



REVISTA MULTIDISCIPLINAR EPISTEMOLOGÍA DE LAS CIENCIAS

Volumen 3, Número 1
Enero-Marzo 2026

Edición Trimestral

CROSSREF PREFIX DOI: 10.71112

ISSN: 3061-7812, www.omniscens.com

Revista Multidisciplinar Epistemología de las Ciencias

Volumen 3, Número 1
enero-marzo 2026

Publicación trimestral
Hecho en México

La Revista Multidisciplinar Epistemología de las Ciencias acepta publicaciones de cualquier área del conocimiento, promoviendo una plataforma inclusiva para la discusión y análisis de los fundamentos epistemológicos en diversas disciplinas. La revista invita a investigadores y profesionales de campos como las ciencias naturales, sociales, humanísticas, tecnológicas y de la salud, entre otros, a contribuir con artículos originales, revisiones, estudios de caso y ensayos teóricos. Con su enfoque multidisciplinario, busca fomentar el diálogo y la reflexión sobre las metodologías, teorías y prácticas que sustentan el avance del conocimiento científico en todas las áreas.

Contacto principal: admin@omniscens.com

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación

Se autoriza la reproducción total o parcial del contenido de la publicación sin previa autorización de la Revista Multidisciplinar Epistemología de las Ciencias siempre y cuando se cite la fuente completa y su dirección electrónica.

Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución 4.0.



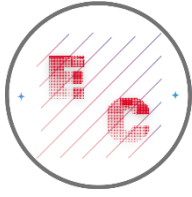
Copyright © 2026: Los autores



9773061781003

Cintillo legal

Revista Multidisciplinar Epistemología de las Ciencias Vol. 3, Núm. 1, enero-marzo 2026, es una publicación trimestral editada por el Dr. Moises Ake Uc, C. 51 #221 x 16B , Las Brisas, Mérida, Yucatán, México, C.P. 97144 , Tel. 9993556027, Web: <https://www.omniscens.com>, admin@omniscens.com, Editor responsable: Dr. Moises Ake Uc. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2024-121717181700-102, ISSN: 3061-7812, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor (INDAUTOR). Responsable de la última actualización de este número, Dr. Moises Ake Uc, fecha de última modificación, 1 enero 2026.



Revista Multidisciplinar Epistemología de las Ciencias

Volumen 3, Número 1, 2026, enero-marzo

DOI: <https://doi.org/10.71112/n77bs853>

**CAPACIDAD DE CARGA TURÍSTICA DEL CENOTE TSA' UJUN' KAT, HOMÚN,
YUCATÁN**

**TOURISM CARRYING CAPACITY OF THE TSA' UJUN' KAT CENOTE, HOMÚN,
YUCATÁN**

Susana Arizmendi Carrillo

México

Capacidad de Carga Turística del cenote Tsa' Ujun' Kat, Homún, Yucatán

Tourism Carrying Capacity of the Tsa' Ujun' Kat Cenote, Homún, Yucatán

Susana Arizmendi Carrillo

turis.arizmendi@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0009-1400-6642>

Universidad Autónoma del Estado de México

México

RESUMEN

Los cenotes son dolinas, inundadas a través de miles de años, que en la península de Yucatán conforman un enorme acuífero, y coadyuvan a la economía de gran parte de la población que se dedica al turismo de naturaleza, actividad que ha estado en continuo crecimiento, y que se acentuará más por la reciente instauración del Tren Maya, que une los destinos más socorridos del territorio. Por ello, se hace necesario buscar estrategias para mantener la integridad de los cenotes.

Combinando las metodologías de Boullón y Cifuentes, se determinaron los umbrales de afluencia del cenote Tsa' Ujun' Kat, en Homún, para prevenir la sobrecarga turística y sus impactos ambientales y económicos, también se propusieron medidas para gestionar el turismo de manera que sea más sustentable. Se calculó una Capacidad Efectiva de 843 visitantes diarios (202 simultáneos). Se espera que este estudio ayude a replicar en más cenotes estrategias similares.

Palabras clave: Cenotes; Capacidad de Carga; Sustentabilidad; Gestión del Turismo.

ABSTRACT

The cenotes are sinkholes, flooded over thousands of years, which in the Yucatán Peninsula form a vast aquifer, and contributes to the economy of a large part of the population engaged in nature tourism, an activity that has been continuously growing and is expected to increase further due to the recent establishment of the Tren Maya, which connects the most popular destinations in the region. Therefore, it is necessary to seek strategies to maintain the integrity of the cenotes.

By combining the methodologies of Boullón and Cifuentes, the visitor thresholds for the Tsa' Ujun' Kat cenote in Homún were determined to prevent tourist overload and its environmental and economic impacts. Measures were also proposed to manage tourism in a more sustainable way. An Effective Capacity of 843 daily visitors (202 simultaneously) was calculated. It is hoped that this study will help replicate similar strategies in more cenotes.

Keywords: Cenotes; Carrying Capacity; Sustainability; Tourism Management.

Recibido: 23 febrero 2026 | Aceptado: 11 marzo 2026 | Publicado: 12 marzo 2026

INTRODUCCIÓN

En la región sureste de México, donde el turismo representa una de las actividades económicas más rentables, los recursos naturales exóticos son parte de los principales atractivos, pero el crecimiento desmedido del turismo afecta la base sobre la que se construyen estos hitos turísticos, como ha sucedido en la Riviera Maya, región en la que existen casos de evidente riesgo ambiental, como Playa del Carmen, Tulum o Bacalar, donde el rápido crecimiento demográfico y turístico han redundado en focos de contaminación (SECTUR, 2019), a veces hasta el grado de tener que detener temporalmente el turismo, buscando la

regeneración ecosistémica, como el caso de Holbox, o el Parque Nacional Arrecifes de Cozumel.

