

Carrying capacity of sinkholes in the Yucatan Peninsula: preliminary data on people visiting "cenotes" and the need for a management plan

Nuno Simoes

Ricardo Merlos-Riestra

Nori Velásquez-Juárez

Jonathan Mondragón

Efraín Chávez Solís

Maite Mascaro

**UMDI-Sisal, UNAM,
Yucatán**

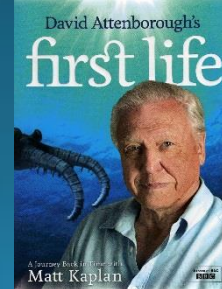
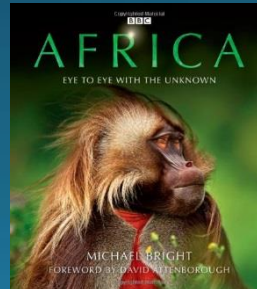
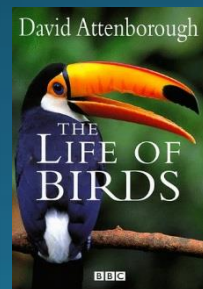
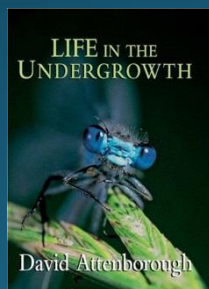
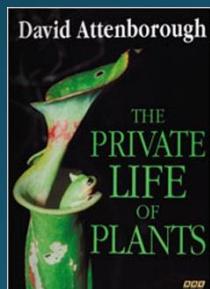
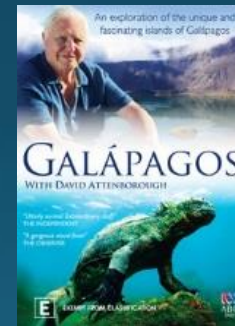
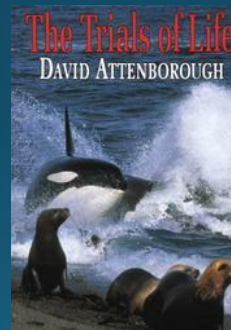
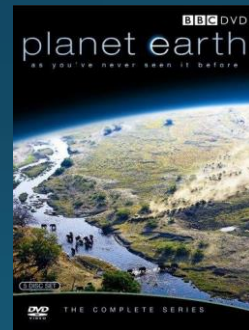
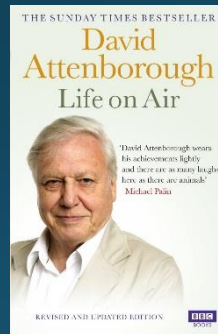
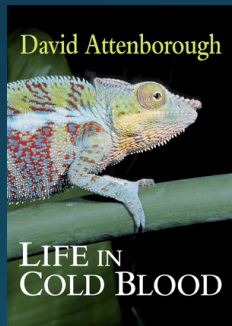
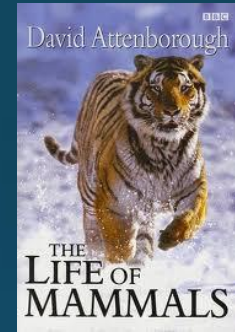
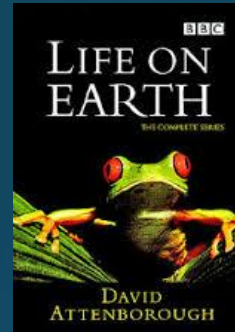
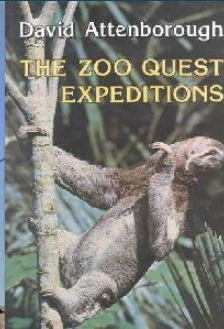
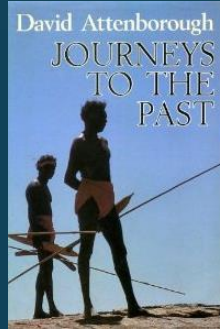
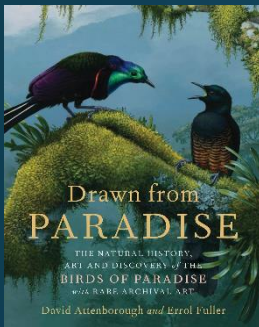


Brief historical background

- World population growth
- Increased potential for mobility
- More time for recreational activities
- Development of the tourism industry
- Increased intensity of natural resource use
- Need to develop regulatory measures
- Need for baseline data to inform management decisions

“Anyone who believes in indefinite growth on a physically finite planet is either mad or an economist”

David Attenborough



Regarding Yucatan “cenotes”

- “cenotes” have become a source of economic benefit for local populations
- They contribute to the preservation of the local forests and aquifers.
- Tourist development is recent (last 15 years)
- The number of “cenotes” with direct economic use has increased (30+ aprox)
- Number of visitors has increased (no official numbers)
- There are legal conflicts between municipalities
- Public health problems led to highly destructive and desperate government initiatives to control water quality, such as chlorination of water.

Regarding Yucatan “cenotes”

- Most visitors seek for leisure and recreation through swimming and diving activities.
- Such activities are controlled in only a reduced number of cenotes, but remain unmanaged in the rest
- Signs of impact such as organic and inorganic garbage accumulation, presence of specific chemicals
- These conditions impose important risks on stigobitic species in the flooded caves of Yucatan
- The resilience of cave fauna communities to disturbance is unknown.
- Urgent need for baseline metrics of cave fauna, water variables and user intensity, frequency and timing

2241 identified cenotes and caves in Yucatán. There is a database of 32 cenotes available; 103 have been identified as potential tourist attractions (5%)

**SEDUMA**
Secretaría de Desarrollo Urbano
y Medio Ambiente
Comprometidos con tu bienestar
2012 - 2018

ENLACES

Domingo, 08 de Noviembre de 2015

Buscar

Mapa del sitio

INICIO

TRÁMITES Y SERVICIOS

PROGRAMAS OPERATIVOS

¿QUIÉNES SOMOS?

PUBLICACIONES OFICIALES

MARCO JURÍDICO

DIRECTORIO

CONTÁCTANOS

Seguimiento a Trámites

- Evaluación en materia de impacto ambiental
- Dictamen del patrimonio cultural arquitectónico

Temas

- Cambio Climático
- Política Ambiental
- Actualización del Orden Jurídico Estatal
- Consejos y Comités Estatales
- Desarrollo Urbano
- Educación Ambiental
- Participación Social
- Ordenamiento Ecológico y Territorial
- Patrimonio Cultural Arquitectónico
- Residuos Sólidos
- Áreas Naturales Protegidas
- Cenotes y Grutas

**CENOTES Y GRUTAS**

[> Inicio > Cenotes y Grutas](#)

- Cenotes Turísticos de Yucatán **nuevo!**
- Los Cenotes
- Censo de cenotes y grutas de Yucatán
- El Espeleobuceo en Yucatán y los Encuentros de Espeleobuceo
- Artículos y publicaciones
- Definición de Espeleobuceo
- Proyecto: Saneamiento y Manejo Integral de Cenotes

Cenotes y Grutas

Esta sección pretende dar a conocer a los usuarios la más amplia información que pueda ser recopilada en relación al enorme tema de los cenotes y grutas de Yucatán.

A pesar de ser un tema de la mayor relevancia para el desarrollo de nuestra cultura maya, así como el motivo de la existencia de nuestros pueblos y ciudades coloniales al ser la causa de sus fundaciones la cercanía a estos cuerpos de agua, así como en la actualidad el motor de cualquier tipo de actividad económica, se tiene un gran caudal de literatura escrita, pero dispersa de alguna manera.

