

Publicaciones ULSA

Estadística
para ejecutivos e
Investigadores

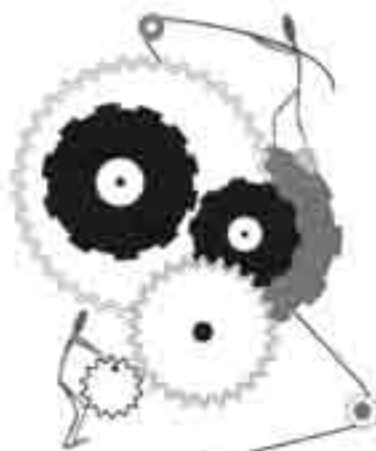


Matemáticas
Básicas y
Financieras



760

Mecánica



O. Bulbulián

Qímica
aplicada para
INGENIEROS CIVILES



O. Bulbulián

Cmodelos
uantitativos
de Optimización
(aplicación de gestión)



O. Bulbulián

++ ++
-- --
++ ++
== ==
√ √ √ √
x x x x

Ecoturismo en México: Arrecifes Coralinos ¹

Ma. del Consuelo Carranza y Simón.
Investigadora del Área de Ciencias Exactas y Naturales
Posgrado e Investigación
UNIVERSIDAD LA SALLE
e-mail: ccarran@ci.ulsal.mx

Recibido: Julio de 2002. Aceptado: Agosto de 2002.

*Los bosques de coral petrificado
trenzan sus brazos de cobre
debajo de la noche de agua.
Entre las estatuas sin ojos
aparecen erizos de piel ígnea:
son las gotas de sangre
que sangra el sol seco desde lo alto.*

Maite Villalobos.

INTRODUCCIÓN

La Comisión de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (1985) –Reporte Brundtland–, se propuso elaborar nuevas formas de evaluar y medir el progreso dirigido hacia un desarrollo sostenible,² mismo que, años más tarde, retomaron los participantes a la Conferencia de Río (1992) –Agenda 21. El término “desarrollo sostenible” modificó la concepción de turismo tradicional –depredador de recursos–, por el de un turismo de respeto que permitiera retomar la simbiosis hombre–turismo–naturaleza. Esta modalidad turística busca el desarrollo sostenible, cuyo fin es restaurar, recuperar y preservar el entorno que es objeto de visita. El turismo de naturaleza o ecoturismo es la alternativa que permite convivir con la naturaleza de forma responsable y respetuosa, tomando en cuenta tres requisitos:

a) Contribuir a la conservación local,

- b) Incluir la participación comunitaria significativa y
- c) Ser rentable y autosuficiente.

A) *Una visión general sobre el ecoturismo en México.*

La diversidad biológica, la variedad de ecosistemas y la riqueza arqueológica de México representan una gama de opciones para el desarrollo del ecoturismo en nuestro país. A través de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección del Ambiente (LEGEEPA), se creó el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SINAP), que tiene como objetivo armonizar los imperativos ecológicos con el desarrollo económico y social de México, de acuerdo con los patrones de sustentabilidad. Actualmente, el SINAP cuenta con 127 Áreas Naturales Protegidas (ANP).

Esta riqueza brinda al viajero la posibilidad de elegir desde bellas sabanas, bosques tropicales, de coníferas, oyameles y manglares, hasta el avistamiento de ballenas, santuarios de mariposas monarca o buceo en las aguas claras y cálidas del Caribe mexicano para admirar las caprichosas formas creadas por la naturaleza en los arrecifes de coral. Todo este patrimonio natural y cultural con el que cuenta Méxi-

¹ Trabajo presentado en el VI Congreso Interamericano sobre Medio Ambiente, en la ciudad de Monterrey, Nuevo León, del 29 de septiembre al 1 de octubre de 1999.

² Desarrollo sostenible es aquél desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la habilidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades" (Reporte Brundtland).

co debe aprovecharse, por un lado, para favorecer la sustentabilidad y, por el otro, en beneficio del desarrollo económico local, regional y nacional de nuestro país.

B) Una visión general sobre los corales (clasificación científica).

Los corales –cuyo nombre científico es *Colpophyllia natans*³– se consideraron plantas hasta el siglo XVIII,⁴ siendo en realidad pequeños animales llamados pólipos, que al nacer presentan formas medusoides y, al llegar a la edad adulta, se fijan a un sustrato y cambian de aspecto.

Los filones construidos por colonias de algas calcáreas, y no corales, se desarrollaron hace dos mil años, aproximadamente a mediados de la última era precámbrica; en la paleozoica, los corales, las esponjas y las algas calcáreas hicieron crecer sus comunidades; y, durante la mesozoica, los corales duros se convirtieron en constructores predominantes. Sin embargo, al final de esta era desapareció un gran número de las familias coralinas, y en el período terciario las especies de corales conformaron los filones, presentando similitudes con la especies actuales.



Boca

Base de Pólipo



Pólipo completo de coral



Tentáculos de pólipos

Los pólipos se componen de epidermis y gastrodermis, la capa del no-tejido fino que se encuentra entre éstos es el mesoglea. Cada coral secreta sustancias calcáreas que conforma un duro esqueleto externo. Se dividen en dos tipos: perfore e imperforate; los primeros son los corales que tienen esqueletos porosos con las conexiones entre los pólipos, a través del esqueleto, y los imperforate, que son los de esqueletos sólidos.

El nombre de coral se le da a los miembros de una amplia clase de invertebrados marinos, pero de manera general se puede decir que se trata de pólipos que al reunirse forman las llamadas colonias de coral. Algunas especies de corales establecen una relación celular con ciertas algas, con las que viven simbióticamente,⁵ aprovechando los desechos metabólicos de éstas, con el objeto de desarrollar sus propias funciones. A este esqueleto productivo es al que se denomina coral, mismo que se subdivide en dos subclases, según las diferencias que presenta su simetría radial.