En este contexto, Yucatán se posiciona hoy en día como un fuerte destino de sol y playa, turismo cultural, y turismo de naturaleza. Durante 2024 el turismo dejó una derrama económica de \$14,034 millones de pesos en el estado (Observatorio turístico de Yucatán, 2025), tan solo en el mes de enero de ese año, recibió 2,400,173 visitantes (SEFOTUR, 2025). Aunado a esto, la presencia del proyecto ‘Tren Maya’, anticipa, un prominente aumento en la llegada de turistas y particularmente a los cenotes, pues conforman uno de los atractivos más sobresalientes de la región, por tratarse de formaciones únicas en el planeta.

Según Sosa y Chable (2013), en Yucatán se tiene registro de 2090 cenotes, 25% fueron clasificados como aptos para el turismo sustentable, es decir 522, 46% fueron clasificados como no aptos, y 29% no fue determinado.

Los cenotes son sitios biológicamente muy relevantes, pues representan zonas de abastecimiento de agua dulce, de anidación y reproducción para la fauna silvestre, y son corredores biológicos “...en los cenotes... se ha encontrado un 45% de los mamíferos terrestres registrados en el estado, y 63% de murciélagos” (Sosa y Chable, 2013, p. 73). Y “se han identificado más de 200 especies de aves entre migratorias y residentes” (DOF, 2013, p. 13). Además, conforman el principal acuífero de la península. Por ello, esfuerzos de cualquier índole para preservarlos o restaurarlos son sumamente valiosos.

Un turismo ordenado y planificado, puede maximizar los beneficios sociales, y minimizar los impactos medioambientales, si ya es posible vislumbrar el crecimiento de la actividad turística en los cenotes, resulta relevante también, como gestores de la misma, buscar estrategias para controlarla, y una herramienta clave para el manejo del turismo en Áreas Protegidas es el cálculo de la Capacidad de Carga. Hay que evitar caer en las dinámicas que nos recuerda Gómez V. (2024): El ecoturismo mal planificado no responde a las causas de su

origen, y existe tendencia de masificación de productos que en esencia no deberían serlo, debido a que han seguido la estructura de estacionalidad y la masividad.

Entre las políticas recomendadas por la United Nations World Tourism Organization (UNWTO) (2018, p. 10) en las Estrategias para el Manejo de Visitantes está “Promover el seguimiento, las decisiones y la planificación basadas en evidencia sobre cuestiones clave como la capacidad de carga... y la gestión de los recursos”.

En este tenor, en el Reglamento de la Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán en Materia de Cenotes, Cuevas y Grutas, en el inciso VI del Artículo 17 ‘Obligaciones de los propietarios’, se establece “Realizar un estudio de capacidad de carga turística de los cenotes, cuevas o grutas con la metodología establecida por la secretaría”. Sin embargo, en Homún, el segundo municipio de Yucatán con más cenotes (130), solo hay uno que cuenta con el estudio, y su revisión no fue posible, pues su naturaleza privada imposibilitó el acceso.

Autores como Betancur (2022), Poot y Segrado (2019), y Echamendi P.- (2011), tras haber realizado análisis bibliográficos de tendencias en la Capacidad de Carga Turística, identifican que una debilidad es que abunda la literatura y el respaldo teórico, pero no la aplicación, por ello, el calcular la capacidad de carga turística en un cenote, Tsa’ Ujun’ Kat, y dejar como precedente el camino metodológico para su réplica, resulta necesario y novedoso.

Turismo como actividad económica alternativa

Ramírez J. (2024, p. 15), refiriéndose al valor ecológico, comenta “se debe preservar la integridad y funcionalidad de los ecosistemas visitados para lograr mantener su valor agregado con el paso del tiempo y contribuir a la conservación... diversificando así la economía local y las formas de producción tradicionales”, en Homún y municipios aledaños, este es el caso de los cenotes de uso turísticos, pues representan una alternativa a la crianza comercial de cerdos.

En Yucatán los cenotes se disponen en forma de medio anillo, denominado Reserva Estatal Geohidrológica Anillo de Cenotes (REGAC), en este territorio, se está presentando un fenómeno alarmante, en la última década la industria de carne porcina de exportación, se ha venido instalando a lo largo y ancho de la reserva, esta industria es particularmente contaminante porque genera grandes cantidades de metano y óxido nitroso, gases de efecto invernadero 23 y 300 veces más fuertes que el dióxido de carbono, así como zinc, estas sustancias además de contaminar el aire, penetran el suelo y contaminan el agua.

En Homún, se intentó instalar una mega granja de Producción Alimentaria Porcícola (PAPO) en 2018, sin embargo, el pueblo se rehusó a aceptarlo y se organizaron para iniciar un proceso legal para rescatar sus tierras y agua. Finalmente, en febrero de 2024, “una sentencia inédita dejó sin efecto la autorización de impacto ambiental otorgada al proyecto porcícola” (Arellano, 2024). Un comunicado escrito a varias voces locales que aparece en el fanzine de 2021 ‘El Varejón’, a la letra dice:

La organización del pueblo se articula en el recurso máspreciado de nuestro territorio: el agua y sus cenotes. El andamiaje turístico de años en colaboración económica ha dado al pueblo un sello ejemplar... Esta organización popular hace contraste ante la oferta turística de la Riviera Maya, infectada de capitalismo, ecológicamente insostenible y siempre en manos de los grandes hoteles y cadenas extranjeras.

En Homún, el pueblo prefiere el turismo antes que la porcicultura, y comprenden que deben conservar en el tiempo los cenotes, que son su materia prima para trabajar. Y “Solo mediante enfoques integradores que limiten los impactos del turismo convencional se podrá garantizar... la conservación de los destinos y el bienestar de quienes los habitan” (Cevallos K., Briones W; Chang W y Ortega A., 2025. p.5).