Posiblemente sea una pretensión muy alta el motivo de la apertura de esta sección especializada,

**CAMBIO CLIMÁTICO**
PENINSULA DE YUCATAN

Invitación REDD+

**APDT**

**FIAMBIYUC**

Programas Presupuestarios 2015

Aviso de Consulta Pública

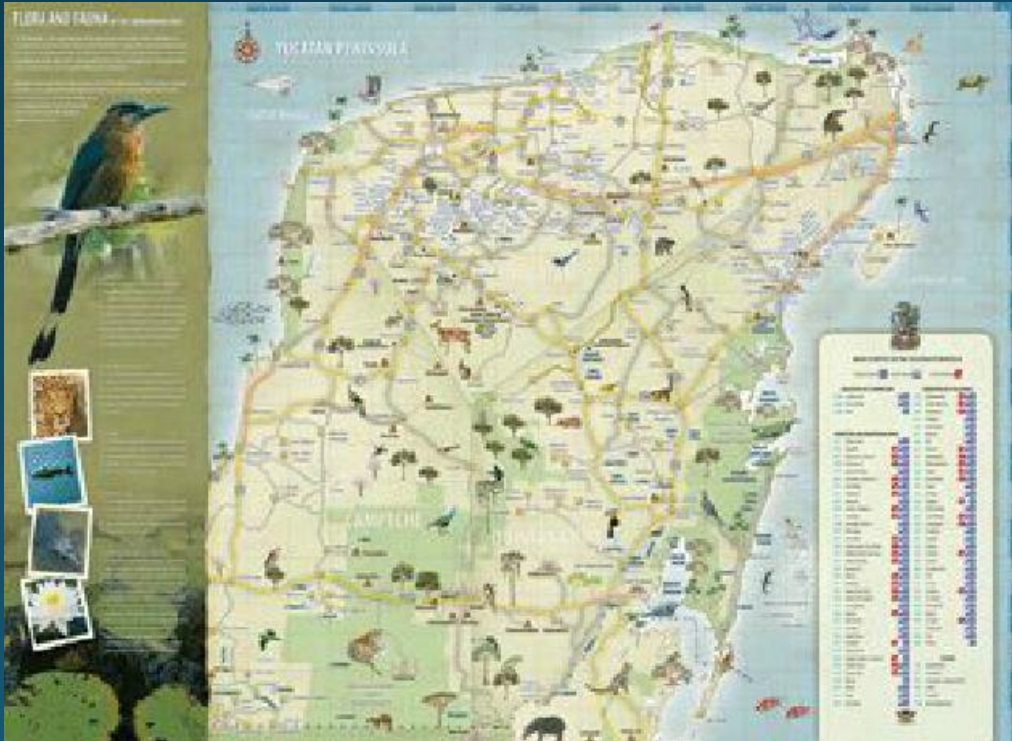
Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán (POETCY)

**Servicios SEDUMA**

32 brief fact-sheets available through SEDUMA



ESSENTIAL
COLLECTION



SEDUMA
 Secretaría de Desarrollo Urbano
 y Medio Ambiente
 Comprometidos con tu bienestar
 2013-2018

[ENLACES](#)

Lunes, 07 de Noviembre

Activado el modo de pantalla completa. [Salir del modo de](#)

Impacto ambiental

- Dictamen del patrimonio cultural arqueológico

Temas

- Cambio Climático
- Política Ambiental
- Actualización del Orden Jurídico Estatal
- Consejos y Comités Estatales
- Desarrollo Urbano
- Educación Ambiental
- Participación Social
- Ordenamiento Ecológico y Territorial
- Patrimonio Cultural Arqueológico
- Residuos Sólidos
- Áreas Naturales Protegidas
- Cenotes y Grutas
- Forestal
- Fauna - UNAS
- Flores Nativas
- Tortugas Marinas

Multimedia

- Fotografía
- Audio
- Video

Mapas Interactivos

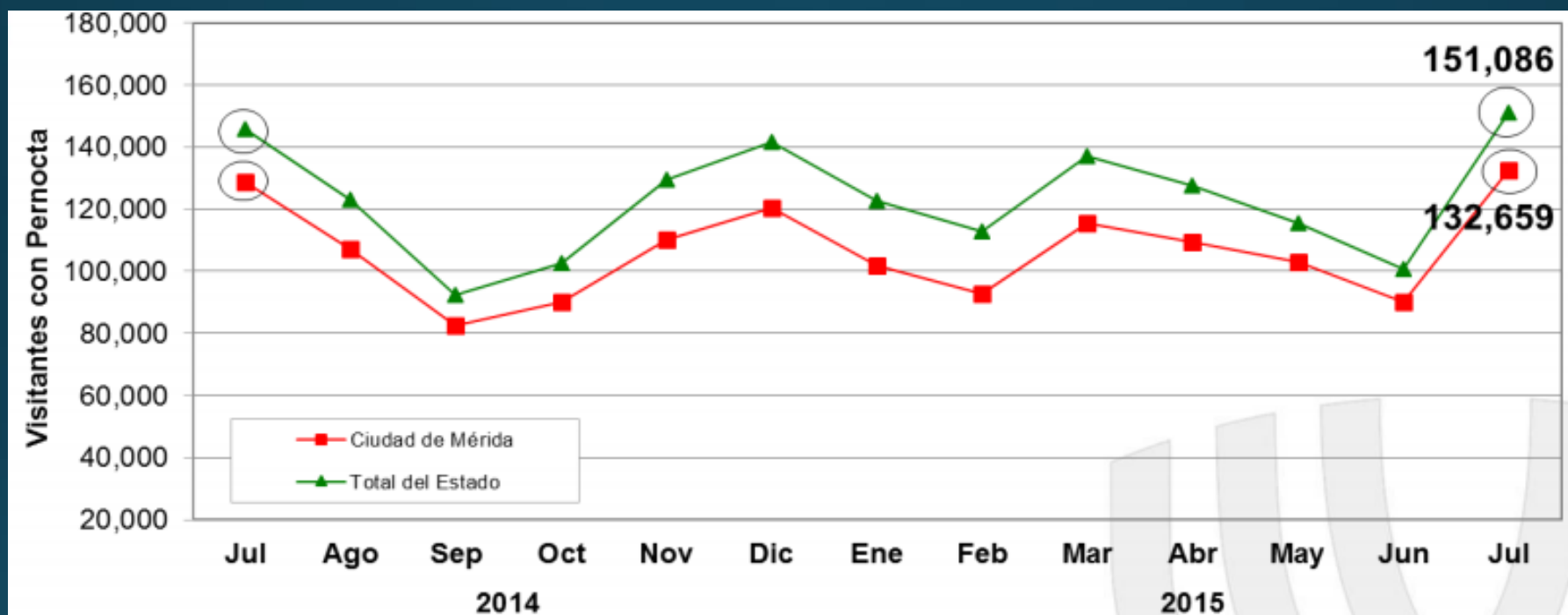
- Ver productos cartográficos

¿Estás listo para sumergirte en los Cenotes de Yucatán?

- 1.- Entendamos, con el fin de contribuir a proteger y cuidar nuestras riquezas naturales, te recomendamos que primero consultes y descargues el Reglamento de la Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán en Materia de Cenotes, Cuevas y Grutas.
- 2.- Elige el cenote que quieras visitar, estos se encuentran ordenados por Municipio.
- 3.- Haz clic en Ver más información para consultar la ficha técnica del cenote elegido.
- 4.- Te recomendamos imprimir y leer cuidadosamente la ficha informativa, ya que para la mayoría de los cenotes, se necesitan que realices tu visita acompañados de un guía de la localidad.