La clase *Anthozoa* se divide en tres subclases: la primera subclase –*Octacorallia*–, el pólipo cuenta con ocho tentáculos de ramificación lateral o brazos, en los *Octacorallians* se incluyen las gorgonias (abanicos de mar), los corales de tubo de órgano y los corales suaves, formando colonias. Los miembros de la otra subclase –*Zoantharia*–, raramente se ramifican lateralmente. Estos pólipos se caracterizan porque tienen tentáculos en múltiplos de seis, entre los

⁵ Es la asociación en beneficio mutuo.

³ SEDESOL, *Áreas Naturales Protegidas de México*, México, p. 439, 1993.

⁴ Según la información con la que se cuenta fue hasta 1722 que el naturalista Peysonnel cambió la visión en las investigaciones. Hasta entonces se consideraba al coral como un arbusto marino blando que al contacto con el aire cambiaba de textura y se endurecía. Se pensaba que esta planta sufría una mutación y se convertía en un mineral rojizo. www.marenostrum.org. Texto de Joseph Ma. Dacosta, 26 de abril de 1999.

que están los corales negros y los corales de Filón—edificio, que también se conocen como “corales duros” o “corales pedregosos”, y el coral de piedra; los *Zoantharians*, pueden desarrollarse solitarios o en colonias. Los corales desarrollan muy diversas formas de crecimiento, como son:



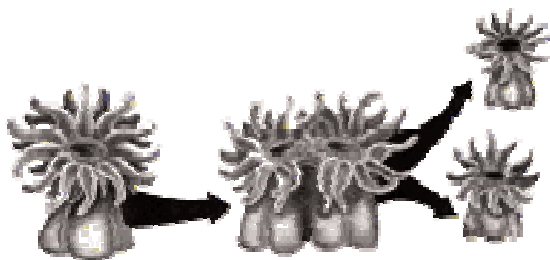
La *Octocorallians*, tiene ocho tentáculos



La *Zoantharians*, cuenta con tentáculos múltiples de seis

I. Colonias.

Las colonias tienen su origen en la unión de pólipos solitarios; estas colonias tienen un diámetro que va desde uno a tres mm, y se conectan lateralmente por medio de tubos que son una extensión de las cavidades gastrovasculares de los pólipos. Los corales se reproducen sexual y asexualmente, un pólipo puede hacer uso de estas dos formas durante el transcurso de vida. Su reproducción sexual es por fertilización interna o externa, los huevos fertilizados son empollados por el pólipo, que después se convierten en larvas de la libre-natación. Al colocarse la larva en un sustrato se convierte en pólipo.



Reproducción de Corales

La construcción en la que viven los pólipos son los depósitos de sus predecesores, de modo que las distintas construcciones dependen de la especie de que se trate.

II. Arrecifes Coralinos.

Se encuentran en la parte relativamente superficial del suelo marino. Se constituyen por una acumulación en forma de roca de esqueletos de calcio de animales coralinos, como el alga roja y otros. Los arrecifes crecen de uno a 20 cm por año y son tropicales, se extienden cerca de 30° al norte y al sur del ecuador y habitan únicamente en las aguas no menores a los 20°C (68°F); es decir, en aguas tropicales tibias.⁶

Los arrecifes no se encuentran en aguas profundas sino en las cercanas a la superficie marina, de manera que la luz les penetre fácilmente. La causa de lo anterior radica en que en los arrecifes viven las algas simbióticas llamadas *zooxanthellas* sin las que los corales no son capaces de sobrevivir; éstas requieren de luz para hacer su fotosíntesis. Entre las funciones principales de las *zooxanthellas* está la de proporcionar el carbón a los corales, con el que incrementa su energía. Ya satisfechas las necesidades de carbón, sólo les queda recibir el nitrógeno y el fósforo que requieren estos animales, elementos que absorberán a través de la comida.⁷



Arrecifal de Coral⁸

⁶ “Coral”, *Microsoft Encarta 98 Encyclopedia*, Microsoft Corporation, 1993–1997.

⁷ Nybakken W. Janes & Webster K. Steven, “Life in the Ocean”, *Scientific American*, vol 9, núm. 3, Nueva York, USA, pp. 72-87, 1998.

⁸ [Http://www.unicamp.br/fea/ortega/eco/esp/esp-10b.htm](http://www.unicamp.br/fea/ortega/eco/esp/esp-10b.htm)

La dependencia que tienen los corales de las algas varía dependiendo de las especies y de su localización. Los esqueletos coralinos son la base de los arrecifes, junto con los corales hydrozoas, las algas proveedoras de calcio, los moluscos y las esponjas.

a) Formas de Vida.

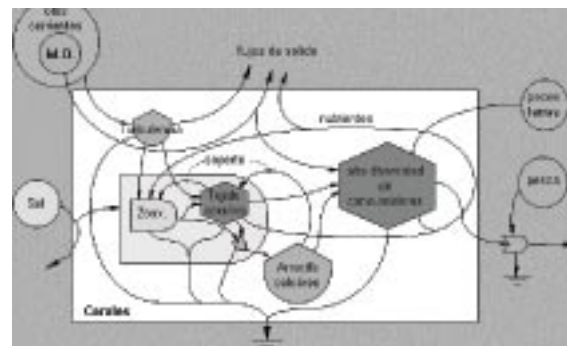
Se tuvo durante mucho tiempo la creencia que los corales se desarrollaban en el fondo de los mares tropicales y que las siguientes generaciones habían crecido encima de los esqueletos muertos del carbonato de calcio. Los arrecifes de coral son ecosistemas con estructuras definidas, compuestas, en una de sus partes, por plantas fotosintéticas, entre las que están las *zooxanthellas*, y algunos consumidores. La otra parte de los arrecifes consiste en pólipos vivientes.

Alrededor de los pólipos hay un esqueleto de calcio que contiene filamentos de algas verdes, sin embargo, no es esta clase de alga la única que cohabita con los corales, hay otra, por ejemplo, que crece en la superficie de los viejos depósitos esqueléticos. Esa alga y otras plantas semejantes se convierten en los productores primarios (de la cadena alimenticia).