Marco teórico

“Las primeras aplicaciones científicas de la capacidad de carga se dieron en la ganadería entre 1920 y 1930... fue hasta la década de 1960 que se aplicó en parques, buscando estimar el uso máximo que un área natural debería tener antes de que el recurso comenzara a dañarse de manera inaceptable” (Manning y Anderson, 2012, citado en Enseñat F., 2019, p. 171). “A lo largo de las últimas décadas, este término ha ganado relevancia significativamente en el ámbito del turismo” (Salazar P., Suntasig L., Calvopiña C., y Núñez J., 2023).

“Los estudios de capacidad de carga constituyen uno de los primeros intentos de operativizar el concepto de sostenibilidad en relación con la gestión de la actividad turística” (Gutiérrez L, Martínez, S., Gómez C., Gil V. y Cabezas L. 2021), se trata de una herramienta para que la gestión ambiental en el turismo alcance la sustentabilidad, y que ha demostrado ser significativa y funcional, para que coexistan la actividad turística y la continuidad de los recursos naturales y no su agotamiento, fundamentando la toma de decisiones (Gómez V., 2024; Chávez R., 2022; Perez S., 2024; Mucui, 2021; y Ortega et al., 2020).

El concepto de sustentabilidad, “se basa en el cálculo de la capacidad productiva de un ecosistema que permite satisfacer con relativa holgura las necesidades económicas, de materiales y de servicios, de las comunidades o colectivos” (Sánchez, 2019, p. 1).

Herramientas como la capacidad de carga turística, afirman Betancur et al. (2022, p. 10) buscan “confrontar problemáticas modernas como la sobrecarga turística originada por los modelos turísticos denominados masivos y extractivistas”. La integración de su cálculo en los procesos de planificación es pertinente en cualquier momento del ciclo de un destino o atractivo, ya sea como medida correctiva, o bien, preventiva (Gómez V., 2024; Poot y Segrado, 2019; Matos y Pérez, 2019; Echamendi, 2001).

Dadas las particularidades de cada área y atractivo turístico, se debe procurar hacer aproximaciones metodológicas, y operacionalizar la capacidad de carga, ajustándose a las necesidades de cada caso, y con propuestas innovadoras que mejoren los instrumentos, considerando la transversalidad de los objetivos del turismo sostenible (Betancur et al, 2022; Matos y Pérez, 2019; Gutiérrez et al, 2021). Una metodología adaptada, proporciona respaldo para gestionar políticas de administración adecuadas tanto del recurso natural, como humano (Nájera O., Beltrán N., Marceleño S., y Nájera A., 2024).

Siendo así, para esta investigación se decidió conjugar dos metodologías: la de Cifuentes M., que García, De la Calle, y Mínguez (2011, p. 225), atinadamente sintetizan afirmando que se trata de:

Perfilar escalonadamente la capacidad de carga a partir de ponderar su densidad básica de uso (número de visitantes que caben en el espacio considerado), con las restricciones de uso que imponen determinadas condiciones específicas del lugar... y las restricciones dadas por la capacidad de gestión de la institución que administra el recurso.

Y para integrar el aspecto temporal, la de Boullón R. (2003), pues como se lee en la revista Aportes y Transferencias vol. 10 de Redalyc (2006), “no obstante el transcurso del tiempo, sus ideas adquieren singular significación en la actualidad”.

En cuanto a la Capacidad de Carga aplicada a cenotes está el estudio de Enseñat F., Blanco R. y Mondragón J. (2019): De corte psicosocial, busca averiguar el número máximo de personas con el que un turista se siente cómodo, relacionando su grado de satisfacción con su disposición a pagar. Esta investigación sirvió como punto de partida para determinar el tamaño de la superficie que ocupa un visitante ‘Sp’, valor requerido para la aplicación de las fórmulas.

Otro antecedente relevante, es el estudio de Merlos (2019) ‘Propuesta de Indicadores y Estrategias para el Manejo de los Cenotes con uso turístico en Yucatán’, en él pretende, “Ahondar en una nueva clasificación aplicable a los cenotes que determine aproximadamente

qué tan intensivamente son utilizados día a día” (Merlos, 2019, p. 48), y aplica una serie de variables para generar un índice de aprovechamiento.

Su conteo de turistas de 2019, permitió decidir qué Tsa’ Ujun’ Kat es un cenote adecuado como objeto de estudio dado su grado de aprovechamiento, que es ‘de alta intensidad’ la segunda clasificación más alta de las cuatro posibles que define Merlos, las variables que utiliza para determinar esos niveles son: número de visitantes por día, que para éste caso fueron 340 en un día de temporada alta; si hay o no entrada de autobuses, que sí hay; y el número de servicios que se brindan en el cenote, que fueron 10 de 33 posibles (Merlos, 2019, págs. 80, 82, 84, 86).

METODOLOGÍA

Para este estudio se apeló a la Norma Mexicana NMX-AA-189-SCFI-2021, que establece el procedimiento y la metodología para la elaboración de estudios de Capacidad de Carga para la realización de actividades turísticas - recreativas en Áreas Naturales Protegidas de competencia federal, la cual está basada en la metodología establecida por Miguel Cifuentes (1999).

Se comenzó definiendo el tamaño del espacio que se aprovecha turísticamente. La medición no podía hacerse manualmente ya que el polígono es completamente irregular y el espejo de agua tiene forma de media luna, por lo que se seleccionó el sistema Light Detection And Ranging ‘LiDAR’, para construir un modelo espacial mediante mapeo.

