



---

# **Normas practicas Para el Desarrollo Turistico: De la Zona Costera de Quintana Roo, Mexico.** **(Guidelines for Low Impact Tourism along the Coast of Quintana Roo, Mexico)**

---

**Molina, C., P. Rubinoff, and J. Carranza**

**1998**

**Cita:**

*Quintana Roo, Mexico, Amigos de Sian Ka'an*

Para más información se ponen en contacto con: Pamela Rubinoff, Coastal Resources Center, Graduate School of Oceanography, University of Rhode Island. 220 South Ferry Road, Narragansett, RI 02882. Teléfono: 401.874.6224 Fax: 401.789.4670 Email: rubi@gso.uri.edu

Este proyecto (1998-2003) pretende la conservación de los recursos costeros críticos en México construyendo capacidad para las ONGs, Universidades, comunidades y otros usuarios claves públicos y privados, con ello promover un manejo integrado costero participativo y realizar la toma de decisiones. Esta publicación fue hecha posible a través del apoyo proporcionado por la Agencia estadounidense para la Oficina del Desarrollo Internacional de Ambiente y Oficina de Recursos Natural para Crecimiento Económico, Agricultura y Comercio bajo los términos del Acuerdo Cooperativo #PCE-A-00-95-0030-05.





**NORMAS PRÁCTICAS PARA EL  
DESARROLLO TURÍSTICO**  
DE LA ZONA COSTERA DE QUINTANA ROO, MÉXICO

---

CONCEPCIÓN MOLINA  
PAMELA RUBINOFF  
JORGE CARRANZA

AMIGOS DE SIAN KA'AN A.C.  
CENTRO DE RECURSOS COSTEROS, URI

---

PROGRAMA DE MANEJO INTEGRADO DE LOS RECURSOS COSTEROS EN QUINTANA ROO, MÉXICO

1998

*A los pequeños herederos del mundo  
que día con día estamos construyendo.*

# **NORMAS PRÁCTICAS PARA EL DESARROLLO TURÍSTICO**

**DE LA ZONA COSTERA DE QUINTANA ROO, MÉXICO**

---

**CONCEPCIÓN MOLINA**

**PAMELA RUBINOFF**

**JORGE CARRANZA**

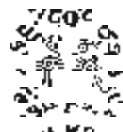
**AMIGOS DE SIAN KA'AN A.C.**

**CENTRO DE RECURSOS COSTEROS, URI**

---

**PROGRAMA DE MANEJO INTEGRADO DE LOS RECURSOS COSTEROS EN QUINTANA ROO, MÉXICO**

**1998**



**COASTAL RESOURCES CENTER**  
*University of Rhode Island*



**Amigos de Sian Ka'an A.C.**

Av. Coba Núm 5, Plaza América Loc. 48  
SM 4, Cancún, Quintana Roo 77500, México  
Apdo Postal 770  
Tel. (98) 84 95 83  
Fax. (98) 87 30 80  
sian@cancun.com.mx

**Centro de Recursos Costeros,  
Universidad de Rhode Island**

Narragansett Bay Campus, Narragansett,  
RI, 02882, E.U.  
Tel. (401) 874-62-24  
<http://crc.uri.edu>  
rubi@gsosun1.gso.uri.edu

**Fotografía**

Jorge Carranza Sánchez, Pam Rubinoff,  
Concepción Molina Islas, Arturo Romero Paredes,  
Jon C. Boothroyd, Marco Antonio Lazcano Barrero,  
Raúl Medina Díaz, Archivo ASK.

**Dibujos y Mapas**

Francisco Javier Echeverría Díaz, Carlos Augusto  
Mendoza Polanco, Angel Alfonso Loreto Viruel.

**Diseño de Caja Tipográfica**

Yalina Saldívar Vega

**Diseño Editorial**

Heidi Hall Barbosa de Blank.

**Impresor**

Kromagraphics  
Crisantemos 25, SM.22  
Cancún, Quintana Roo, México

**Primera Edición 1998**

Tiro de la edición 1,000 ejemplares.

## **AGRADECIMIENTOS**

---

A Amigos de Sian Ka'an A.C. especialmente a Juan José Di Donna Argüelles, Juan E. Bezaury Creel, Carlos López Santos, Charles Shaw, Gonzálo Merediz Alonso, Edgar Cabrera Cano, Gerardo García Beltrán, Rosa Ma. Loreto Viruel, Angel Alfonso Loreto Viruel, Javier Echeverría Díaz, Carlos Mendoza Polanco, y a todo el equipo técnico que nos ayudó a desarrollar este Manual.

A Lynne Hale, Don Robadue, Jennifer McCann del Centro de Recursos Costeros de la Universidad de Rhode Island por compartir su experiencia en el manejo integrado de los recursos costeros.

A Jon C. Boothroyd y Joseph P. Klinger del Departamento de Geología de la Universidad de Rhode Island, por la valiosa información geológica que nos ayudó a entender mejor los procesos de la zona costera de Quintana Roo.

A los colaboradores del Centro de Recursos Costeros de los programas de Sri Lanka, Ecuador y Rhode Island, cuyos proyectos nos proporcionaron las bases para desarrollar estas Normas.