Las *zooxanthellas* fotosintéticas y los filamentos de alga verde proveen de alimento energético a los pólipos coralinos. Los animales coralinos sólo se alimentan por la noche, y lo hacen de plancton –*zooplankton*–, al cual capturan con sus tentáculos o brazos; sin embargo, es importante precisar que los animales coralinos no hacen presa al plancton por las calorías que contiene sino por la cantidad de nutrientes que les aporta, fósforo especialmente.⁹

Por medio de la digestión, los corales liberan estos nutrientes que llegan a las algas. El ciclo del coral y las algas consiste en el intercambio de nutrientes, mismos que no podrían obtenerse del agua. Se considera que el 90% del total de la fotosíntesis y del aporte de oxígeno a la atmósfera se realiza en los océanos. El primer eslabón de la gran cadena alimenticia del mundo acuático es el fitoplancton.

En el ecosistema se encuentran peces herbívoros como el colorado pez mariposa, el golfillo de mar, el pepino del mar, y las estrellas, así como numerosas especies de moluscos que se alimentan de algas. Escondidos en las cuevas, detrás de los arrecifes y sobre las rocas, se pueden hallar diversos animales y tiburones. Las burbujas salen de los arrecifes, millones de peces nadan en grupos de día sobre las mura-las de calcio y de noche duermen en su interior, entre estos animales están los *ptero-caesiotile*. Los numerosos micro habitantes y la productividad del arrecife soportan una gran diversidad de vida marina que hace de los arrecifes corali-nos una manifestación ecológica muy atractiva para cualquier ser humano.¹⁰ Al morir los corales, los esqueletos de piedra calcárea son invadidos por algas no simbióticas de vida.



Ecosistema de arrecifes de coral M.O. partículas de materia orgánica en el agua ¹¹

b) Clases de arrecifes.

De acuerdo con la teoría de Charles Darwin, los arrecifes coralinos son de tres tipos: el filón de franja –orla–, de barrera y de atolón. Los de franja se extienden hacia la superficie de la orilla de la playa de una isla o de tierra firme; se encuentran comúnmente en las islas del Pacífico Sur, las islas hawaianas y en partes del Caribe. Los de barrera están más lejos de la orilla, con un canal o un lago entre el arrecife y la orilla, pueden admirarse en el Caribe y en la zona Indo-Pacífico, como es el caso del gran filón de la barrera australiana nortea, catalogado como el filón más grande del mundo con una extensión de 2 mil kilómetros. Los de atolón son islas coralinas, normalmente consisten en un arrecife estrecho con forma de herradura, en el centro

⁹ Coral Reef, Microsoft Encarta 98, Enciclopedia, Microsoft Corporation, 1993-1997.

¹⁰ *Íbidem*

¹¹ [Http://www.unicamp.br/fea/ortega/eco/esp/esp-10b.htm](http://www.unicamp.br/fea/ortega/eco/esp/esp-10b.htm)

del cual se encuentra una laguna poco profunda, el atolón más grande es el Kwajalein, que rodea una laguna y mide noventa y siete kilómetros de largo.

Tipos de Filones



De Franja

De barrera

De atolón

c) Sistemas arrecifales más importantes del Mundo

El mayor sistema arrecifal a nivel mundial es la Gran Barrera Arrecifal, localizada en la costa oriental de Australia y los arrecifes aledaños del sudeste asiático, tanto por su tamaño como por su riqueza de especies. El segundo en importancia se ubica frente a las costas de Belice, junto con los arrecifes de Quintana Roo, México, Guatemala, y Honduras. El del Mar Rojo, aunque es uno de los más visitados, no es comparable a los anteriores ni por su tamaño ni por su estado de conservación.¹²



Zonas Arrecifales del planeta

d) Arrecifes del Caribe Occidental

El Sistema Arrecifal del Caribe Occidental se encuentra a lo largo de las costas de México, Belice, Guatemala y Honduras. Su extensión es de aproximadamente mil kilómetros y está conformado por una gran variedad de ecosistemas. La porción mexicana es de tipo bordeante; en la parte norte hay arrecifes relativamente someros que van desde Cancún hasta Punta Marona y,

finalmente, un importante desarrollo arrecifal profundo desde Puerto Aventura hasta la frontera con Belice.¹³

La costa occidental de Cozumel presenta arrecifes profundos, mientras en la oriental se encuentran porciones con macizos y canales. Al final está el Banco Chinchorro, que es una plataforma arrecifal de forma ovalada que cuenta con un importante desarrollo y una gran diversidad de ambientes.

En Belice los ecosistemas arrecifales son considerados únicos en el hemisferio occidental por su tamaño y variedad, así como por el desarrollo de los corales en condiciones prístinas.

Entre las características geofísicas que presentan, se encuentra la conformación de un arrecife de barrera casi continuo en el borde de la plataforma y un complejo laberinto de parches arrecifales sobre una laguna arrecifal amplia y relativamente profunda.

En la costa norte, cerca de la frontera con México, en el Cayo Ambergris, y al sur entre Placentia y Punta Icacos, se encuentran los arrecifes bordeantes de Belice. Además, se presentan tres plataformas arrecifales: Turneffe Island, Lighthouse Reef y Glovers Reef.

El desarrollo arrecifal en Guatemala está limitado por la influencia fluvial que ejercen los ríos Motagua y Dulce sobre la Bahía de Amatique, por lo que los arrecifes presentan un menor grado de desarrollo y su distribución es más aislada en comparación con el resto de la zona. Sin embargo, estos son de gran interés científico por ser representativos de comunidades coralinas viviendo bajo presiones ecológicas naturales¹⁴.

En Honduras los arrecifes se dividen, por su ubicación, en dos grupos: los localizados en las islas de la Bahía, donde hay arrecifes de plataforma, bordeantes y de parche; y los de las islas de la Mosquitia, donde se hallan arrecifes bordeantes y de parches. Ambos grupos presentan una gran diversidad tanto en las zonas someras como en las profundas, contando con porciones de canales y macizos de gran belleza.

¹² INE, "Conservación y uso de los arrecifes en México", *Gaceta Ecológica*, núm. 42, p.33.

¹³ *Idem.*, p. 33.