Un sistema LiDAR permite medir la distancia desde un emisor que dispara láser hasta una superficie donde choca la luz. Se midieron dos polígonos distintos, el del espejo de agua, y el de la plataforma terrestre, y se fueron haciendo disparos desde el centro del cenote hacia las paredes cada 20° hasta cubrir los 360°, lo que resultó en 18 transectos. Un proceso igual se

realizó para obtener las medidas del área terrestre, pero disparando el láser a la orilla de la plataforma.

El polígono total se construyó con una escala de 1:100. Resultó un área total de 1292.77 m², a eso se le restó el perímetro de un área rocosa inaccesible de 160.41 m², resultando 1132.36 m², a eso, se le restó el área de la plataforma terrestre, 417.04 m², y se obtuvo el área del espejo de agua, que es de 715.33 m², con lo cual se hizo el mapeo de la Imagen no. 1, y que, para fines prácticos, se puede representar de la siguiente forma: A2 de Tsa' Ujun' Kat – a2 de Zona Rocosa - a2 de Plataforma = a2 Espejo de Agua

'Mapeo del Cenote Tsa' Ujun' Kat'

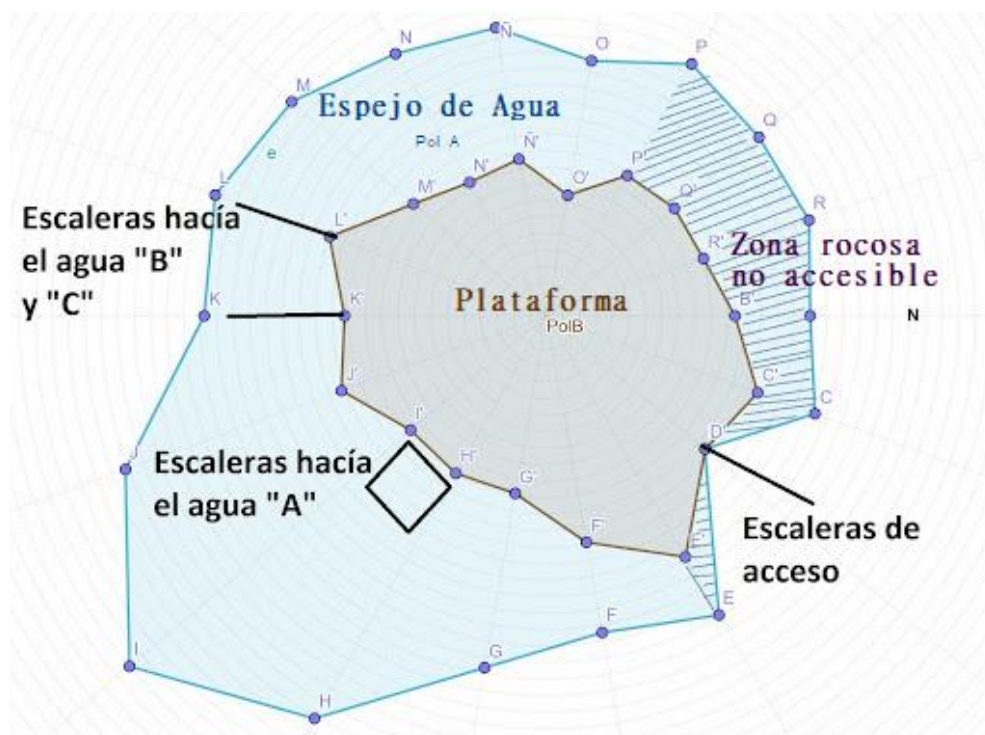


Imagen 1

Elaboración, Biól. Valdivieso K., 2023.

Para calcular la Capacidad de Carga Física, se procedió a determinar la “superficie que ocupa un visitante... para realizar la actividad turística-recreativa en metros lineales o

cuadrados” (COTEMARNART, 2021), conocida como ‘Sp’. Cabe mencionar que para casos de senderos se usan metros lineales, y que también se puede considerar la superficie que necesita una unidad de visitación -por ejemplo, una embarcación-.

Boullón R. (2003) se refiere a esta cifra como ‘estándar de uso’, y al respecto de su construcción menciona que es una parte crítica del proceso, y que se le puede obtener mediante la investigación directa en casos análogos.

Un antecedente que sirvió de orientación para definir esta cifra, fue el estudio ‘La Capacidad de Carga Psicosocial del Turista’ (Enseñat F. et al. 2019), en él se averiguó el nivel de aceptación de locales y extranjeros respecto al congestionamiento en los cenotes. El número máximo aceptado por locales fue de 40 personas, lo cual redunda en 5.5 m², ésta cifra se tomó como referente para construir los estándares de uso.

Dado que en Tsa’ Ujun’ Kat hay actividades terrestres: Observación de fauna y formaciones rocosas, y acuáticas: Nado con chaleco salvavidas; y bajo el entendido de que, en el nado, por la naturaleza de la actividad, se requiere de más espacio personal, se decidió establecer dos estándares, y luego aplicar a las fórmulas el resultado de su suma.

Otros datos requeridos para calcular la Capacidad de Carga Física, son la superficie disponible ‘S’, que en este caso son 417.04 m² de la superficie terrestre, y 715.33 m² del espejo de agua; y el “número de veces que un visitante o la unidad utilizada podría repetir la visita en un día”, ‘Nv’, que se calcula dividiendo el tiempo disponible para el desarrollo de la actividad turístico-recreativa, ‘Hv’, entre el tiempo necesario para realizar la actividad, ‘Tv’ (COTEMARNAT, 2021, p. 19). Es decir:

$$\frac{8 \text{ horas}}{1 \text{ hora}} = 8$$

Con estos datos, se aplica la siguiente fórmula:

$$\text{Capacidad de Carga Física} = (S / S_p) * N_v$$

Con la que se obtuvieron los siguientes resultados, resumidos a manera de cuadro:

Tabla 1.