Cenote Kankirixohé, Abalá, Yucatán Ver más información >	Cenote Yaal'Utsil, Abalá, Yucatán Ver más información >	Cenote Uucil, Cenotillo, Yucatán Ver más información >
Cenote San Ignacio, Chocholá, Yucatán Ver más información >	Cenote Bolonchojol, Cuzamá, Yucatán Ver más información >	Cenote Chacatinohé, Cuzamá, Yucatán Ver más información >
Cenote Chelentán, Cuzamá, Yucatán Ver más información >	Cenote Papakal, Cuzamá, Yucatán Ver más información >	Cenote Balmi, Homún, Yucatán Ver más información >
Cenote Oxolá, Homún, Yucatán Ver más información >	Cenote Santa Rosa, Homún, Yucatán Ver más información >	Cenote Tza Ujun Kat, Homún, Yucatán Ver más información >
Laguna Yalahau, Homún, Yucatán Ver más información >	Cenote Lakín Ha, Izamal, Yucatán Ver más información >	Cenote Kambul, Mérida, Yucatán Ver más información >

Tourists that sleep in Merida



What is the carrying capacity?

What are the most visited cenotes, and why?

How many people can be in a cenote at once?

What variables affect the value of the leisure experience?

How many km tourists are willing to drive to visit a cenote ?

What is the price that visitors are willing to pay to visit a cenote ?

Is there room for activity-specialization in each cenote ?

To apply existing methodologies to calculate carrying capacity we first need (for each cenote):

1. Distances and types of access roads
2. Parking area
3. Categorization access and flow in routes and stairs
4. Platform waiting area and Area water surface
5. Swimming area (water surface, 1.5m depth area)
6. Number of cars per day + number of visitors per car
7. Frequency, duration , types of uses, temporality
8. Origin of visitors
9. Cost per person
10. Infrastructure and Services offer
11. Experience and perception of satisfaction

And we need to describe the geology and ecology and each cenote:

1. Geology and edafology
2. Level of forest cover in the watershed
3. Matrix of species presence / absence
4. Abundance of conspicuous and detectable species
5. area rainwater basin and angle of watershed inclination
6. area and perimeter of the opening of the cenote
7. Amount of incident light reaching the water surface
8. Volume and depth of the cave
9. Distance to the nearest cenote
10. Number of cenotes within 1km
11. Distance to nearest town
12. Population of the nearest town

Three development axis

- spatially explicit cave fauna diversity/abundance and cave descriptors data base
- water level and temperature long-term monitoring
- user attendance metrics long-term monitoring

... and the biodiversity?

What do we know?

Fauna Troglobia Acuática de la Península de Yucatán

Thomas M. Iliffe

Dep. of Marine Biology, Texas A&M University at Galveston,
Galveston, Texas 77553-1675 USA

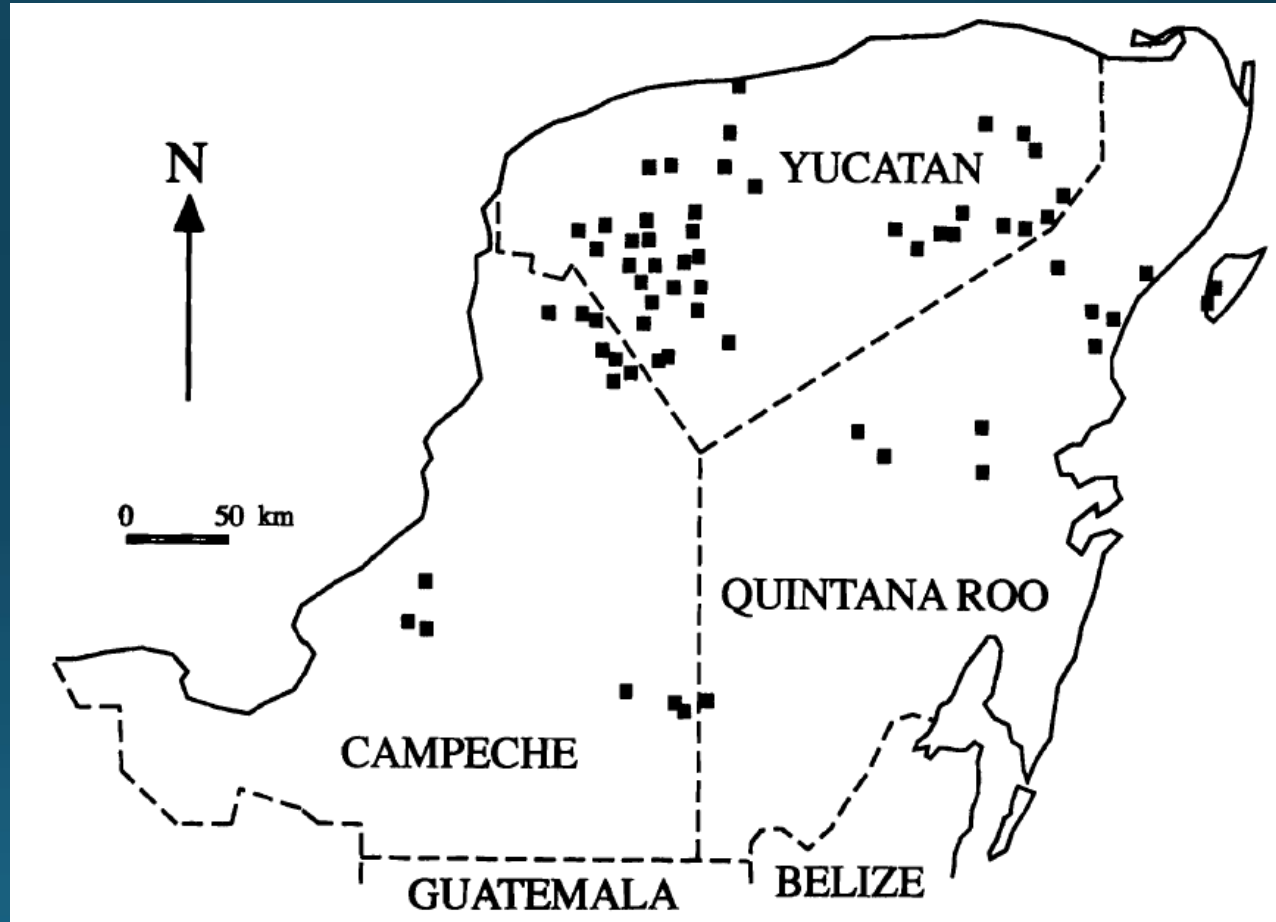
1993

64 explored cenotes

22 estigobitic species

20 crustaceans (7 orders)

2 fish (2 orders)



... and the biodiversity?

What do we know?

2010 – study population genetics of
Creaseria morleyi

2014 (Yucatán peninsula)

<http://www.tamug.edu/cavebiology/index2.html>

Many more explored cenotes

41 estigobitic species

38 crustaceans (2 classes, 7 orders, 17 families)

2 fish(2 orders)