¹⁴ *Op.cit.*, Conserva.

e) Arrecifes Mexicanos

Los casi diez mil kilómetros de litoral de nuestro país son bañados por aguas que presentan diferentes características, y que han permitido la gran diversidad de ecosistemas, flora y fauna marina. México cuenta con grandes formaciones arrecifales, como las que van desde el sur del Caribe mexicano, donde forman parte del sistema arrecifal beliceño, y que de manera discontinua llegan hasta Yucatán, a la plataforma continental de Campeche y frente a Veracruz. En el Golfo de México existen 30 formaciones arrecifales, las más importantes son: la Blanquilla, Isla de Lobos y de Enmedio, en la zona de Tampico-Tuxpan; la Gallega, la Galleguilla, Anegada de Adentro, Isla Verde, Sacrificio y Pájaros, en Veracruz; Chopas, Enmedio, Anegada de Afuera, Cabezo y Rizo; en la Plataforma de Campeche; Arcas, Obispo, Triángulos, Banco Nuevo, Banco Inglés, Arenas y Alacrán, además de los arrecifales caribeños.¹⁵ Al sur de la Península de Baja California, entre La Paz y Cabo San Lucas, se encuentra Cabo Pulmo, arrecife considerado como el más norteño de todo el Pacífico Oriental.

La gran diversidad de corales formadores de arrecife, de acuerdo con la información de los investigadores Horta-Puga y Carricart-Gavinet, es de 63 especies, 46 de las cuales viven en el Atlántico y 17 en el Pacífico. México cuenta con once áreas naturales arrecifales protegidas:

➤ **Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano:** se localiza en el estado de Veracruz –en los municipios de Veracruz, Boca del Río y Alvarado–, su superficie es de 52,239 ha. Este sistema arrecifal está formado por 17 arrecifes, 11 de los cuales se encuentran frente a Antón Lizardo y los seis restantes enfrente del Puerto de Veracruz. Al noroeste se unen con el Sistema Arrecifal Veracruzano Norte –cuya ubicación es enfrente de la Laguna de Tamiahua–, y al este con el Sistema Arrecifal de Campeche y Yucatán.

La importancia de este sistema radica tanto en su tamaño, como en el número de especies que en él habitan. Entre las que se encuentran peces de mil formas y colores, esponjas, erizos,

estrellas, además de barreras de coral de fuego, cuernos de alce y arroz, conglomerados, redondos de coral, de cerebro y estrella, entre otros. Está formado por bajos, islas y arrecifes que se localizan en la parte interna de la plataforma continental del Golfo de México, elevándose desde profundidades cercanas a los 40 m. Presenta diferencias en las zonas expuestas al movimiento del oleaje y las zonas protegidas. Se decretó Parque Nacional en 1992.

Amenazas: deterioro por la sobreexplotación del coral dada la importancia económica que representa para los pobladores de las zonas costeras los corales y las conchas; así como la contaminación y la pesca mecanizada.

➤ **Parque Nacional Arrecifal Alacranes:** se localiza en el estado de Yucatán, a 130 km de la costa del Municipio de Progreso. Su superficie total es de 333,768 ha, y la zona de núcleo es de 31,669 ha. Lo constituyen cinco islas llamadas: Pérez, Chico, Lagarta, Deserto y Desterrada. La vegetación que se encuentra en estas islas es de dunas costeras. Cuenta con 24 especies de corales pétreos, localizados en la barrera, la laguna central y la costa occidental. Este atolón es el más norteño en el banco de Campeche, la forma de las islas que lo conforman es cambiante debido a las tormentas y las variaciones de dirección del viento. En 1994 fue decretado Parque Nacional.

Amenazas: explotación pesquera inmoderada, turismo no regulado, contaminación proveniente del lavado con detergentes tóxicos en los tanques de los buques, además de la contaminación por el petróleo.



Coral¹⁶

¹⁵ [Http://www.txinfinet.com/mader/ecotravel/mexico/ecologia/98/0398golf1.htm](http://www.txinfinet.com/mader/ecotravel/mexico/ecologia/98/0398golf1.htm)

¹⁶ <http://www.aquadec.net/spanish/austral/aust1.htm>

➤ **Parque Nacional Cabo Pulmo:** Se encuentra frente al municipio de Los Cabos, al sureste del estado de Baja California Sur, con una superficie de 7,111ha. Este arrecife es el único que se localiza en las aguas del Pacífico Este, sus formaciones coralinas representan un tipo de hábitat cuyas características ecológicas son importantes si se toma en cuenta su alta productividad biológica. En el fondo se localiza parte de una terraza marina que viene de tiempos geológicos, considerándosele uno de los arrecifes más antiguos del Pacífico americano, de acuerdo con restos paleontológicos encontrados recientemente.

En él viven una maravillosa fauna marina, como son los peces plateados, las mantarrayas y peces multicolores. Sin embargo el crecimiento de los arrecifes es más lento ya que éstas son aguas menos cálidas que las del Caribe. Se decretó Parque Nacional en 1995.

Amenazas: existe una presión adversa sobre los recursos del arrecife por las actividades que se desarrollan en la zona, por ejemplo, la pesca comercial y deportiva, el buceo deportivo y el turismo en general, la sobreexplotación de los recursos naturales -flora y fauna- y el aumento de la población en el área.

➤ **Parque Nacional Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc:** está en el estado de Quintana Roo –en los municipios de Isla Mujeres y Benito Juárez–, su superficie es de 8,673.06 ha. Se localiza en tres polígonos: a) Costa Occidental de Isla Mujeres: 2,795 ha. b) Punta Cancún: 3,301 ha., y c) Punta Nizuc: 2,576 ha. Las formaciones coralinas más importantes son: Los Cuevos, Cuevas de Don Miguel, Chitales, El Túnel, La Bandera, La Iglesia, Punta Cancún y Punta Nizuc. En las cercanas a Isla Mujeres están: Los Manchones y El Garrafón. Los parches coralinos se desarrollan a profundidades entre los cinco y 12 m, en lo que se ha llamado barrera arrecifal interior. En las aguas más profundas –entre 20 y 25 m– existen formaciones de gran tamaño, donde pueden admirarse peces de diversos colores, corales cerebro, estrella, cuerno de alce, lechuga y más de 30 especies coralinas. En este parque marino la superficie terrestre es muy pequeña, ya que constituye únicamente el islote llamado “La Carbonera” en Isla Mujeres y, en Punta Cancún, se

encuentran tres pequeños islotes en donde se tiene el único registro en el país de dos especies de golondrina de mar (*Anous minutus* y *A. stolidus*), que anidan en ellos. Fue decretado Parque Nacional en 1996.