‘Cálculo de la Capacidad’.

	Superficie Disponible	Superficie que ocupa un visitante	Capacidad	Concurrencias simultáneas	Capacidad de Carga Física, o Total de visitas diarias
Área terrestre	417.04 m ²	/5 m ²	=83 +		
Espejo de agua	715.33 m ²	/6 m ²	=119	=202 x 8 (N _v)	=1616 personas

Elaboración propia con base en Boullón R., 2003.

A continuación, se somete la Capacidad de Carga a ‘factores de corrección’, que obedecen a “las restricciones de uso que imponen determinadas condiciones específicas del lugar” (García et al. 2011, p. 225), usando la siguiente fórmula:

$$1 - \frac{(\text{Magnitud Limitante})(\text{Factor de Ponderación})}{\text{Magnitud Total}} = \text{Factor de Corrección}$$

Las magnitudes total y limitante, se refieren, la primera a la totalidad, y la segunda a la porción de una variable que representa limitantes físicas, ecológicas o sociales para el desarrollo de la actividad turístico-recreativa (COTEMARNART, 2021). Aunque de las variables que considera Cifuentes (1992), sólo una aplica a nuestro caso, se mencionan a continuación para su análisis:

- **Erodabilidad:** Este factor no aplica porque Tsa' Ujun' Kat ya tiene asfaltado el piso.
- **Cierres temporales de sitios:** Se opera 364 días al año, omitiendo solo el día del Jets Lum (ritual para pedir permiso al espíritu del cenote), por lo que no es representativo.
- **Precipitación:** En los meses más lluviosos se forma un escurrimiento por el agujero del techo, pero la jardinera lo absorbe, así que, las actividades no se detienen.
- **Disturbio a la fauna:** La presencia de turistas perturba mínimamente a la fauna silvestre (murciélagos y aves), ya que se han establecido lineamientos para los visitantes, tales como evitar alzar la voz y la prohibición de bocinas.
- **Accesibilidad:** Hay áreas donde sí hay mayor grado de dificultad para transitar. Además, se observó que las escaleras de acceso al agua son lugares donde tiende a haber hacinamientos, pues algunos visitantes solo se sientan ahí y no nadan.

Al ser estas condiciones cualitativas, en algunos casos es necesario asignarles factores de ponderación para transformarlas a indicadores cuantitativos, la fórmula está diseñada para asignar un porcentaje de reducción de uso, que sirve para restar a la capacidad de carga, individuos.

Tabla 2.

'Factores de Ponderación de Accesibilidad'

Dificultad de acceso	Factor de Ponderación
Nula	0
Baja	1.5
Inaccesible	2

Elaboración propia con base en Cifuentes M. 1992.

Tabla 3.

'Datos para el cálculo del Factor de Corrección de Accesibilidad'

Área	Metros cuadrados	Factor de Ponderación
Escaleras de Acceso	20 m2	1.5
Escaleras principales	29 m2	1.5

Escaleras secundarias A	37.8 m2	1.5
Escaleras secundarias B	10 m2	1.5
Total	96.8m2	96.8 x 1.5= 145.2

Elaboración propia con base en Cifuentes M. 1992.

El resultado se suplanta en la fórmula:

$$\text{Factor de Corrección} = 1 - \frac{145.2}{1132.36 \text{ m}^2} = 0.872$$

El factor de corrección (o de ser el caso, factores), se multiplica por la Capacidad de Carga Física, para obtener la Capacidad de Carga Real:

$$\text{Capacidad de Carga Real} = (1616) (0.87) = 1405$$

Cifuentes M. (1992) también considera el concepto de la Capacidad de Manejo, que busca restringir más el acceso, conforme menguan las capacidades de la administración de manejar los recursos con los que cuentan: infraestructura, equipamiento y recursos humanos. Este ajuste no fue integrado al cálculo porque para cada variable, el cenote cumple satisfactoriamente. Aun así, se mencionan para su análisis:

La infraestructura en este caso se refiere al módulo de cobranza, la jardinera con un árbol de ceiba, y las escaleras que son cuatro: las de acceso, las principales (al agua), que son de concreto, y las secundarias A y B que son de madera. En invierno de 2023 esta infraestructura fue remodelada, a la jardinera se le colocaron escalones para que los turistas puedan subir a tomarse fotos, y añadirla, así como atractivo, cambiaron las escaleras de madera, pintaron el módulo, y se instaló nueva señalización.

El personal es suficiente y capacitado, los guardias hacen constantes rondines velando por un adecuado comportamiento; el equipamiento consta de suficientes chalecos salvavidas en buen estado, y un completo botiquín de primeros auxilios.

Para continuar afinando los cálculos, se integra ahora la propuesta de Boullón R. calculando lo que él denomina ‘Capacidad de Carga Efectiva’, para ello, fue necesario saber del total de horas de apertura del servicio, cuántas son de uso parcial, que son aquellas en las que hay menos usuarios que los que teóricamente podría haber, y por el contrario, cuántas son de uso pleno, para ello se deben realizar observaciones en sitio, y obtener el promedio de personas en cada hora (Boullón R., 2003).

En Tsa’ Ujun’ Kat, hay dos horas de uso pleno de 12:00 a 2:00, y se reciben en promedio 86 personas. Las 6 horas restantes, son de uso parcial, y se reciben en promedio 42 personas. Para obtener las cifras anteriores, se realizaron tabulaciones en dos días muestra para cada una de las temporadas altas: verano y diciembre de 2023, y semana santa de 2024; para ello fue retomado el instrumento de Kuuk (2021), se trata de una tabla donde se contabiliza la entrada y salida de turistas al cenote en intervalos de 15 minutos; dichas tabulaciones pueden encontrarse en Anexos.