1 polychaete

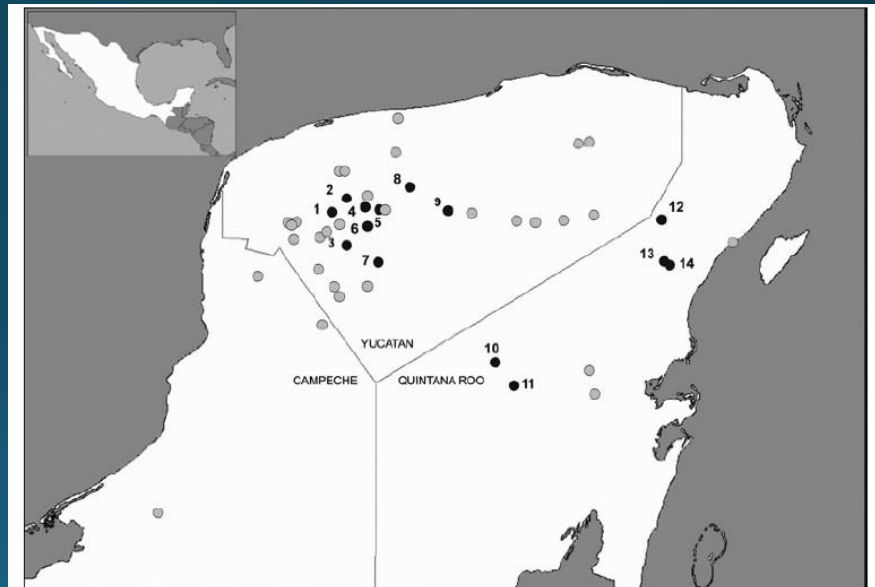
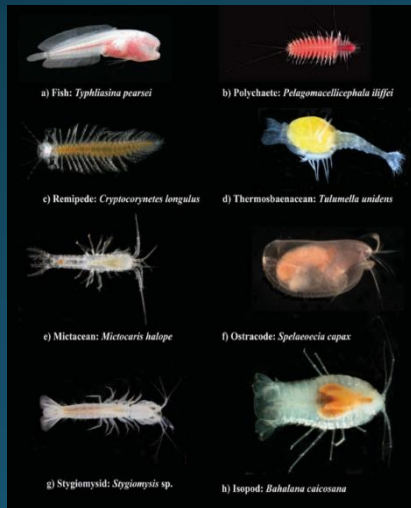


Figure 1. Distribution of *Creaseria morleyi* in the Yucatan Peninsula (gray circles), and localities sampled for the present study (black circles).



Least concern

How to count Biodiversity?

There are many and varied cenotes. The cost of a unique and specific project to document the biodiversity is very expensive. An alternative relies on the contribution of users:



<http://conabio.inaturalist.org/projects/fauna-cenotes-yucatan>

[illegible]