Amenazas: actividades turísticas no controladas, acciones en las operaciones de embarcaciones, pesca fortuita, contaminación del agua por aceites, aguas jabonosas y desperdicios, por construcciones al margen de la regulación establecida, además de las presiones sociales por la continua demanda de nuevos permisos para realizar actividades dentro del Parque, etc.



Cresta arrecifal¹⁷

➤ **Parque Nacional Arrecifes de Cozumel:** Se localiza en el estado caribeño de Quintana Roo –en los municipios de Cozumel y Quintana Roo– frente a las costas del estado. Alberga las formaciones arrecifales más importantes del Caribe mexicano, mismas que fueron reconocidas como las más bellas del mundo. Sus ecosistemas son: arrecifes coralinos, pastizales marinos, camas de algas, manglares, dunas costera, playas arenosas, playas rocosas, etc. Su superficie es de 11,988 ha. Su fauna es principalmente acuática, en él se hallan representados casi todos los grupos faunísticos, volviéndose un área de reservorio tanto de especies de flora, como de fauna marina. Algunas de las especies que alberga se encuentran en peligro de extinción o amenazadas, por lo que están sujetas a protección. En sus aguas transparentes y poco profundas viven esponjas rojas, cafés, amarillas y estrellas de mar, así

¹⁷ Autor: Javier de la Maza Contreras

como conglomerados de coral de fuego, de cerebro, de lechuga y cuerno de ciervo.

Amenazas: Degradación de las estructuras coralinas, reducción de la biodiversidad, sobre-explotación pesquera, contaminación del agua y pérdida de hábitat originada por la elevada afluencia turística, la falta de educación ambiental, el crecimiento irracional de la infraestructura turística y la falta de la aplicación de la normatividad y en el desmedido crecimiento de prestadores de servicios. Dos puntos fundamentales son: la falta de educación ambiental y de los mecanismos que regulen las actividades. En particular, el acelerado desarrollo de la infraestructura turística y urbana a lo largo de la costa, combinado con el escaso cumplimiento a la normatividad ambiental existente, representa actualmente la mayor fuente potencial de deterioro para los ecosistemas arrecifales y para el entorno natural en general.

Reserva de la Biosfera Banco Chinchorro: Se localiza en el estado de Quintana Roo, –en el municipio de Othón P. Blanco–, contando con una superficie de 144,360 ha. Los corales forman un cordón arrecifal que conforma la estructura morfológica. La composición de las especies coralinas se encuentra representada por haxacorales, octacorales e hidrozoarios que hacen un total de 93 especies, así como por la gran diversidad de tipos de corales, de gorgonáceos e hidrozoarios. A diferencia de los otros arrecifes mexicanos, éste no se desarrolla sobre la plataforma continental o insular, sino sobre una profunda cresta submarina. Es el arrecife más grande y presenta múltiples formaciones coralinas muy desarrolladas, constituyendo un sistema arrecifal en sí mismo. Es una de las zonas más productivas por la explotación de especies de alto valor económico. Esta Reserva fue reconocida por la UNESCO, previo análisis de la UICN¹⁸ y la aprobación de la Oficina del Consejo Internacional de Coordinación del Programa MAB-UNESCO.

Amenazas: Principalmente la pesca ilegal de caracol rosado, las actividades turísticas no reguladas y el emblanquecimiento de corales, lo que modifica el entorno.

➤ **Parque Nacional Isla Contoy:** Se ubica en el estado de Quintana Roo –en el municipio de Isla Mujeres–, en el extremo poniente del canal de Yucatán, siendo su límite el Golfo de México y el Mar Caribe. Sus ecosistemas son: manglares, selva baja caducifolia y dunas costeras. La ausencia de agua dulce en la isla reduce el número de especies terrestres. Se considera el principal refugio de aves del Caribe mexicano. Alberga una de las colonias más relevantes de la costa atlántica de nuestro país, en ella se encuentra el pelicano café, anidan las tortugas marinas carey, la caguama y blanca. La flora marina es diversa y abundante, especialmente en Ixlache, arrecife que forma parte del Gran Arrecife Mesoamericano, –segundo en importancia en el mundo.

Amenazas: Incumplimiento de las normas en el Parque, inadecuada disposición de residuos sólidos, pesca prohibida, violación al reglamento respecto a las actividades de anclaje de embarcaciones, uso de snorkel, etc. Se decretó Parque Nacional en 1998.

➤ **Reserva de la Biosfera Arrecifes de Sian Ka'an:** se localiza en el estado de Quintana Roo –en el litoral del estado, en los municipios de Carrillo Puerto y Solidaridad–, cuenta con una superficie de 528,147 ha. Sus ecosistemas: bosque tropical caducifolio, bosque tropical subperennifolio, vegetación acuática, subacuática y dunas. En la barrera se encuentran 60 especies de corales.

Forma parte del segundo más largo del mundo, en esta reserva existen diversos ambientes marinos representativos de las costas del estado. Esta Reserva fue reconocida por la UNESCO, previo análisis de la UICN¹⁹ y la aprobación del Bureau del Consejo Internacional de Coordinación del Programa MAB-UNESCO.

➤ **Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos:** Ubicado en el estado de Quintana Roo, se decretó área natural protegida, con el objeto de preservar las especies de coral, peces, moluscos, crustáceos y otros organismos marinos. Forma parte del Gran Arrecife Mesoamericano. Se localiza en la Costa Caribe del municipio de Benito Juárez. En la laguna

¹⁸ Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.