A Raúl Medina Díaz de la Comisión Nacional del Agua por colaborar en la elaboración de la sección Uso del Agua Potable y Manejo de las Aguas Residuales.

A Arturo Romero-Paredes Rubio de la empresa Ecoturismo & Nuevas Tecnologías por la valiosa información de la sección Opciones para la Obtención de Energía.

A Luis Hilario Pérez Quintal, Carlos Ojeda de la Fuente, Francisco Rosado May, Jorge Lobo Luzurriaga, Oscar Carreño Samsó, Edgar Cabrera Cano por sus valiosos comentarios.

Al Fideicomiso Caleta de Xel-Ha y del Caribe, en especial a William Souza Calderón por el apoyo recibido y establecer el vínculo entre los inversionistas para hacer las evaluaciones en el campo.

A todos aquellos que con su experiencia en la implementación de Normas Prácticas alrededor del mundo nos motivaron a la elaboración de este Manual

A la Agencia para el Desarrollo Internacional de los Estados Unidos por el financiamiento de este proyecto y en especial a Frank Zadroga por el apoyo recibido.

## PREFACIO

---

En los últimos años han surgido numerosas iniciativas tendientes a revalorar la importancia de la conservación de las zonas costeras entre las que destacan el documento sobre “Política y Estrategia Nacional para el Desarrollo Turístico Sustentable” que ofrece marco de referencia para la aplicación de distintos instrumentos de política ambiental, así como la “Estrategia Ambiental para la Gestión Integrada de la Zona Costera de México”.

No obstante, a pesar de los importantes esfuerzos orientados a la conservación y contención del deterioro ambiental de las zonas costeras del país, la tendencia creciente a la afectación irreversible de estos frágiles sistemas ecológicos constituye hoy en día uno de los principales desafíos que debe enfrentar la política ambiental para la consecución de los objetivos nacionales de un crecimiento con calidad.

Quintana Roo es quizás uno de los estados que mejor ejemplifican esta situación. Prácticamente toda la zona costera de la entidad cuenta con ordenamientos ecológicos en diferente estado de desarrollo, algunos de ellos, como es el caso del corredor Cancún-Tulum, en proceso de actualización y otros

como en el caso de la Costa Maya, y el de la parte continental de Isla Mujeres, han sido recientemente decretados. Asimismo fue el primer estado que cuenta con la primera reserva de la biósfera del país decretada.

A pesar de los importantes avances en materia de conocimiento de los ecosistemas costeros, la asunción de las limitaciones que imponen dichos instrumentos a la transformación de los procesos naturales, difícilmente es llevada a la práctica.

La complejidad y magnitud del deterioro ambiental de los sistemas costeros de la entidad han puesto en evidencia la necesidad hacer más accesible dicho conocimiento para lograr incidir en aquellos factores y procesos mas determinantes de la sustentabilidad y prever los impactos indirectos y de largo plazo.

La posibilidad de consolidar en el largo plazo la actividad turística como un sector estratégico de la economía está condicionada a la correcta identificación y observancia de requisitos y condicionantes ambientales, que necesariamente deben surgir de enfoques integrales, sensibles a condiciones y prioridades locales, lo suficientemente flexibles

y receptivos a los cambios continuos que experimentan los sistemas costeros y que se refuercen con otros instrumentos de fomento y regulación ambiental.

El estado que guarda la normatividad ambiental oficial aplicable a la actividad turística, incluyendo el desarrollo de proyectos de infraestructura turística y la realización de actividades o prestación de servicios turísticos, esta contenida en un conjunto de normas generales orientadas a la regulación de los impactos directos en conservación de la biodiversidad y la protección de su hábitat, así como al control de la contaminación del agua, del aire, por residuos sólidos y ruido.

Entre los instrumentos específicos en proceso se cuenta con los proyectos de normas oficiales mexicanas para el diseño, construcción y operación de marinas náuticas y campos de golf.

Otros temas en los que se están generando avances son la actualización de la norma para la operación de sitios destinados a la disposición final de residuos sólidos municipales para permitir que los lodos generados en las plantas de tratamiento de aguas residuales sean aprovechados para el mantenimiento de áreas verdes como

mejoradores de suelos o bien, como materiales para la restauración del paisaje, la eliminación de sustancias agitadoras de la capa de ozono como son los sistemas de aire acondicionado y equipos contra incendios, la regulación de actividades asociadas con la vida silvestre que deberán acompañar a segmentos de mercados temáticos como el turismo cinegético o la observación de aves, entre otros.

Por otra parte, la certificación ambiental de las instalaciones turísticas constituye una oportunidad para promover la realización de programas y acciones de mejoramiento ambiental y evitar en el largo plazo los altos costos generados por una inadecuada planeación de la infraestructura.

Las normas prácticas para el desarrollo turístico de la Zona Costera de Quintana Roo constituyen un instrumento operativo complementario a los esfuerzos que sobre el tema están desarrollando diferentes sectores y órdenes de gobierno y que si duda contribuirán a disminuir las presiones sobre los ecosistemas y los costos de tratamiento de la contaminación, abriendo oportunidades para un consumo energético y de recursos más eficiente.