Siguiendo la metodología de Boullón R. (2003 p. 156) se procede a determinar las horas de uso efectivo, para lo cual “se calcula el porcentaje que representa el primer valor sobre el segundo”, es decir, el valor de las horas de uso parcial sobre las horas de uso pleno: 42 personas, representa el 48.8% de 86, lo que, según el procedimiento, se aplica como un decimal, es decir 0.48%, a continuación, se multiplica por la cantidad de horas de uso parcial:

$$6 \times 0.48 = 2.88$$

A esto se le suman las 2 horas de uso pleno, y resulta:

$$2.8 + 2 = 4.8$$

Esto significa que las horas de uso efectivo se redujeron de 8 a 4.8. Se divide este resultado entre las horas de apertura, y se obtiene el Coeficiente de Reducción:

$$4.8/8 = 0.6$$

Finalmente, este coeficiente se multiplica por la capacidad previamente calculada, y se obtiene la Capacidad Efectiva:

$$1405 \times 0.6 = 843$$

RESULTADOS

La Capacidad de Carga Efectiva es de 843 personas, es decir, cuando lleguen 127 personas más que las que actualmente están llegando, (aproximadamente 16 más por hora) se tendrán que restringir las entradas, sin importar si esto ocurre en pocos meses o muchos años, recordando que la cantidad máxima de presencias simultaneas dentro del cenote resultó en 202 personas. Para ilustrar de manera sintética el proceso por el cual se llegó a estos resultados, se presenta la Tabla no. 4:

Tabla 4.
‘Proceso de Cálculo de la Capacidad de Carga Efectiva’.

Capacidad de Carga Física	Factor de corrección ‘accesibilidad’	Capacidad de Carga Real	Coeficiente de Reducción (uso pleno y parcial)	Capacidad de Carga Efectiva
1616 x	0.87	= 1405	x 0.6	= 843

Elaboración propia.

PLANIFICACIÓN Y DISCUSIÓN

Siguiendo las observaciones de Salazar P. et al (2023), de que la adecuada gestión de la capacidad de carga turística implica la implementación de estrategias de regulación de afluencia de visitantes, y el impulso de prácticas sostenibles, y de Rocha B. et al. (2021) de dar seguimiento al estudio para establecer medidas de control y monitoreo, se sugiere que se integren como parte de los deberes de los guardias de seguridad, hacer conteos de visitantes

en las horas pico para tener una bitácora que en el futuro permita conocer claramente la evolución de los flujos de visitantes.

Bajo este tenor de la compensación de los impactos, resuenan las palabras de SECTUR (2019, p. 20) “Mientras mayor es la inversión en infraestructura de saneamiento mayor es la capacidad de carga de un destino.... El crecimiento poblacional y turístico sin una inversión paralela en saneamiento está provocando niveles de contaminación que no son sostenibles”.

Por lo tanto, se hizo un análisis del sistema de saneamiento del cenote: Hay dos conjuntos de baños, los primeros se localizan a 15 m. del cenote, y los segundos a 68 m., ambos cuentan con fosas sépticas. La ‘Guía de Buenas Prácticas para la Conservación y Uso de los Cenotes y sus Cuevas en la Península de Yucatán’, recomienda que los baños estén fuera de la zona de amortiguamiento, “...la cual debe medir, por lo menos, lo equivalente al diámetro máximo del espejo de agua” (Martínez et al., 2018, p. 19). La cifra requerida se puede obtener sumando los transectos ‘Q’ y su opuesto ‘I’, que conforman el diámetro más largo que tiene el cenote: Transecto ‘I’ 13.2 + Transecto ‘Q’ 16.9= 30.1 m.

Por lo tanto, uno de los conjuntos de baños está demasiado cerca del cenote; sus propietarios, afirmaron en entrevista, que su generación de aguas residuales es dirigida a Mérida a un lugar autorizado por el Ayuntamiento, no hubo manera de corroborar esta información, aunado a esto, el riesgo de grietas en la fosa del otro conjunto de baños, deriva en la necesidad de cambiar el sistema de saneamiento, pues si no son fosas completamente herméticas, está aumentando el riesgo sanitario y medioambiental conforme aumenta también la cantidad de usuarios que tienen que atender.

De acuerdo con la observación de campo, 14% de los visitantes usan los sanitarios. Con los datos de las tabulaciones se hizo una proyección por temporadas para calcular la cantidad de usuarios que los sanitarios tendrán que atender, la cual se puede observar en los

Anexos. La proyección resultó en un total de 6729 descargas en un año a la máxima capacidad.

La ya mencionada Guía de Buenas Prácticas de Amigos de Sian Ka'an, propone el uso de baños secos o biodigestores, sin embargo, son sistemas de saneamiento muy demandantes en espacio y dedicación, por lo que se propone implementar un tipo de humedal artificial llamado 'sistema de fitodepuración tipo francés', que aprovecha las fosas sépticas que ya hay, se adapta a grandes variaciones en las cargas hidráulicas, y garantiza la calidad del agua para descargar en el suelo (Herrera, 2024). Otras medidas de manejo identificadas que se deben implementar, son:

- Transicionar de envoltorios y platos de plástico y unicel en la venta de alimentos y bebidas, a empaques biodegradables (como hojas de maíz o de plátano), o reutilizables.
- Retirar la red que colocan en el agujero del techo del cenote ya que obstruye el paso libre de fauna silvestre como murciélagos y aves.
- Sembrar plantas nativas en un diámetro de 30 m² alrededor del cenote, pues el terreno es prácticamente llano, y la falta de raíces propicia la erosión, generando riesgos de desplome, como bien lo ilustra Martínez (2018, p. 20): La pérdida de vegetación del cenote y sus alrededores provoca... reducción de infiltración del agua de lluvia, alteración del paisaje, erosión de suelos y la amenaza del colapso de la roca. Para evitarlo, se propone adoptar actividades como el establecimiento de franjas de amortiguamiento.