¹⁹ Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.

arrecifal se desarrollan pastos marinos que retienen sedimentos, lo que evita la erosión de la costa y disminuye la fuerza del oleaje. En esta laguna y en el área arrecifal viven numerosas especies de peces, invertebrados y plantas, algunas de las que se encuentran amenazadas o sujetas a protección especial. Se decretó Parque Nacional en 1998.²⁰

Se estima que en corto tiempo y siguiendo la política ambiental actual se sumarán a las anteriores tres Áreas Naturales más, con lo quedarán protegidas prácticamente todos los sistemas arrecifales más importantes de nuestro país.

- **Parque Nacional Arrecifes de Xcalak.**
- **Parque Nacional Arrecifes de Puerto Aventura-Tulum y Punta Maroma**
- **Parque Nacional Arrecifes del Banco de Campeche.**²¹

Turismo ecológico en los arrecifes coralinos.

La importancia del turismo se puede valorar en todo el mundo, ya que es una fuente principal de ingresos para muchos países. El ecoturismo, en cierto sentido, busca continuar con estos beneficios además de exaltar el cuidado del medio ambiente. Como se puede concluir, el provecho que ofrece esta modalidad turística es en favor de la humanidad entera y no se limita a las generaciones presentes.

Según los datos otorgados por SEMARNAP, el turismo contribuyó con el 11% del producto bruto mundial en el año de 1995.²² Es un tanto difícil determinar cuánto fue el ingreso económico del ecoturismo, principalmente porque es una empresa nueva y porque en muchas ocasiones se realiza de manera individual. Sin embargo, se ha calculado que la tasa de crecimiento del ecoturismo es cercana al 20% anual, con lo que en pocos años se comenzarán a notar sus resultados en el producto interno bruto de cada país.

Los arrecifes, como ya se anticipó al inicio de este trabajo, cuentan con un gran potencial ecoturístico, ya que su belleza y su poca exploración funcionan como ganchos para miles de turistas de naturaleza. Y si a lo anterior se suma que las playas son uno de los destinos más visitados, se concluye que con organización, normatividad y servicios necesarios, los arrecifes coralinos pueden estar fácilmente al alcance de todo visitante.



*Corales*²³

México, como ya se estudió, es un país que alberga a lo largo de su territorio litoral inmensas formaciones coralinas que son materia del ecoturismo. Uno de los casos es el de Cozumel, en donde cerca del 70%²⁴ de los turistas tienen como principal atracción el buceo en el Parque Marino.

Según la SEMARNAP, los objetivos primordiales del ecoturismo radican en valorar los servicios ambientales, entre los que están:

- ❖ La biodiversidad como patrimonio apreciable de la población.
- ❖ Servicios escénicos y paisajísticos.
- ❖ Hábitat de especies carismáticas.
- ❖ Información biológica, cultural, evolutiva y ecológica.
- ❖ Calidad y valor agregado a los productos turísticos.
- ❖ Elementos y oportunidades de recreación.

²⁰ Toda la información sobre Áreas Naturales Protegidas se obtuvo de: <http://www.ine.gob.mx/unacnp/listan>

²¹ INE, "Conservación y Uso Sustentable de los Arrecifes en México", México, pp. 24-25.

²² *Ibidem*, p. 30.

²³ <http://www.aquadec.net/spanish/austral/aust10.htm>

²⁴ Autor. Claudio Contreras Koob.

El ecoturismo tiene muchas ventajas, ya que plantea la concientización y acercamiento con el medio ambiente, el cuidado y protección de los ecosistemas; además de contribuir con el crecimiento económico de las naciones y de implicar una forma de uso con bajos costos de oportunidad. Entre otras de sus ventajas está también la generación de empleos en la población local, que por convertirse en un centro turístico, incluye sueldos bien remunerados.

A diferencia del turismo convencional, el ecoturismo, por la naturaleza de lo que abarca, no está sujeto a modelos de actividades que limiten su ejercicio, ya que sus espacios territoriales son mayores; sus vías de realización, variadas y, favorablemente, sus necesidades económicas, menores.

El ecoturismo no puede verse como un desarrollo fragmentado e independiente en cada Área Natural Protegida donde se lleva a cabo, sino como un todo complementario que lleva a la nación entera hacia el perfeccionamiento ecológico y ambiental. Ello implica establecer políticas ambientales eficaces a escala nacional que, a la vez, se sumen a las internacionales.

Para la implantación de una política ambiental concerniente a esta modalidad turística se requiere el establecimiento de reglamentos y zonificación, así como de medios de evaluación del impacto ambiental, procesos de interacción aplicables a los lugares de visita e infraestructura.

Con la construcción de las Áreas Naturales Protegidas se instauran los mecanismos de concurrencia entre los diferentes órdenes del gobierno, el sector privado y la población local, de manera que los beneficios del ecoturismo en el ANP no se cierran a un ámbito de la sociedad. Los resultados se mostraron rápidamente y el crecimiento ha sido muy favorable en comparación al tiempo transcurrido, hecho que nos lleva a un futuro esperanzador.

El número sobresaliente de Áreas Naturales Arrecifales con que cuenta México, hace de vital importancia el desarrollo del ecoturismo en zonas coralinas para asegurar el patrimonio

natural, que estará protegido por la legislación, por los turistas y por los nativos.

Peligros que corren los corales:

La belleza natural que nos ofrecen los corales está en constante peligro por la ruptura inconsciente que logra la mano del hombre. Es por tanto necesario evaluar con frecuencia el desarrollo de las actividades que se realicen en la ANP, así como la aplicación de los programas de manejo y demás reglamentaciones.

Entre los principales peligros está la contaminación de agua, el calentamiento de las mismas y el choque de las embarcaciones. El último de los problemas se presenta constantemente debido a la inconsciencia e irresponsabilidad de los barcos pesqueros. Como fue el caso de un barco camaronero que este año quedó varado por una falla mecánica y dañó mil 57 metros del Parque Nacional de Islas Mujeres.

En marzo de 1998 se multó a Norwegian Cruise Lines por destrozar mil 500 m. cuadrados del Gran Arrecife Maya, el segundo más grande de todo el mundo.²⁵ Muchos otros daños se podrían mencionar, pero baste con los dichos.