## CONTENIDO

---

<b>Normas Prácticas Contenidas en este Manual</b>	i
<b>Prólogo</b>	vii
<b>Introducción</b>	<b>1</b>
<b>100. Características de la Zona Costera de Quintana Roo</b>	<b>7</b>
110. Arrecifes de Coral y Laguna Arrecifal	10
120. Playas y Dunas	13
130. Humedales y Lagunas Costeras	15
140. Cenotes	17
150. Selvas	18
<b>200. Dinámica de la Zona Costera de Quintana Roo</b>	<b>19</b>
210. Transporte de Arena	20
220. Fenómenos Meteorológicos	23
230. Aguas Subterráneas	25
<b>300. Ubicando la Infraestructura en Función de la Dinámica de las Playas y Dunas</b>	<b>27</b>
310. Establecer una Zona de Restricción de Construcción	29
320. Diseñar y Construir el Desarrollo Adaptándolo a las Características Naturales	32
330. Elevar las Estructuras en Areas Susceptibles a Inundación	34
340. Considerar en el Diseño la Fuerza del Viento y el Oleaje	35
350. Reducir los Impactos al Proceso de Anidación de las Tortugas Marinas	35
360. Crear una Playa Arenosa Ancha para Reducir los Impactos del Oleaje	37
<b>400. Ubicando la Infraestructura en Función de la Dinámica de los Humedales</b>	<b>39</b>
410. Diseñar el Desarrollo en Función de la Dinámica de los Humedales Costeros	41
420. Mitigar las Alteraciones que Disminuyan la Calidad de los Humedales	43
430. Reducir los Impactos Ocasionados por las Escorrentías	45
440. Reducir la Descarga de Contaminantes a los Humedales	46
450. Evaluar la Ubicación y el Diseño de los Muelles	48
460. Utilizar Métodos Integrados para la Construcción de Marinas	50

<b>500. Manejo de la Vegetación y Diseño del Paisaje</b>	<b>53</b>
510. Valorar las Características Físicas	55
520. Aprovechar la Vegetación Nativa	55
530. Evitar el Uso de Especies Exóticas	57
540. Reforestar las Areas Desprovistas de Vegetación	58
550. Mantener Areas de Amortiguamiento	59
<b>600. Uso del Agua Potable y Manejo de las Aguas Residuales</b>	<b>61</b>
610. Ubicar las Fuentes de Agua Potable Alejadas de las Fuentes de Contaminación	63
620. Realizar Estudios Especializados	65
630. Reducir el Uso del Agua	65
640. Reducir la Descarga de Contaminantes a los Cuerpos de Agua	67
650. Ubicar las Fosas Sépticas en los Lugares más Adecuados	67
660. Otras Alternativas de Tratamiento	69
<b>700. Manejo de los Residuos Sólidos</b>	<b>73</b>
710. Reducir, Reutilizar o Reciclar	74
720. Contactar a las Empresas Especializadas en el Manejo de los Materiales a Reciclar	77
730. Identificar el Método más Apropiado para el Diseño de un Relleno Sanitario	77
<b>800. Opciones para la Obtención de Energía</b>	<b>79</b>
• Opciones de energía renovable y sus aplicaciones	80
• Tecnologías	81
• Las grandes ventajas de las energías renovables	83
• Implementando un sistema de energía renovable	84
• Recomendaciones para implementar sistemas de energía renovable sin impactar al medio ambiente	86
<b>900. Aplicando las Normas Prácticas en la Costa Maya</b>	<b>87</b>

## **NORMAS PRÁCTICAS CONTENIDAS EN ESTE MANUAL**

---

### **300. UBICANDO LA INFRAESTRUCTURA EN FUNCIÓN DE LA DINÁMICA DE LAS PLAYAS Y DUNAS**

#### **Como Minimizar los Riesgos de la Erosión de la Playa Ocasionados por la Acción del Oleaje.**

- 310. Establecer una zona de restricción de construcción.
- 311. Ubicar las construcciones atrás de la cresta de la primera duna.
- 312. Colocar estructuras temporales dentro de la zona restricción de construcción.
- 313. Evitar la construcción de estructuras rígidas en la playa o enfrente de las dunas.
  
- 320. Diseñar y construir el desarrollo adaptándolo a las características naturales.
- 321. Mantener la duna estable y bien reforestada con vegetación propia de la zona.
- 322. Colocar cercas de madera como trampas de arena a lo largo de la berma de la playa o de la primera duna.
- 323. Utilizar los bancos de material para la construcción que están localizados tierra adentro.
- 324. Ubicar los caminos y las áreas de los estacionamientos del lado opuesto de las dunas.

#### **Como Minimizar los Daños Ocasionados por las Tormentas e Inundaciones.**

- 330. Elevar las estructuras en áreas susceptibles a inundación.
- 331. Diseñar las estructuras de tal forma que el primer piso del edificio este situado por arriba de la altura máxima alcanzada por el oleaje de tormenta.
- 332. Utilizar cimientos en forma de pilotes para construir edificaciones en áreas sujetas a un flujo de agua.
- 333. Enterrar los pilotes a una profundidad adecuada para resistir las fuerzas verticales y horizontales de los vientos huracanados.
  