Ahora bien, dado que ésta es una propuesta de una metodología replicable, se hacen las siguientes observaciones para su aplicación en otros cenotes:

En los cenotes las áreas de acceso son las más susceptibles de hacinamientos, por eso éstas deben ser medidas y consideradas como un factor de corrección, en Tsa' Ujun' Kat esto

sólo refiere las escaleras, pero en otros cenotes probablemente haya otras áreas que generen distintos niveles de concurrencia o de dificultad de tránsito, por ejemplo las plataformas dentro del agua para echarse clavados o tomarse fotos, así como otras no exploradas, para esos casos se hace la sugerencia de aplicar más factores de ponderación para que el factor de corrección sea representativo.

De igual manera debe analizarse si la aplicación de la Capacidad de Manejo y otros factores de corrección son aplicables (precipitación, erodabilidad, etc.). También sería muy bueno complementar este tipo de investigaciones con estudios biofísicos de calidad del agua, según Rocha B., et al. (2021), y Martínez M., et al. (2019), específicamente de PH, oxígeno disuelto, conductividad, y DBO.

CONCLUSIONES

El cenote Tsa' Ujun' Kat está a punto de rebasar su Capacidad de Carga, es necesario, en este y otros cenotes de uso turístico empezar a ejercer estrategias para una actividad turística que no deprede sus principales recursos, que sea sustentable, para que los cenotes permanezcan, y permanezcan en salud.

“La adopción de una gestión basada en datos, la actualización constante de los valores de capacidad y la participación de actores locales son elementos fundamentales para preservar el patrimonio natural a largo plazo” (Cevallos K. et al., 2025. p. 13).

Declaración de conflicto de interés

La autora declara no tener ningún conflicto de interés relacionado con esta investigación.

Declaración de contribución a la autoría

Susana Arizmendi Carrillo: análisis formal, investigación, metodología, recursos, software, validación, redacción del borrador original, edición de la redacción.

Irma Yolanda Cortés Soto: Supervisión y revisión. DOI: 0000-0001-8837-0505

Declaración de uso de inteligencia artificial

Declaro que no utilice inteligencia artificial en ninguna parte del presente manuscrito.

REFERENCIAS

Arellano A. (2 de abril de 2024) Precedente ambiental en México: juzgado federal revoca permiso para meggranja porcícola en Homún. Mongabay.

Precedente ambiental en México: juzgado federal revoca permiso para meggranja porcícola en Homún.

Betancur V., Mejía C., Gamarra L., y Tunjano A. (2022). Análisis de la Capacidad de Carga Turística como estrategia, para la gestión de un Aviturismo Sostenible. Perú. Gaceta Científica, 8, 9-21. <https://doi.org/10.46794/gacien.8.1.1347>

Boullón R. (2003). Ecoturismo. Sistemas Naturales y Urbanos. (3ª ed.) Buenos Aires, Argentina: Ediciones turísticas.

Cevallos K., Briones W; Chang W y Ortega A (2025) *Análisis de la capacidad de carga turística para la sostenibilidad del sendero siete cascadas, cerro de Hayas – Ecuador*. Journal of Science and Research

Comité Técnico de Normalización Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales - COTEMARNAT- (2021). Norma Mexicana NMX-AA-189-SCFI-2021 Que establece el procedimiento y la metodología para la elaboración de estudios de Límite de Cambio Aceptable y estudios de Capacidad de Carga para la realización de actividades turísticas - recreativas en Areas Naturales Protegidas de competencia federal. Dirección General de Normas.

Chávez R. (2022) *La capacidad de carga turística. ¿Una herramienta para el turismo sustentable?* Merope. No. 3.

Merope_esp3_Art2_Capacidad+de+Carga+...pdf

Cifuentes M. (1992) Determinación de Capacidad de Carga turística en Áreas Protegidas.

Turrialba Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza CATIE.

Determinación de capacidad de carga turística en áreas protegidas

Diario Oficial del Estado de Yucatán. (octubre de 2013). Decreto que Establece el Área Natural Protegida Denominada Reserva Estatal Geohidrológica del Anillo de Cenotes. Gobierno del Estado.

Echamendi P. (2001) La Capacidad de Carga turística. Aspectos conceptuales y normas de aplicación. España. Anales de Geografía de la Universidad Complutense.

La capacidad de carga turística: Aspectos conceptuales y normas de aplicación - Dialnet

Enseñat F. Blanco R. y Mondragón J. (2019) La Capacidad de Carga Psicosocial del Turista:

Instrumento de Medición para el Desarrollo Sostenible en la Turistificación de los Cenotes. Cuadernos de Turismo No. 43 p. 169 – 186.

<https://revistas.um.es/turismo/article/view/374751>

Escrito comunal. (2021) Homún y su Albarrada, en Fanzine El Varejón vol. 8 “Ser Kanan 4 años después”.

García M., De la Calle M., y Mínguez M. (2011) Capacidad de carga turística y espacios patrimoniales. Aproximación a la estimación de la capacidad de carga del conjunto arqueológico de Carmona. Sevilla, España. Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles. 57, 439–441.

Gómez V. (2024) La capacidad de carga como instrumento de gestión ante la saturación de destinos ecoturísticos. En Filgueiras M. y Aragón M. (Eds.), ¿Turismo ecocida o turismo ecológico? El ecoturismo: impactos y posibilidades de gestión. Universidad del Mar, Oaxaca. p. 234 – 263.