1. La decoloración de los corales:

Los arrecifes coralinos recientemente fueron afectados por la decoloración o emblanquecimiento, que implica la pérdida de los animales simbióticos llamados *zooxanthellas*. En 1979 y 1980 distintos incidentes causaron el emblanquecimiento de los arrecifes cercanos a Okinawa, de la isla del este, del noreste de Australia y del mar Caribe. Pero una pérdida mayor se dio en 1982 y 1983 en los arrecifes del este de África, Indonesia y la costa oeste de América Central y Suramérica.

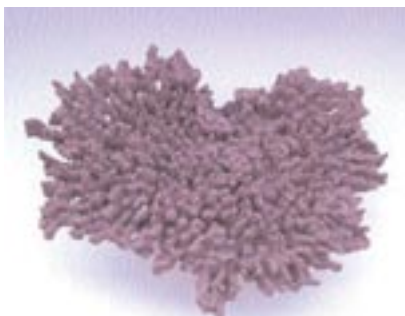
Los sucesos de emblanquecimiento más dañinos y terribles ocurrieron durante un periodo de tres años, de 1986 a 1988, en áreas de

²⁵ http://www.conexis.es/mponentes/coralreef/america_tropical/mexico.htm

Taiwán, Hawai, Fiji, isla Mayotte y el largo y magnífico sistema arrecifal de la Barrera. La causa de estos hechos es, en gran medida, desconocida. Los principales acercamientos llevan a la contaminación, al calentamiento global y a la radiación ultravioleta como posibles orígenes, sin embargo no se tiene total seguridad de que sea alguna de ellas.²⁶

Las más recientes investigaciones indican que la causa debe ser el inusual calentamiento de las aguas. La temperatura óptima para el crecimiento de los corales se encuentra entre los 26 y los 27°C, de manera que temperaturas cercanas a los 29°C causan estrés en los corales y aumentan la velocidad en la fotosíntesis del *zooxanthellas*, creando grandes concentraciones de toxinas libres en el tejido de los corales. Parece que estos pólipos y corales estresados pueden expulsar a las *zooxanthellas*, dando lugar al emblanquecimiento.

Los corales decolorados son difícilmente regenerados, un arrecife toma varios años para recuperarse y, subsecuentemente, la reparación total se convierte en algo imposible. Sin las *zooxanthellas*, los corales están imposibilitados para tener su depósito, es decir, su esqueleto de carbonato de calcio, mismo que hace posible la fundación de un arrecife coralino. No sólo los corales sino todos los organismos coralinos pueden potencialmente perder su hábitat, debido a incidentes de decoloración, de la misma manera en que el esqueleto de carbonato de calcio está expuesto a la erosión o corrosión del arrecife.



Coral Tabla



*Corales*²⁷

2. Principales peligros que corren los corales cuando se ejercita el buceo:

- El uso de lancha y el anclaje sobre ellos.
- El hecho de que al entrar al mar, o para descansar, se llegan a pisar los corales causándoles daños.
- La pesca en los arrecifes, que puede provocar la muerte de los peces al atorarse las redes.
- La extracción de objetos del arrecife, tanto vivos como muertos, con lo cual se afecta el curso natural del hábitat, en el que los

²⁶ Microsoft Encarta 98, Enciclopedia, *Op. cit.*

²⁷ <http://www.aquadec.net/spanish/austral/aust.htm>

corales muertos sirven de alojamiento para los animales vivos.

- ❑ El acercamiento a los corales vivos es menor al metro de distancia, así como cuando se tocan, sin saber que la menor presión puede causar su muerte.
- ❑ El acercamiento de las motos para agua a una distancia menor a los 50 m. del arrecife.

La belleza de los corales es comparable a su fragilidad, ya que cualquier tipo de alteración del medio provoca una ruptura de difícil o imposible regeneración. La simple turbulencia de las aguas, la sobrepesca, la sedimentación –procedente de la deforestación y de las granjas–, son actos que durante muchos años no fueron legislados para la protección de los ecosistemas, cuando han sido las fuentes principales de los daños a corales.

E) Programas Mexicanos de Protección.

En los últimos años el gobierno mexicano ha desarrollado una serie de programas preventivos para proteger a los arrecifes coralinos de todos los peligros a los que están expuestos. Uno de los más grandes logros se dio en junio de 1997, cuando el Presidente Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos, Dr. Ernesto Zedillo Ponce de León, se reunió con los presidentes de la República de Guatemala, de la República de Honduras y con el Primer Ministro de Belice para presentar una iniciativa que protegiera a los masivos arrecifes coralinos que cada uno de estos países tiene. Evento en el que se suscribió la Declaración Conjunta de Tulum.²⁸

1. Marco Institucional y Jurídico.

- La Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), desde su creación (1994) estableció una estructura coordinadora que ha permitido la integración, planeación, gestión y manejo de los recursos naturales, de forma coherente con los procesos de transición de los medios de producción, tomando siempre en cuenta los costos ambientales.

- El Instituto Nacional de Ecología (INE) es la organización responsable de la planeación, manejo, aprovechamiento, conservación, preservación y restauración de los recursos y ecosistemas marinos.
- La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) es el organismo que coordina las políticas nacionales para la conservación de la biodiversidad biológica.
- El Instituto Nacional de Pesca (INP), es el encargado de la investigación sobre los recursos, preservación y conservación de especies acuáticas bajo la protección especial de su hábitat.
- La Secretaría de Marina vigila, protege y resguarda la Zona Económica Exclusiva.
- La Secretaría de Comunicaciones y Transportes se encarga de regular y administrar las actividades realizadas en los puertos, el registro de embarcaciones y el tráfico marino en cualquier modalidad.
- Las secretarías de Turismo y de Desarrollo Social se encargan de planificar y regular el desarrollo de las actividades en centros turísticos y urbanos de las zonas costeras.²⁹

El marco jurídico, respecto a los diferentes aspectos de los mares y los recursos naturales, se encuentra sustentado en el artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. El instrumento central de la gestión ambiental en México es la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LEGEEPA), expedida en 1988 y reformada en 1996. En esta ley se integraron temas como: conservación de la biodiversidad, delitos ambientales, ordenamiento ecológico y lo relacionado con los recursos naturales. Es importante comentar que diversas leyes inciden en la regulación del aprovechamiento de los recursos marinos y costeros, como son: la de Pesca, la Forestal, la de Aguas Nacionales, la de Bienes Nacionales y la Federal del Mar, entre otras. De la LEGEEPA emanan las Normas Oficiales Mexicanas (NOM), que son el instrumento de política ambiental con el que se protege al medio marino y a sus recursos.