- 340. Considerar en el diseño de la infraestructura la fuerza del viento y el oleaje.
- 341. Incorporar ventilaciones suficientes en las construcciones para evitar que se cree un exceso de presión.
- 342. Considerar en el diseño de los muelles la fuerza del oleaje, la erosión y el minado de la arena por procesos naturales o inundaciones.

#### **Como Conservar los Procesos Naturales**

- 350. Reducir los impactos al proceso de anidación de las tortugas marinas.
- 351. Limitar el uso de las luces exteriores en la playa para minimizar las perturbaciones a las tortugas.
- 352. Reducir los impactos al proceso de anidación de las tortugas marinas.
- 353. Solicitar asesoría a los grupos locales que trabajan en los programas de tortugas marinas para la protección o la reubicación de los nidos.

**Como Mitigar los Daños en el Futuro y Elegir Alternativas Adecuadas para el Control de la Erosión.**

360. Crear una playa arenosa amplia para reducir los impactos del oleaje.

**400. UBICANDO LA INFRAESTRUCTURA EN FUNCIÓN DE LA DINÁMICA DE LOS HUMEDALES**

**Como Mantener los Procesos Hidrológicos de los Humedales Costeros.**

410. Diseñar el proyecto en función de la dinámica de los humedales costeros.

411. Evitar rellenar los humedales.

412. Evitar deforestar los humedales.

413. Diseñar y construir los caminos en las zonas más elevadas evitará el impacto a los humedales y la inundación de los caminos.

414. Utilizar materiales permeables en la construcción de los caminos.

420. Mitigar las alteraciones que disminuyan la calidad de los humedales.

421. Establecer un balance entre el uso de las áreas de humedales y el de las playas y dunas.

422. Limitar la extensión de las alteraciones.

423. Utilizar estructuras elevadas para reducir los daños por inundación y disminuir las áreas a rellenar.

424. Emplear materiales permeables como rocas, grava o arena para rellenar donde sea necesario.

425. Compensar las alteraciones hechas a los humedales.

**Como Reducir y Prevenir la Contaminación de los Cuerpos de Agua.**

430. Reducir los impactos ocasionados por las escorrentías.

431. Diseñar las construcciones como unidades agrupadas y mantener el espacio restante como áreas verdes.

432. Instalar una barrera temporal cuando se construya en zonas adyacentes a los humedales.

433. Incorporar una banda de vegetación de 10m de ancho entre el desarrollo y la línea de costa.

434. Conectar la zona de amortiguamiento con otra zona de vegetación o a las zonas de amortiguamiento adyacentes a las propiedades.

435. Construir caminos, senderos y áreas de estacionamiento con materiales permeables.

436. Canalizar adecuadamente el desagüe pluvial.

437. Mantener una banda de vegetación adyacente a las áreas de estacionamiento y de los caminos.

440. Reducir la descarga de contaminantes a los humedales.

441. No descargar directamente aguas residuales sin tratar a las lagunas, humedales o aguas costeras.

442. Minimizar el uso de fertilizantes para el manejo del paisaje.

443. Implementar un método de control de residuos producto del mantenimiento de la jardinería.

444. Depositar los desechos de limpiadores, aceite de automóvil, pintura u otros químicos que son utilizados en el mantenimiento de las casas u hoteles en los lugares adecuados.

445. Utilizar productos de limpieza que no contengan químicos peligrosos.

**Utilizar Métodos de Bajo Impacto para Facilitar el Acceso Público a los Cuerpos de Agua.**

- 450. Evaluar la ubicación y el diseño de los muelles.
  - 451. Ubicar los muelles en áreas donde exista la profundidad adecuada para las embarcaciones.
  - 452. Colocar una barrera protectora en el área de construcción del muelle.
  - 453. Diseñar las actividades de las embarcaciones para adaptarlas a las limitaciones físicas y las oportunidades ecológicas del área.
  - 454. Usar materiales que se adapten a la estética natural.
  - 455. Construir las estructuras sobre pilotes.
  - 456. Considerar en el diseño y la ubicación de los muelles el impacto de las olas y el viento en época de tormentas y huracanes.
  - 457. Construir un muelle de múltiples atracaderos.
- 
- 460. Utilizar métodos integrados para la construcción de marinas.
  - 461. Evaluar el mercado para las marinas.
  - 462. Estimar las limitantes y las oportunidades ambientales.
  - 463. Identificar el lugar más adecuado para ubicar una marina.
  - 464. Evaluar el uso de la marina.

**500. MANEJO DE LA VEGETACIÓN Y EL DISEÑO DEL PAISAJE**

**Preservar el Habitat Costero.**

- 510. Valorar las características físicas.
- 511. Determinar el tipo de suelo y la exposición a los elementos naturales.

**Determinar la Distribución de la Vegetación.**

- 520. Aprovechar la vegetación nativa.
  - 521. Conservar las plantas nativas que se encuentren localizadas adecuadamente en función de la planeación del proyecto.
  - 522. Diseñar el paisaje incluyendo especies de plantas nativas.
  - 523. Usar senderos y establecer zonas específicas para la observación de fauna entre la vegetación.
- 
- 530. Evitar el uso de especies exóticas.
  - 531. Remover y evitar la propagación de las casuarinas.

**Mitigar los Efectos de la Erosión.**

- 540. Reforestar las áreas desprovistas de vegetación.
- 541. Examinar las zonas aledañas forestadas para identificar un ambiente natural similar.