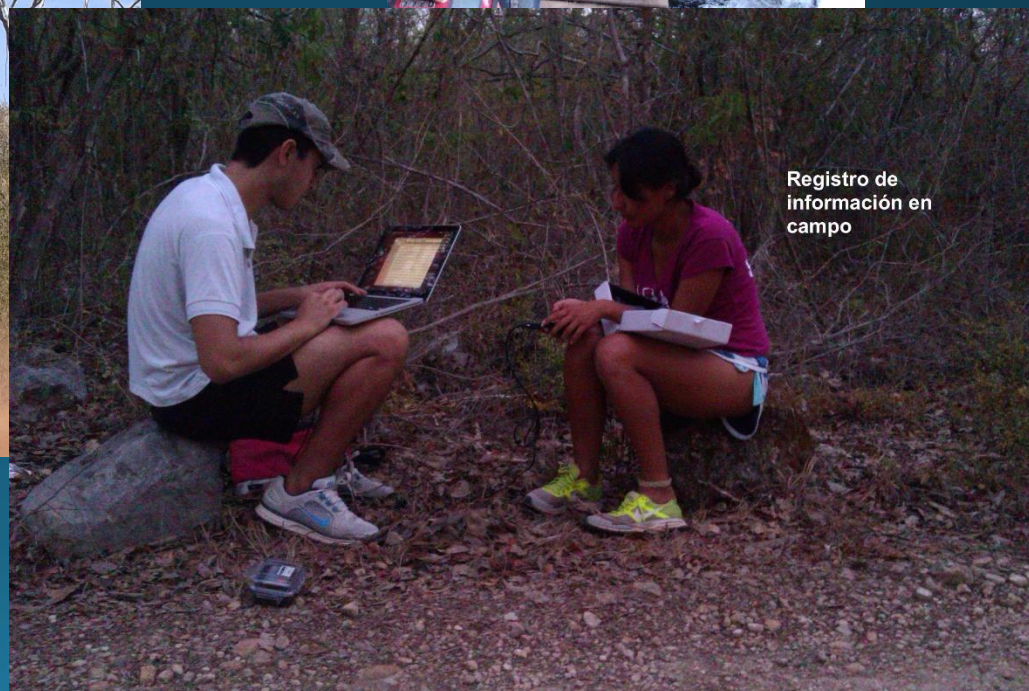




Ubicación de la cámara
fotográfica automática



Medicion en
campo



Registro de
información en
campo

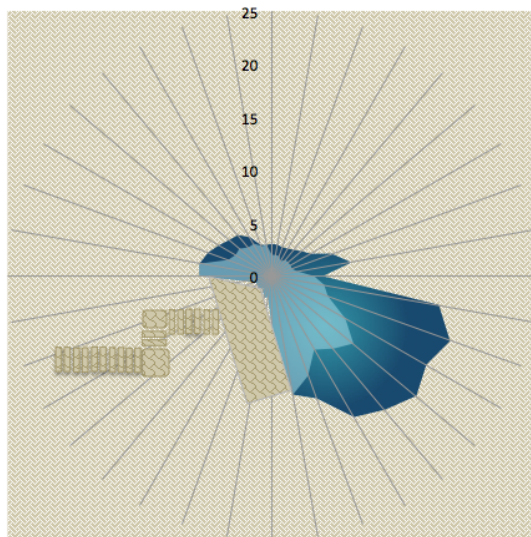
Chart Area



**Área espejo de
agua 204 m2
Dzonbakal**

Cenote en caverna

- Profundidad > 1.5 m
- Zona con pie < 1.5 m
- Plataforma y escaleras



**Área espejo de
agua 231 m2
Sambulá**

Cenote en caverna

- Profundidad > 1.5 m
- Zona con pie < 1.5 m
- Plataforma y escaleras

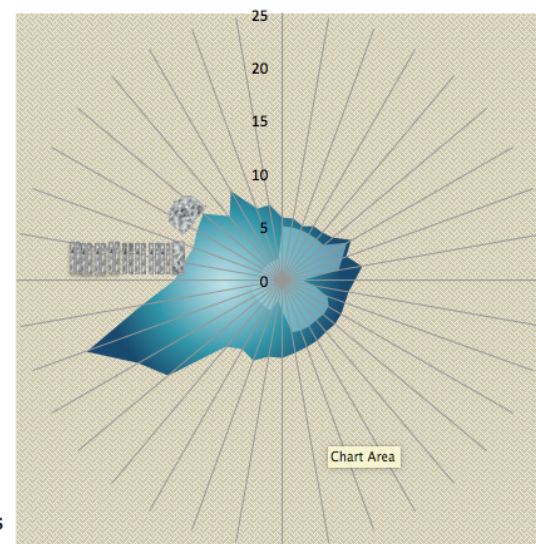


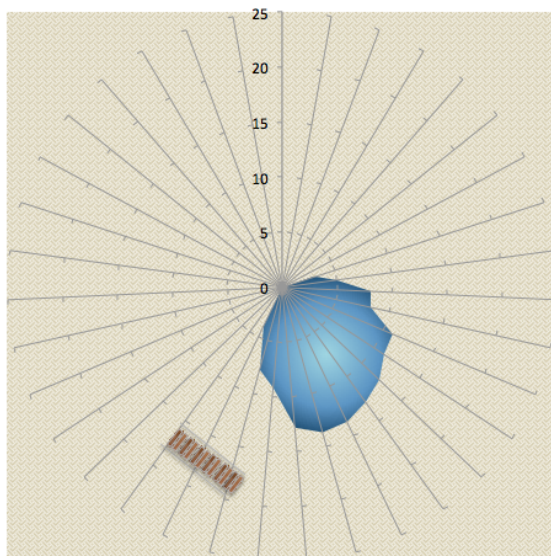
Chart Area



**Área espejo de
agua 120 m2
Yax'Há**

Cenote en caverna

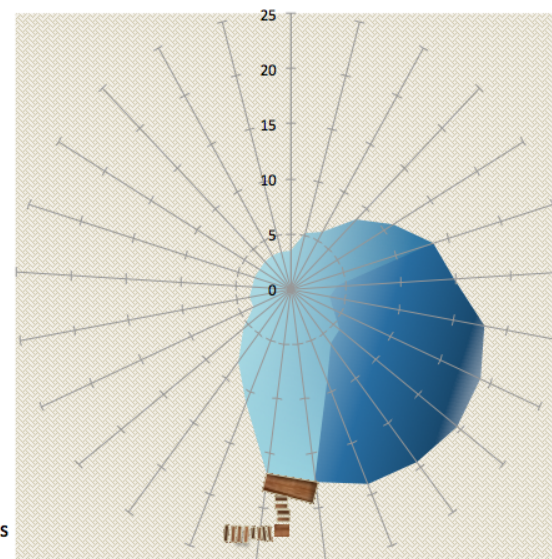
- Profundidad > 1.5 m
- Escaleras



**Área espejo de
agua 432 m2
Kankirixché**

Cenote de cántaro

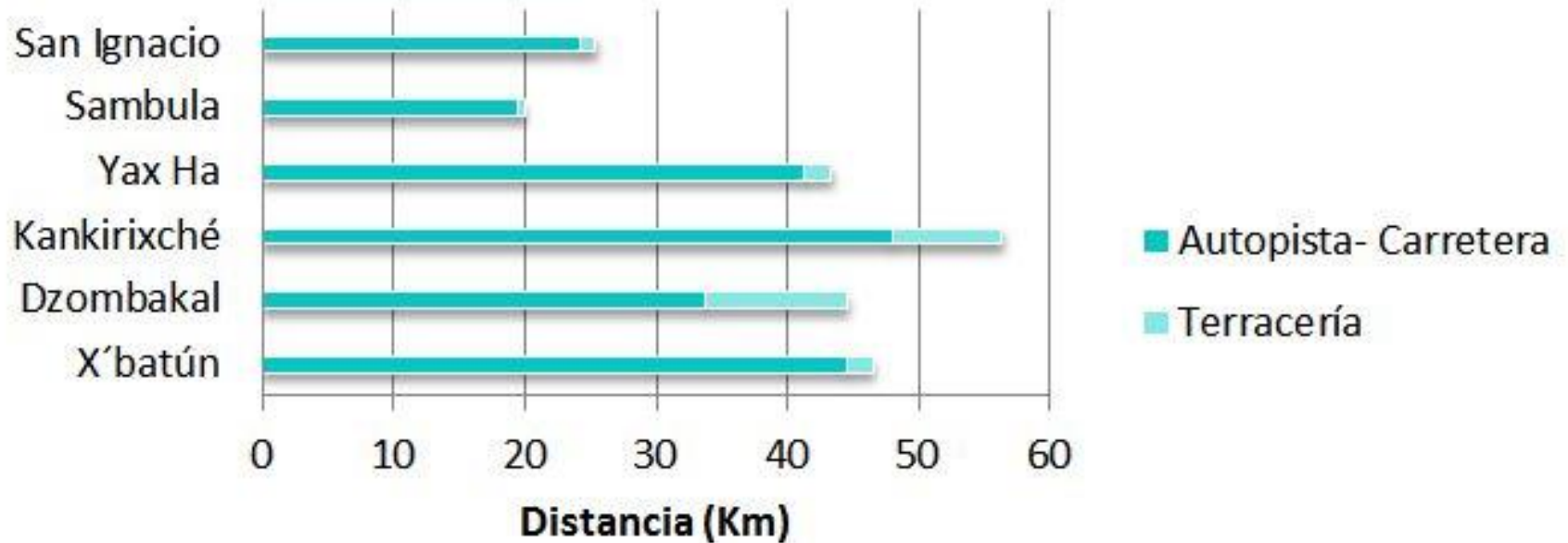
- Profundidad > 1.5 m
- Zona con pie < 1.5 m
- Plataforma y escaleras





Distance To Merida

Distancia desde Mérida



Phototrap



Presencia de personas con capacidades diferentes

> Necesidad de infraestructura especial para discapacitados.



Presencia de visitantes buzos

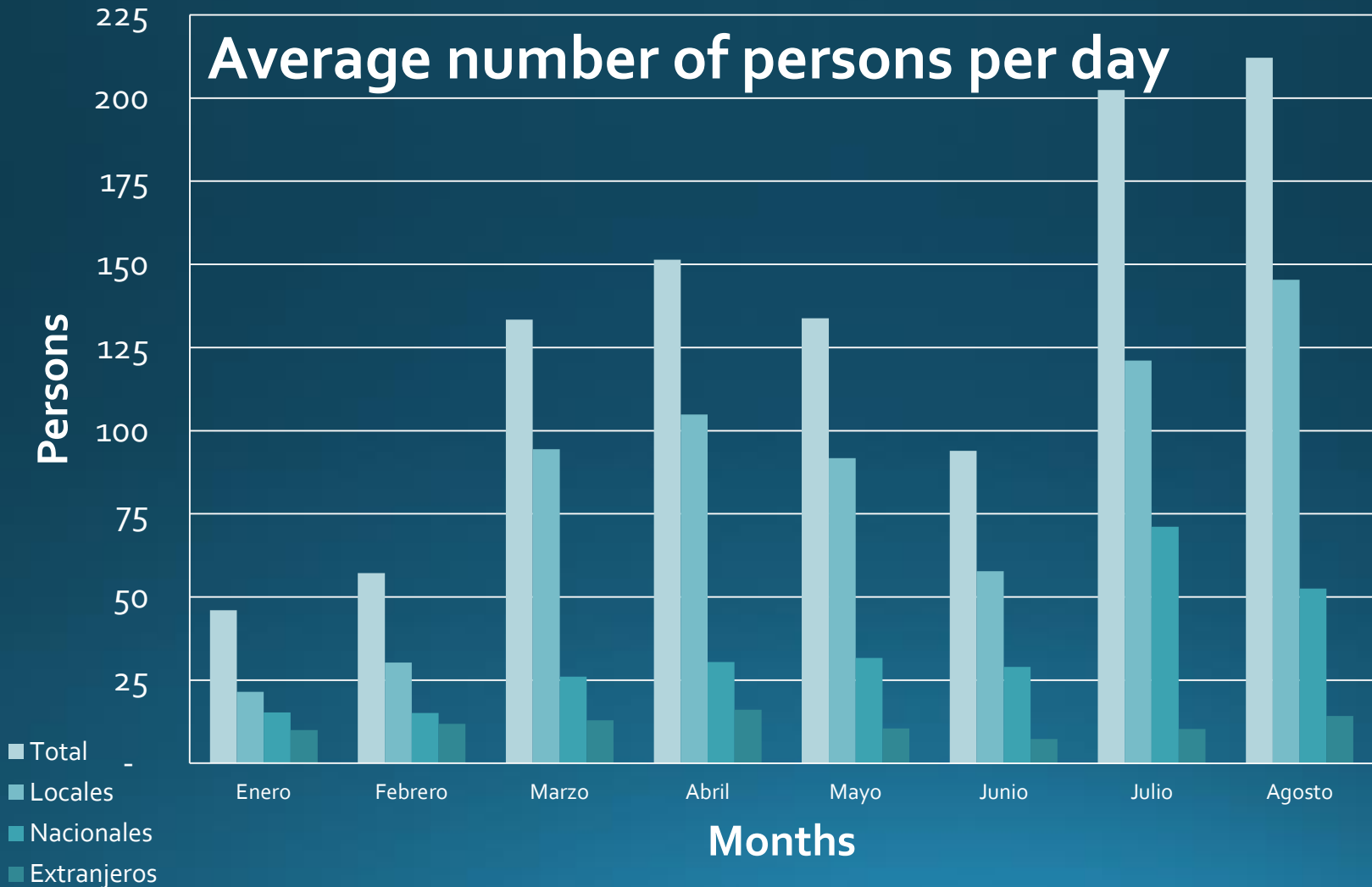
> Necesidad de información y vigilancia de actividades de buceo.