²⁸ <http://www.presidencia.gob.mx/pages/disc/jun97/05jun97.htm>

²⁹ Todos los datos anteriores se obtuvieron de: SEMARNAP, "México. Sustentabilidad de los océanos, políticas nacionales e internacionales", México, pp. 9-16, 1999.

La NOM-059-ECOL contempla lo relativo a las especies terrestres y marinas sujetas a alguna modalidad de protección especial y regula su preservación. De las 41 especies de mamíferos marinos reportados en México, 14 se incluyen en esta norma, así como diez especies de reptiles marinos, 23 especies de peces y 32 especies de invertebrados.

Existen otras 46 NOM que regulan el manejo de actividades pesqueras o extractivas y controlan los procesos de transformación, importación y pesca deportiva, así como el aprovechamiento y la conservación de los recursos pesqueros, la sanidad acuícola y los productos de la pesca. En estas normas también se busca la regulación y fomento sanitario industrial; sin dejar de lado lo relacionado con la seguridad, higiene y medio ambiente laboral. Además, hay normas vinculadas indirectamente con los medios marinos, dirigidas a moderar los efectos adversos derivados de los aprovechamientos forestales sobre flora y fauna silvestre, suelos y cuerpos de agua.³⁰

Otro instrumento jurídico que apoya la ordenación de estas zonas son los Estudios o Manifestaciones de Impacto Ambiental.

2. Programas de Manejo Integrado.

Entre los esfuerzos del Gobierno Mexicano por preservar, cuidar y proteger la vida marina se halla el Manejo Integrado de Áreas Costeras y Marinas, que incluye los siguientes programas:

- ♦ Ordenamiento Ecológico en Zonas Costeras.
- ♦ Ordenamiento Ecológico Marino.
- ♦ Manejo Integral de Zonas Costeras.

A través de estos tres programas se busca salvaguardar las zonas costeras que presentan un importante crecimiento económico, turístico y de acuicultura, al igual que establecer los lineamientos y previsiones a los que deberá sujetarse la preservación, restauración, protección y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales existentes en las zonas marinas y costeras. El objetivo de estos programas es el

de ser un principio precautorio en el manejo de los ecosistemas, de los recursos y de cualquier proceso hidrológico.



Los erizos (strongilocentrotus franciscanus) son importantes depredadores de algas que ayudan a mantener el equilibrio en los arrecifes coralinos³¹

El coral ha sido utilizado a lo largo de la historia para la fabricación de medicinas, como complemento nutritivo y como fuente de variados platillos culinarios. También ha sido objeto de inspiración de artistas contemporáneos y antiguos. Por citar uno de los casos, pueden mencionarse los versos que Ovidio dedicó a los corales, en los que sostiene que son plantas suaves que, al sacarse del mar, se endurecen.

CONCLUSIONES

La opción ecoturística abre al hombre en este milenio, la posibilidad de acercarse a los lugares poco explorados de su gran casa, es decir del planeta. Además de hacerlo consciente de la responsabilidad que tiene con lo que es más indefenso que él.

El establecimiento de las diferentes normas ha sido un gran paso, sin embargo son perfectibles, éste ha sido sólo el inicio en el camino de la planificación del hombre. El desproporcionado crecimiento poblacional implica un mayor número de recursos y de servicios para abastecer las necesidades de los consumidores; problema en el que el ecoturismo tiene una doble función:

- a) Concientizar a más individuos sobre la importancia del cuidado del medio ambiente.
- b) Establecer nuevos programas turísticos correspondientes a la demanda.

³⁰ *Ibidem.*

³¹ Autor. claudio Contreras Koob.

El microcosmos de los arrecifes coralinos otorga al mundo una belleza incomparable, decenas de colores brillantes en las pieles de los peces, cuevas de innumerables salidas y crustáceos de distintas especies. Y aunque la existencia de un arrecife puede considerarse un privilegio para el país que lo hospeda, es mayor el privilegio de aquella nación que se comprometa a protegerlos de cualquier daño y los muestre a propios y foráneos con toda la luz que poseen.

Las políticas ambientales de cada país, en referencia a los arrecifes coralinos, tienen matices distintos, pero comparten la base sobre la que se edifican. Así, a modo de corolario, se agrega que los principios de manejo de los arrecifes deben inclinarse a:

- ❖ Delimitar el número de visitantes según la conveniencia con el medio.
- ❖ Conservar los ecosistemas inalterados y no afectar la estructura de los mismos.

- ❖ Ubicar, ordenar y legislar cualquier tipo de actividad que se realiza cerca de las zonas, ya sea turística, comercial o pesquera.
- ❖ Establecer proyectos de restauración y recuperación ecológica para las zonas dañadas.
- ❖ Reglamentar la construcción de áreas recreativas.
- ❖ Ofrecer los adecuados servicios turísticos con fines de promoción y organización.
- ❖ Buscar nuevas vías para obtener ingresos que financien la conservación, restauración y vigilancia de los ecosistemas.
- ❖ Evitar la producción de sedimentos en cualquiera de los casos que los afecten.

Sólo si se consideran estos objetivos podrá iniciarse una regla en la que se respete el medio ambiente y se logren los fines de los hombres. Y sólo cuando queden instauradas estas bases de cuidado, el ser humano podrá contemplar, con la sensibilidad de un niño, la formación de piedra que se genera en el mar y, tal vez, volver a ver en ella la cabeza de medusa, como lo hicieron los antiguos.