- 542. Esquematizar el lugar designado para las áreas verdes marcando las áreas ecológicamente disponibles para cada especie.
  - 543. Analizar los ciclos climáticos anuales y elegir la época más adecuada para establecer las nuevas comunidades.
  - 544. Establecer las comunidades de plantas lo suficientemente cerca para ofrecerse mutuamente apoyo.
  - 545. Utilizar cercas de madera como barrera protectora para las nuevas comunidades de plantas.
  - 546. Usar un número suficiente de plantas para establecer firmemente la estructura de la comunidad.
- 550.** Mantener áreas de amortiguamiento.
- 551. Conservar la vegetación nativa de duna costera para evitar la erosión eólica y estabilizar las dunas.
  - 552. Conservar un cinturón de vegetación nativa como un área de amortiguamiento en las riberas de los cuerpos de agua.

## **600. USO DEL AGUA POTABLE Y MANEJO DELAS AGUAS RESIDUALES**

### **Determinar la Disponibilidad del Agua Potable.**

- 610.** Ubicar los pozos de agua alejados de las fuentes de contaminación.
- 611. Determinar las fuentes de agua disponibles, el almacenamiento y la demanda del recurso durante la fase de planeación.
- 612. Definir cuidadosamente la ubicación del pozo.
- 613. Diseñar los pozos en forma de ventanas para evitar la sobreexplotación del acuífero y la consecuente intrusión de agua salada.
- 614. Identificar las probables fuentes de contaminación con la finalidad de evitar que impacten el nuevo pozo.
- 615. Incluir en los desarrollos instalaciones para la colecta de agua de lluvia.
- 616. Utilizar desalinadoras como otra opción para la obtención de agua.

### **Monitoreo de la Calidad del Agua.**

- 620.** Realizar estudios especializados.
- 621. Practicar un estudio geohidrológico previo a la perforación del pozo.
- 622. Monitorear la calidad del agua de los pozos.

### **Optimización del Uso del Agua.**

- 630.** Reducir el uso del agua.
- 631. Sustituir los sanitarios convencionales por unos de menor consumo.

### **Manejo de las Aguas Residuales.**

- 640.** Reducir la descarga de contaminantes a los cuerpos de agua.

641. Perforar un pozo profundo de absorción para inyectar el agua tratada al subsuelo.
- 650.** Ubicar las fosas sépticas en los lugares más adecuados.
651. Considerar la ubicación de los pozos existentes.
652. Construir las fosas sépticas de forma que los lixiviados fluyan lejos del pozo.
653. Evaluar la profundidad del agua subterránea para evitar la contaminación de las fuentes de agua potable.
654. Definir la ubicación y la profundidad de la fosa séptica después de la época de lluvias.
655. Ubicar las fosas sépticas en función del tipo de suelo.

**660.** Otras alternativas de tratamiento.

#### **700. MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS**

##### **Reducir la Cantidad de Basura Destinada a los Rellenos Sanitarios.**

- 710.** Reducir, reutilizar o reciclar.
711. Identificar métodos para reducir el volumen de los residuos sólidos durante la construcción.
712. Realizar compras de manera selectiva para reducir la cantidad de empaques de plástico.
713. Utilizar productos elaborados con materiales reciclados.
714. Implementar un programa de separación de basura.
715. Elaborar composta.
716. Reciclar los materiales que sean susceptibles de serlo.
- 720.** Contactar a las empresas involucradas en el manejo de los materiales a reciclar.
721. Involucrar a sus clientes dentro de un programa de reciclado.

##### **Diseñar Adecuadamente un Relleno Sanitario.**

- 730.** Identificar el método más apropiado para el diseño de un relleno sanitario.

#### **800. OPCIONES PARA LA OBTENCIÓN DE ENERGÍA**

- Opciones de energía renovable y sus aplicaciones
- Tecnologías
  - El recurso solar
  - El recurso eólico
- Las grandes ventajas de las energías renovables
- Implementando un sistema de energía renovable
- Recomendaciones para implementar sistemas de energía renovable sin impactar al medio ambiente.

## PRÓLOGO

---

**E**l concepto de desarrollo sustentable se ha popularizado de tal forma en años recientes, que prácticamente ya forma parte del léxico cotidiano. Esta situación por sí misma representa un importante paso hacia la búsqueda de opciones que nos permitan lograr un desarrollo con estas características. Sin embargo solamente con acciones concretas, fundamentadas en prácticas que se basen en el conocimiento de los procesos naturales podremos acercarnos al desarrollo sustentable.

Existen dos grandes líneas generales que nos permiten aproximarnos hacia esta meta. La primera es la línea regulatoria, mediante la cual los gobiernos establecen las reglas de juego a través de instrumentos jurídicos de carácter obligatorio para todos los integrantes de la sociedad. En este sentido, Quintana Roo se ha proyectado como una entidad vanguardista con su sistema de áreas naturales protegidas y los primeros ordenamiento ecológicos del territorio decretados en México.