- Gutiérrez L, Martínez, S., Gómez C., Gil V. y Cabezas L. (2021). Cálculo de la capacidad de carga y capacidad de acogida turística multicriterio para la reserva biológica El Encenillo, Guasca. Cundinamarca, Colombia. Revista Investigaciones Turísticas Investigaciones-Turísticas_21_11.pdf (ua.es)
- Herrera D. (2024) Oferta Fitodepuración tipo francés. Ecodena México
- Kuuk K. (2021) Percepción de congestión y capacidad de carga de visitantes en el cenote Yokdsonot. Universidad Autónoma de Yucatán.
- Nájera O., Beltrán N., Marcelleño S., y Nájera A. (2024) Capacidad de carga turística en playa Novillero Nayarit. En Gonzáles M., Capítulo 1.2 de Sostenibilidad, sustentabilidad, y medio ambiente. Nuevas tendencias. Universidad Autónoma de Nayarit.
- Capacidad de carga turística en playa Novillero, Nayarit, México – Astra Ediciones: tienda en línea.
- Martínez M. et al (enero de 2018) Guía de Buenas Prácticas para la Conservación y Uso de los Cenotes y sus Cuevas en la Península de Yucatán. Amigos de Sian Ka'an, acciones por la naturaleza. Cancún, Quintana Roo.
- Guías y manuales – Amigos de Sian Ka'an
- Matos L, y Pérez S. (2019). Revisión sobre Capacidad de Carga Turística y la prevención de problemas ambientales en destinos emergentes. Turismo y Sociedad XXIV. 77-100.
- REVISIÓN SOBRE CAPACIDAD DE CARGA TURÍSTICA Y LA PREVENCIÓN DE PROBLEMAS AMBIENTALES EN DESTINOS EMERGENTES
- Merlos R. (2019) Propuesta de Indicadores y Estrategias para el Manejo de los Cenotes con uso turístico en Yucatán. Universidad Nacional Autónoma de México. 0794802.pdf
- Mucui Z. (2021) et al. Evaluación de la Capacidad de Carga en los senderos de turismo de luciérnagas, Nanacamilp, Tlaxcala. ASyD 18, 127-143.

Evaluación de la capacidad de carga en los senderos de turismo de luciérnagas, Nanacamilpa,
Tlaxcala - Dialnet

Observatorio turístico de Yucatán. (2025). Derrama Económica estimada de los visitantes con
pernocta. Gobierno del Estado 2024–2030.

<https://www.observatoryucatan.org.mx/indicadores>

Ortega, J., Chávez R., y Bravo. (2020). Capacidad de carga turística de la Playa Punta Perula y
Playa Isla Cocinas como estrategia para un uso turístico sustentable. Revista de
Políticas Públicas. 14(2), 11-26.

Capacidad de Carga Turística en Playas | PDF | Turismo | Sustentabilidad

Perez S., (2024) Estudio de Capacidad de Carga Turística Jardín Botánico – Universidad
Tecnológica de Pereira. Universidad Tecnológica de Pereira.

Estudio de capacidad de carga turística: Jardín Botánico - Universidad Tecnológica de Pereira

Poot M., y Segrado R. (2019). Tendencias de investigación científica en la Capacidad de
Carga turística. TURYDES: Revista sobre Turismo y Desarrollo Local Sostenible, 12
(26).

Tendencias de investigación científica en la capacidad de carga turística - Dialnet

Ramírez J. (2024) Analisis de la Capacidad de Carga turística en el alto ventanas. Universidad
de Antioquia.

Redalyc (2006) Roberto Boullón, profesor honorario, académico ilustre. Aportes y
transferencias Vol. 10 No. 2.

Redalyc.ROBERTO BOULLÓN PROFESOR HONORARIO. ACADÉMICO ILUSTRE

Reglamento de la Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán en materia de
Cenotes Cuevas y Grutas (2014, última reforma 2017) Gobierno de Yucatán 2013-2018
<https://www.poderjudicialyucatan.gob.mx/digestum/marcoLegal/05/2014/DIGESTUM05065.pdf>

Rocha B., Fontoura M., Vale B., Castro F., Da Silva F., Prado T., y Da Silverira J. (2021)

Carrying Capacity and impact indicators: Analysis and suggestions for sustainable tourism in protected areas–Brazil. *World Leisure Journal*, 63 (1), 73–97.

<https://doi.org/10.1080/16078055.2021.1888000>

Salazar P., Suntasig L., Calvopiña C., y Núñez J. (2023) Determinación de la capacidad de

carga turística del sendero cascada el Rocío, Guasaganda. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*. Vol. 4. No. 5.

Sánchez V. (mayo de 2019) ¿Qué significa Sustentabilidad? Baja California Sur. Comisión

Nacional de Áreas Naturales Protegidas. ¿Qué Significa Sustentabilidad? Definición y Concepto

SECTUR (2019). Estudio sobre la Capacidad de Carga Turística en las Localidades donde se ubicarán las estaciones del Tren Maya.

<http://sistemas.sectur.gob.mx/dgots/09-estudio-cct-localidades-tren-maya.pdf>

Secretaría de Fomento Turístico Gobierno del Estado de Yucatán (2025) Informe Mensual

sobre resultados de la actividad turística en el Estado de Yucatán. Gobierno Estatal 2024-2030.

Presentación de PowerPoint

Sosa J., y Chable J. (2013) Conservación y manejo de cenotes en ‘Ordenamiento territorial del

Estado de Yucatán: Visión 2030’ Universidad Autónoma de Yucatán.

(PDF) Conservación y manejo de los cenotes.

UNWTO (septiembre de 2018) ‘Overtourism’? – Understanding and Managing Urban Tourism

Growth beyond perceptions.

2018 Overtourism Understanding and Managing Urban Tourism Growth Beyond Perceptions

Executive Summary | PDF | Tourism | Economies

Valdivieso K. (2023) Mapeo del cenote Tsa’ Ujun’ Kat