Presencia máxima registrada de vehículos -2 fuera de

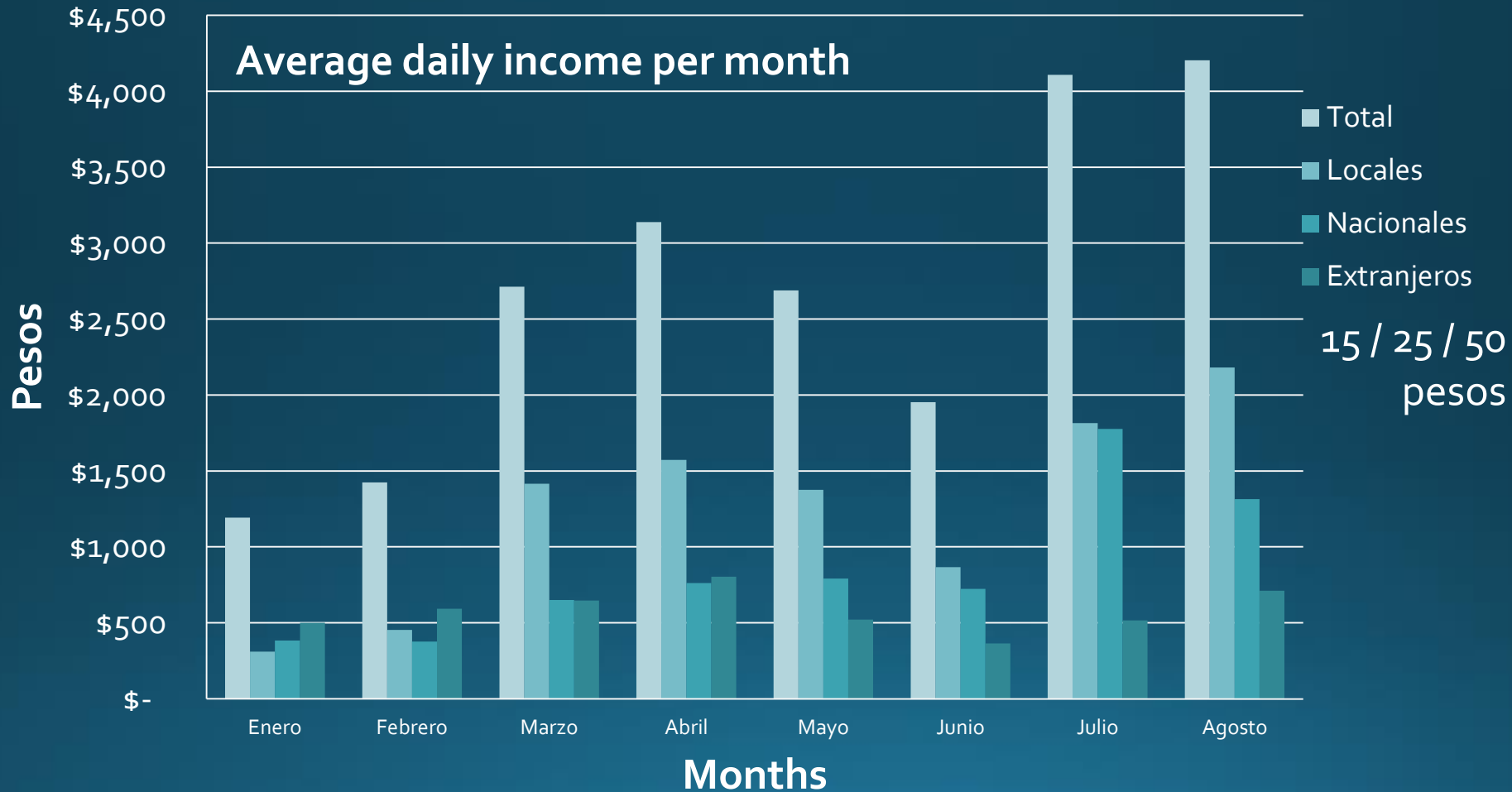
Presencia de línea base de carga, tipo de uso del espacio y ordenamiento del espacio.