La segunda línea es de carácter voluntario e inductivo y se basa en la apropiación del conocimiento de los procesos naturales que regulan el funcionamiento de los ecosistemas,

provocando la aplicación de este conocimiento voluntariamente en el diseño de los procesos productivos, en este caso de la construcción de la infraestructura turística. Las *Normas Prácticas para el Desarrollo Turístico en la Zona Costera de Quintana Roo* pretenden ser un elemento de fomento de esta segunda línea.

Actualmente, en ausencia de un entendimiento de los procesos naturales que regulan la dinámica costera, algunos desarrolladores en el Corredor Turístico Cancún-Tulum, pese a las regulaciones impuestas por el ordenamiento ecológico vigente, no consideran los impactos negativos que sus acciones podrán tener sobre los ecosistemas locales y la sostenibilidad de su propia inversión y la de los vecinos.

Esto nos indica la necesidad de contar con instrumentos de comunicación sencillos que permitan a los desarrolladores conocer los beneficios de implementar algunas de estas normas que facilitarán diseñar y ubicar la infraestructura turística de tal forma que esta sea económicamente y ecológicamente sustentable.

Estas Normas se refieren a la “estabilidad” de la franja costera, misma que por definición es una



zona altamente dinámica. En este sentido la comprensión de los fenómenos que condicionan el equilibrio dinámico de la costa y su aplicación en el proceso de ubicación de las construcciones sobre el terreno en forma adecuada, permitirá proteger la inversión en forma más efectiva ante los procesos y fenómenos naturales.

Otro punto a considerar es el valor agregado que puede adquirir el producto turístico que se ofrece al mercado, al lograrse una mejor integración entre la infraestructura turística y el medio ambiente. Esta afirmación es válida no solamente para los nuevos y altamente dinámicos mercados turísticos que se basan en valores y atractivos naturales, sino que también es aplicable a los mercados masivos tradicionales.

Finalmente la adopción de estas Normas facilitará el cumplimiento de la normatividad ambiental,

ya que ambas están basadas en el mismo principio, el respeto de las reglas que nos impone la propia naturaleza. En este sentido también se obtienen beneficios económicos en el costo del desarrollo de un proyecto ya que al estar las Normas Prácticas basadas en los mismos principios ecológicos que la regulación ambiental, se facilitará la aprobación de los procedimientos regulatorios de las manifestaciones de impacto ambiental.

Esperamos que esta herramienta permita que tanto los desarrolladores y propietarios o usuarios de terrenos costeros, como las autoridades de las múltiples dependencias que tienen atribuciones sobre la zona costera, tomen cada vez mejores decisiones en cuanto al manejo de nuestros recursos costeros y contribuya efectivamente en la consecución de un desarrollo sustentable de las costas de la Península de Yucatán.

*Amigos de Sian Ka'an A.C.*

## INTRODUCCIÓN

**E**l turismo representa una de las más importantes fuentes generadoras de divisas del país en especial el Caribe mexicano, donde el principal atractivo lo constituye la variedad de ecosistemas presentes en la zona costera, entre los que destacan arrecifes coralinos, playas arenosas y lagunas costeras. Asimismo, esta región constituye la entrada al Mundo Maya con una gran riqueza de restos arqueológicos pertenecientes a esta cultura.

El conjunto de estas características hace que la zona costera del estado de Quintana Roo sea considerada como uno de los paraísos turísticos del país, por lo que constantemente surgen nuevos proyectos de inversión.

**El turismo en el Caribe mexicano, genera el 37% de las divisas del país.**



A lo largo del litoral del estado, el turismo se ha desarrollado a diferentes escalas, mientras que en el norte, con el establecimiento de Cancún, se ha construido la infraestructura necesaria para recibir una afluencia turística de más de dos millones de visitantes al año; en el corredor Costa Maya, al sur, aún es una actividad muy incipiente en una zona que tiene un alto potencial de desarrollo.

El gobierno estatal ha planeado una visión diferente para el nuevo desarrollo turístico en la costa sur de Quintana Roo, donde el sector turismo debe coadyuvar al desarrollo económico y al equilibrio regional con la ampliación y el mejoramiento de la infraestructura existente mediante una planificación ecológica integral, que permita el aprovechamiento inteligente y la conservación de los recursos naturales.

Esta estrategia forma parte de las acciones que dan seguimiento al Programa de Medio Ambiente 1995-2000 del gobierno federal cuyo objetivo general es frenar las tendencias de deterioro del medio ambiente y sentar las bases para un proceso de recuperación ecológica que permita promover el desarrollo económico y social con criterios de sustentabilidad.

Para alcanzar esta meta, debe considerarse que la zona costera es un área muy dinámica, donde existe una fuerte interrelación entre los ecosistemas terrestres y marinos, y que está sujeta a la acción de procesos y fenómenos naturales que a corto o

largo plazo influirán en las construcciones costeras. En algunos lugares esto no se ha tomado en cuenta teniendo costosas consecuencias, como está ocurriendo en Cancún y Playacar donde se están invirtiendo grandes sumas de dinero en la restauración de las playas debido a la erosión causada por la presencia de barreras artificiales que impiden la dinámica de las playas.

