parador turístico	Si	Si	2	1	0.75	1	1.5	0	0	6.25	Medio
Way K'aman	null	null	Abierto de caída libre	5	Monte	No	Si	1	1	0.5	1.5	0.75	1	0	5.75	Medio
Agua Azul	null	null	Abierto de caída libre	6	Monte	No	Si	1	1	0.5	1.5	0.75	1	0	5.75	Medio
Rancho girasol 1	null	No	Abierto a flor de tierra	2	Rancho	Si	No	1	0	0.25	0.5	1.5	0	1	4.25	Bajo
Rancho girasol 2	null	No	Abierto a flor de tierra	2	Rancho	Si	No	1	0	0.25	0.5	1.5	0	1	4.25	Bajo
Rancho girasol 3	null	No	Abierto a flor de tierra	2	Rancho	Si	No	1	0	0.25	0.5	1.5	0	1	4.25	Bajo
Rancho girasol 4	null	No	Abierto a flor de tierra	2	Rancho	Si	No	1	0	0.25	0.5	1.5	0	1	4.25	Bajo
Tikin-k'a	null	Si	Semiabierto de caída libre	4	Monte	No	Si	1	2	1	1	0.75	1	0	6.75	Medio
El aguacate	null	null	Semiabierto de caída libre	1	Vía Pública	No	No	1	1	1	0.5	0.75	1	1	6.25	Medio
S/N. A lado de las vias del tren	null	No	Abierto a flor de tierra	1	Vía Pública	No	Si	1	0	0.25	0.5	0.75	1	0	3.5	Bajo
Xkakuel	null	null	Semiabierto de caída libre	5	Rancho	No	Si	1	1	1	1.5	1.5	1	0	7	Medio
Itzinteh	Si	null	Semiabierto de caída libre	2	Rancho	Si	No	2	1	1	0.5	1.5	0	1	7	Medio
Itzkakal	null	null	Semiabierto de caída libre	1	Monte	Si	Si	1	1	1	0.5	0.75	0	0	4.25	Bajo
Kan-Tunich	null	null	Semiabierto de caída libre	2	Vía Pública	Si	No	1	1	1	0.5	0.75	0	1	5.25	Medio
loot Tuul	Si	null	Semiabierto de caída libre	2	Vía Pública	No	No	2	1	1	0.5	0.75	1	1	7.25	Alto
Santa María	Si	null	Semiabierto de caída libre	2	Plantío	No	Si	2	1	1	0.5	0.75	1	0	6.25	Medio
Chihuan	Si	null	Cerrado dentro de gruta	4	Parador turístico	Si	No	2	1	0.75	1	1.5	0	1	7.25	Alto
Acta'an Dzono'ot	null	null	Semiabierto de caída libre	3	Vía Pública	Si	No	1	1	1	1	0.75	0	1	5.75	Medio
Huay Kot	null	null	Semiabierto de caída libre	0	Hacienda	Si	No	1	1	1	0.5	1.5	0	1	6	Medio
Kancabdzonot	null	null	Semiabierto de caída libre	0	Vía Pública	Si	No	1	1	1	0.5	0.75	0	1	5.25	Medio
Xtabay / Xlan kiwik	No	null	Abierto de caída libre	5	Parador turístico	Si	Si	0	1	0.5	1.5	1.5	0	0	4.5	Medio
Paraiso Escondido	null	null	Abierto de caída libre	5	Rancho	Si	Si	1	1	0.5	1.5	1.5	0	0	5.5	Medio
Dzonot Carretero	null	null	Abierto a flor de tierra	2	Vía Pública	Si	No	1	1	0.25	0.5	0.75	0	1	4.5	Medio
Kankab dzonot	null	null	Semiabierto de caída libre	2	Monte	No	Si	1	1	1	0.5	0.75	1	0	5.25	Medio
Dos Bocas	null	null	Semiabierto de caída libre	1	Monte	No	Si	1	1	1	0.5	0.75	1	0	5.25	Medio
Dzekeel dzonot	null	null	Abierto de caída libre	5	Monte	No	Si	1	1	0.5	1.5	0.75	1	0	5.75	Medio
Lu'um chan	null	null	Abierto de caída libre	6	Monte	No	Si	1	1	0.5	1.5	0.75	1	0	5.75	Medio