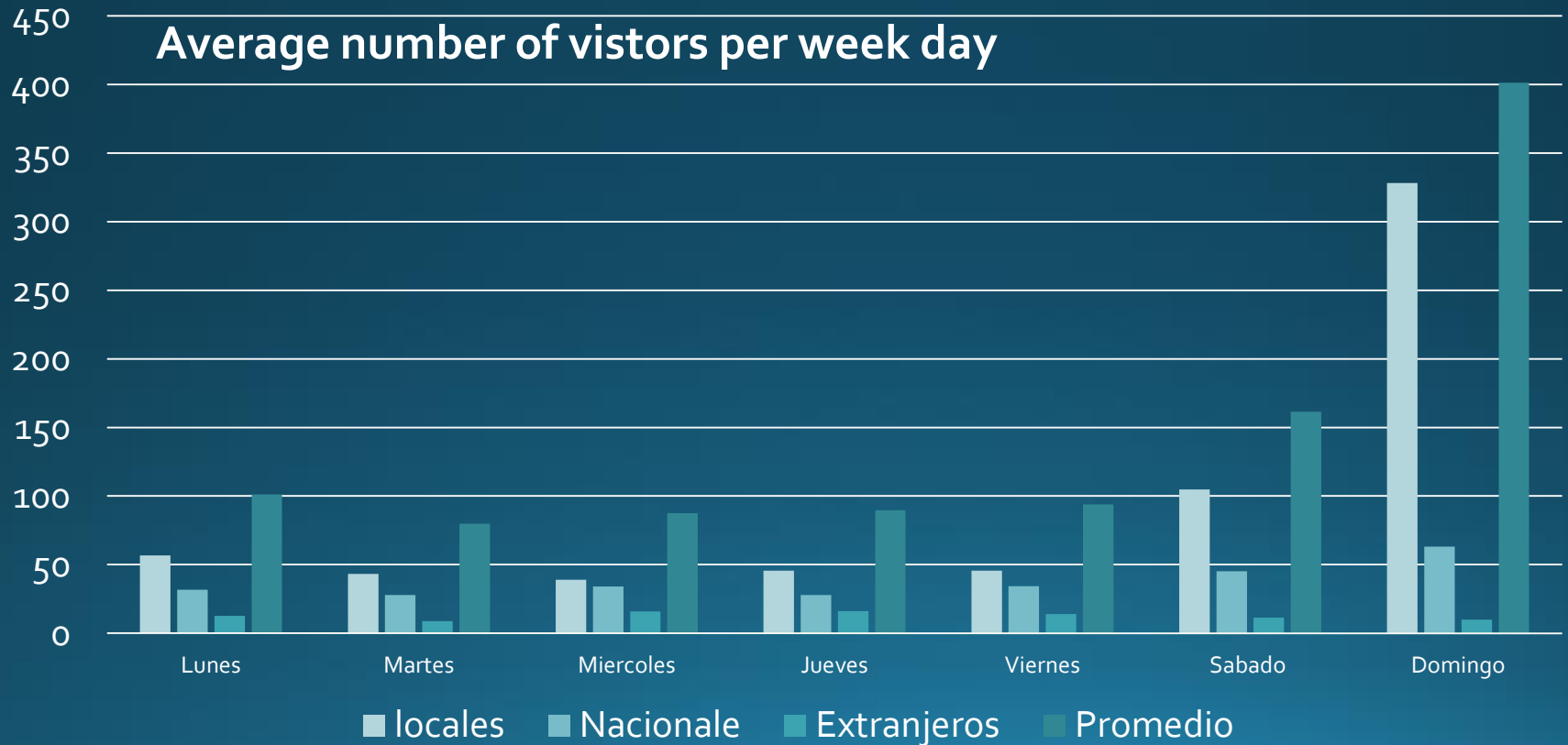
San Antonio Mulix



San Antonio Mulix



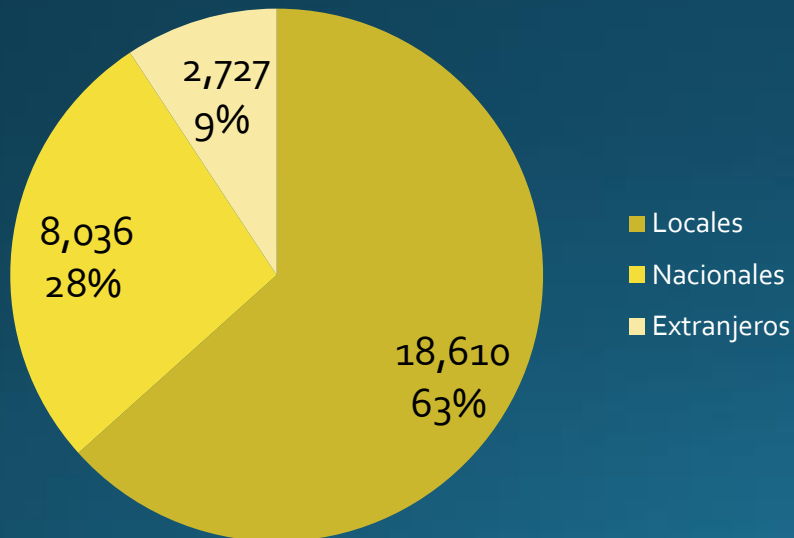
San Antonio Mulix



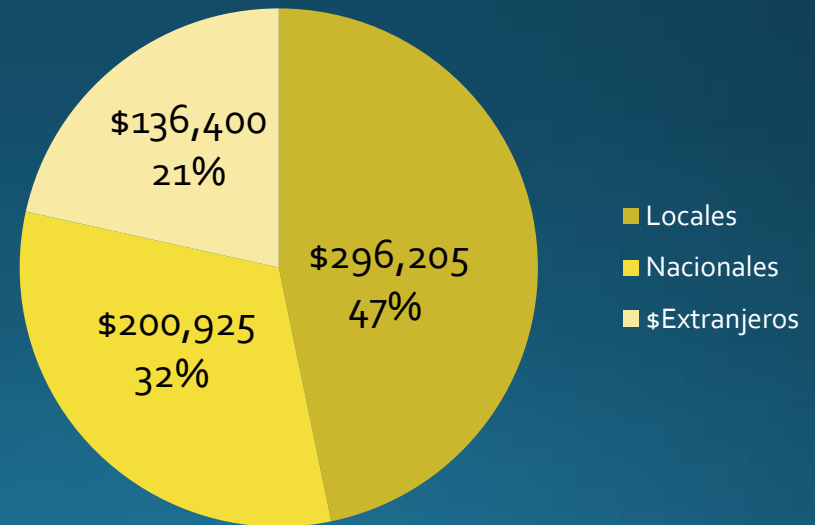
San Antonio Mulix



Total visitors from 1st january to 28th
of august 2015



Total earnings from 1st of january to
28th of august

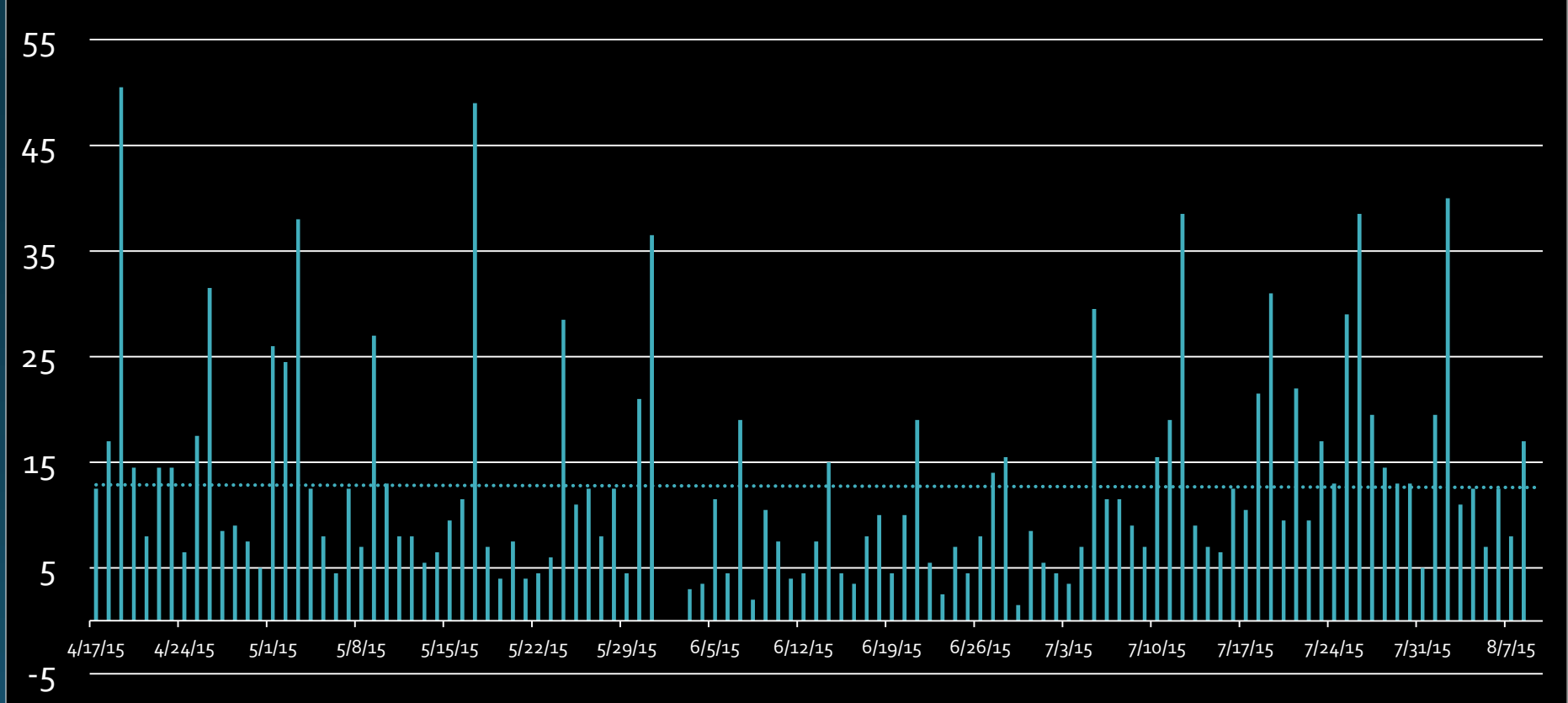


KanKirinxche

17th april to the 9th of august 2015



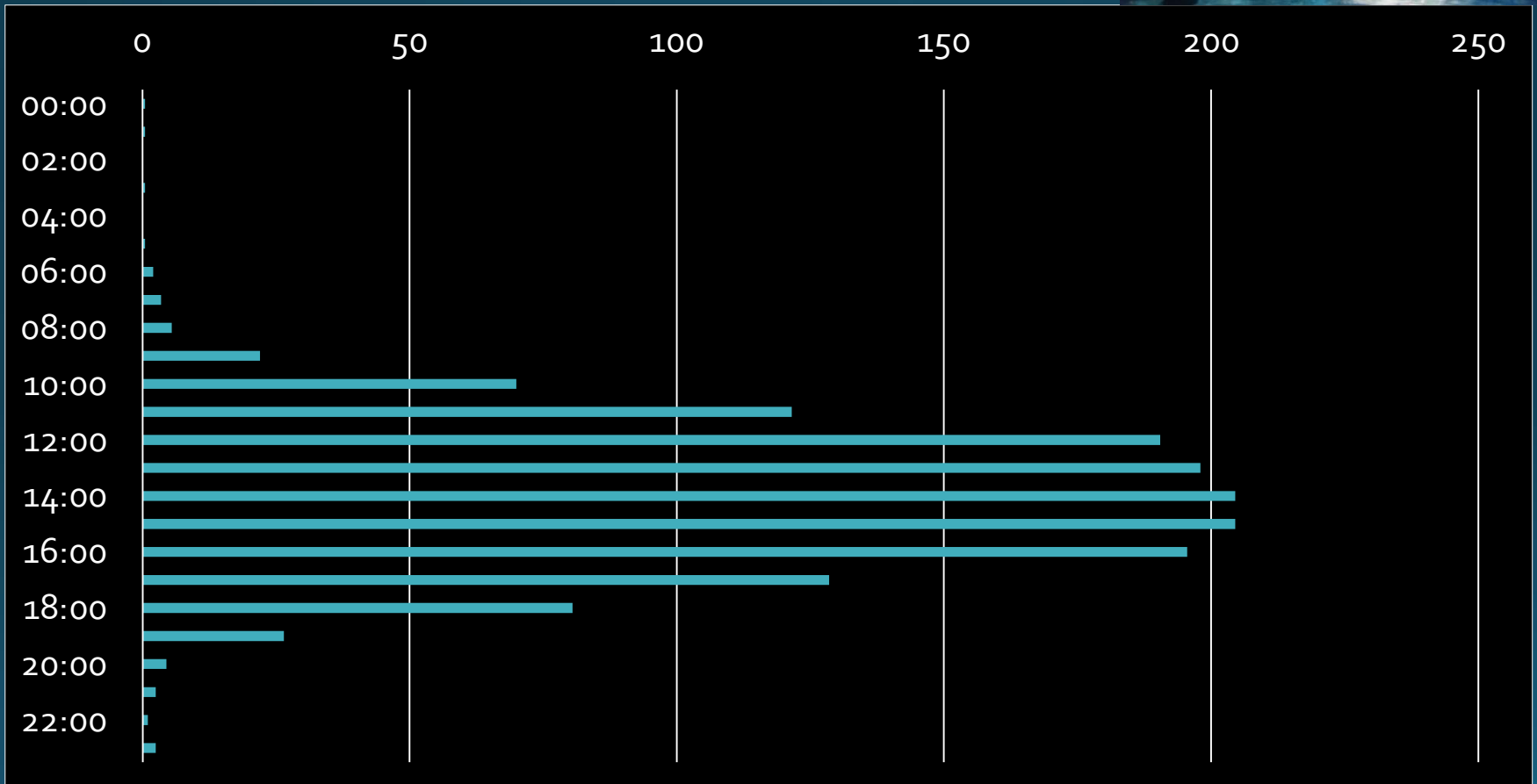
Periodo total de observación



1,466 cars registered - 13 cars per day average

KanKirinxche

17th april to the 9th of august 2015



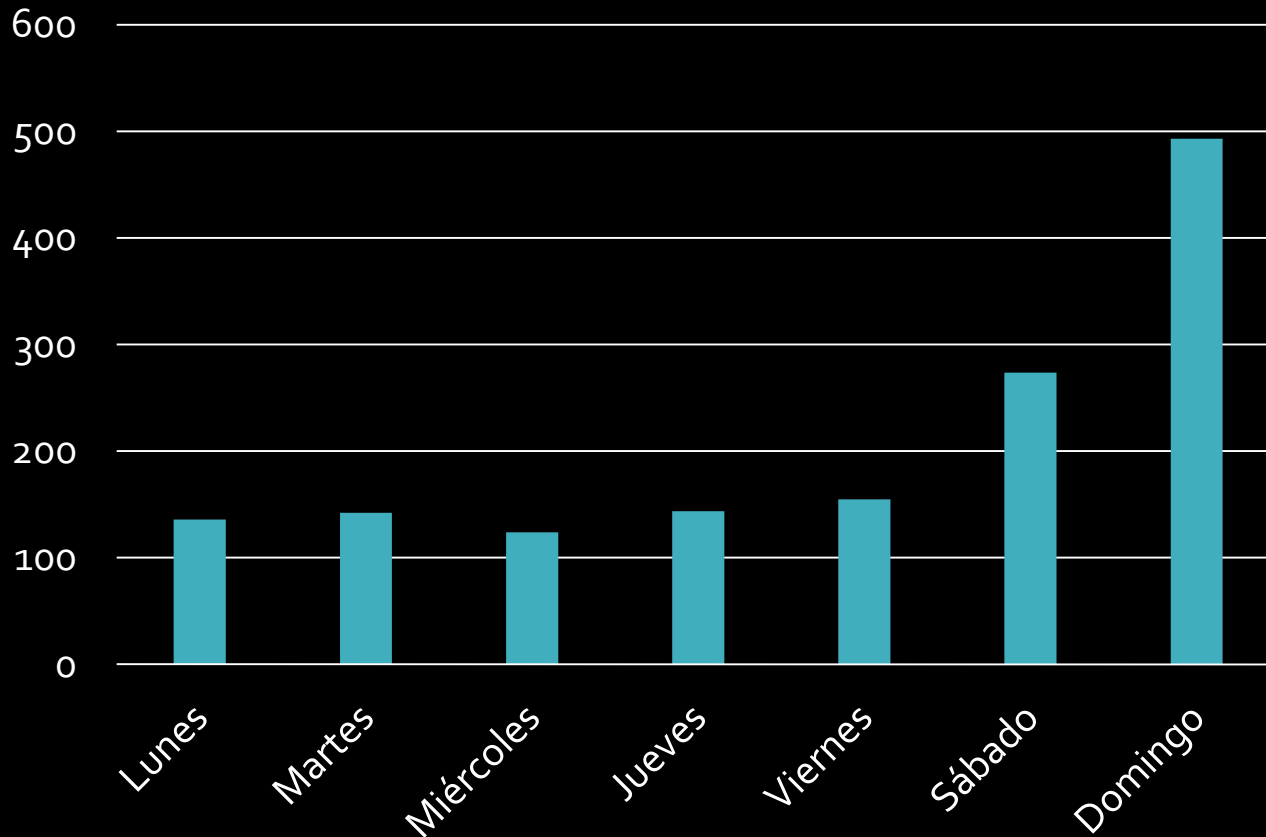
12 to 4 PM is the period with more attendance

KanKirinxche

17th april to the 9th of august 2015



Estimated N visitors per week day



Saturday and Sunday represent 53% of the visits per week

Conclusions

Need for:

- Presence/absence biodiversity database
- Long time monitoring of abundance of more conspicuous species
- Detailed database of cenotes descriptors, both geologic, social and economic metrics
- Longtime monitoring of wáter level, temperatura and other wáter quality variables
- Long-term monitoring of cenote usage intensity
- Management plans that take into consideration carrying capacity



Thank you for your attention

CONTACT:

ns@ciencias.unam.mx

www.bdmy.org