Con la finalidad de orientar durante el proceso de planificación a todos aquellos interesados en el establecimiento de nueva infraestructura en la zona costera, se integraron las *Normas Prácticas para el Desarrollo Turístico en la Zona Costera de Quintana Roo*. En esta guía se presentan prácticas adecuadas de diseño y ubicación de la infraestructura costera con la finalidad de proteger la inversión turística y el entorno natural como parte importante del producto turístico, utilizando principios y técnicas que respeten la dinámica de los ecosistemas costeros y que a su vez coexistan con los usos tradicionales.

El contenido está organizado en dos secciones, en la primera parte se establecen las bases para el mejor entendimiento de los ecosistemas y de los procesos que se llevan a cabo en la zona costera, así como del papel que tienen en el desarrollo turístico. En la segunda parte se brindan algunas recomendaciones para el diseño y ubicación de la infraestructura costera, las diferentes secciones están clasificadas por temas generales y se enumeran las recomendaciones inherentes a cada tema.

Se hace referencia a ejemplos a nivel estatal, sin embargo estas normas pueden ser aplicadas en otras regiones costeras que presenten condiciones similares para el desarrollo turístico.

## ESTABLECIENDO UNA VISIÓN PARA EL FUTURO DESARROLLO

Desde hace varias décadas el estado de Quintana Roo ha tenido grandes avances en la protección de los recursos naturales y en mejorar el manejo de su zona costera mediante la designación de áreas naturales protegidas como la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an y los Parques Nacionales Costa Occidental Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc y Cozumel, desarrollando ordenamientos ecológicos para los corredores turísticos Cancún-Tulum y Costa Maya así como planes de desarrollo urbano para varias comunidades costeras.

La Organización Mundial del Turismo dentro de sus principios para el desarrollo turístico establece la importancia de integrar en la planeación las relaciones esenciales entre el ambiente y el turismo:

- El evitar dañar el ambiente natural, cultural y humano es una condición fundamental para el desarrollo turístico.
- El manejo racional del turismo puede contribuir significativamente a la protección y desarrollo del ambiente físico y de la herencia cultural, así como mejorar la calidad de vida de las comunidades costeras.

**En la planeación de la infraestructura debe existir un enfoque de integración entre el ambiente y el turismo.**

Estos esfuerzos, en su mayoría, intentan elaborar una visión que combine el éxito económico del turismo y el bienestar de los recursos naturales y culturales presentes en la zona costera de Quintana Roo. Con estas iniciativas se pretende promover un nuevo modelo de desarrollo sustentable para México y hacer realidad una visión de bajo impacto para los destinos turísticos.

El desarrollo sustentable explícitamente reconoce las interdependencias que existen entre los sectores ambientales y económicos. Enfatizando que en la planeación debe existir un enfoque de integración, estableciendo una fuerte relación entre el ambiente y el turismo (donde uno depende del otro), lo que es la clave para hacer del futuro desarrollo de Quintana Roo un verdadero éxito.



## INTEGRANDO LAS NORMAS PRÁCTICAS EN EL PROCESO DE PLANEACIÓN

Existen varias etapas en el proceso de planeación donde el sector público, los inversionistas y las comunidades necesitan tomar en cuenta el estado y la vulnerabilidad de los recursos naturales. Considerando las características físicas de la zona se pueden determinar las alternativas que existen para la adecuada ubicación y diseño del futuro desarrollo. Esta información es crítica para tomar decisiones prácticas que permitan alcanzar el éxito esperado del proyecto.

Las Normas Prácticas pueden jugar un papel muy importante dentro de este proceso ya que permiten:

- Proteger la inversión mediante la reducción de los costos económicos y ambientales ocasionados por los procesos y fenómenos naturales.
- Mantener la calidad de los ecosistemas, ya que constituyen el principal atractivo turístico con la finalidad de prolongar los beneficios económicos que de ellos se obtienen.
- Facilitar el cumplimiento de la normatividad ambiental, en función de que para la realización de obras y actividades se requiere una manifestación de impacto ambiental o bien ajustar los proyectos a lo establecido en los

ordenamientos ecológicos a fin de evitar o reducir sus efectos negativos sobre el ambiente.

Un mejor entendimiento de los procesos costeros y la aplicación de estas Normas Prácticas para la reducción de los impactos, son elementos claves a considerar en las iniciativas de planeación y en el diseño de la infraestructura que apoye el desarrollo sustentable regional y local (*ver diagrama en la siguiente página*).

Un desarrollador o inversionista puede obtener ventajas al seleccionar técnicas que en muchas instancias reducirán los costos a largo plazo, mitigando los riesgos potenciales de impactos al medio circundante que los nuevos desarrollos puedan causar. Por ejemplo, ubicando las construcciones lo suficientemente lejos de la costa se pueden ahorrar miles de pesos evitando los daños que puede haber en las estructuras ubicadas adyacentes al mar en época de tormentas por la erosión, mientras se conserva la dinámica de las playas y dunas.

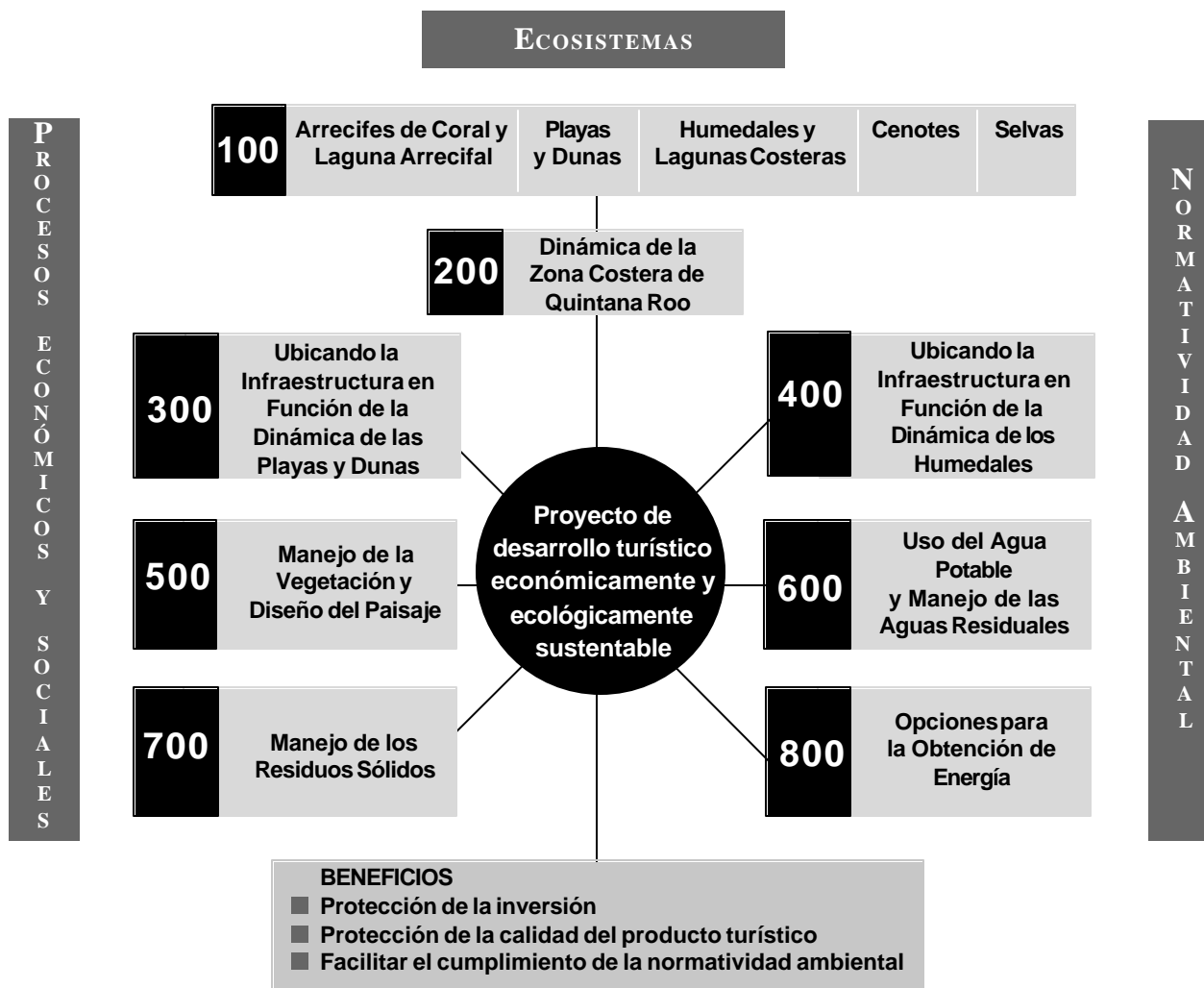
Muchos hoteles han capitalizado la oportunidad de ofrecer alternativas de destinos de bajo impacto y usan una estrategia mercantil para vender una imagen ecológica a través de un manejo ambiental efectivo, tal es el caso de los hoteles que forman parte de asociaciones como Green Globe o Environmental Sensitive Hotels que promueven el uso de técnicas para la conservación y protección del ambiente.

Esta situación ofrece grandes oportunidades para el desarrollo de la zona costera donde aun no se han establecido grandes proyectos para el turismo masivo. Brindando otras opciones bajo un esquema diferente de desarrollo turístico adaptado a las condiciones naturales locales en lugar de hacerlo contra los elementos, por lo que muchos de los beneficios ambientales se traducirían en un ahorro de tiempo y de dinero.

Un aspecto importante a considerar es que la implementación de las Normas Prácticas es voluntaria y su adopción está en función de los beneficios que se obtienen en caso de seguirlas. Estas Normas proporcionan a los desarrolladores, a los propietarios de casas y a la comunidad en general, recomendaciones para el diseño y ubicación de las construcciones en la zona costera.

A su vez complementan la normatividad ambiental ya que permiten la correcta planeación de la inversión dentro de un marco de la preservación del entorno, evitando el impacto que se produce al medio ambiente con una inadecuada planeación dentro del concepto de sostenibilidad de la actividad turística.

La normatividad ambiental incluye los ordenamientos ecológicos del territorio que evalúan, norman y programan los usos del suelo y las actividades productivas, de acuerdo con las condiciones naturales, sociales y económicas con el fin de preservar y restaurar el equilibrio ecológico y proteger el ambiente. Las manifestaciones de impacto ambiental que



establecen las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente. Asimismo también son aplicables en los planes de desarrollo urbano, donde se definen las zonas de uso en un centro de población.

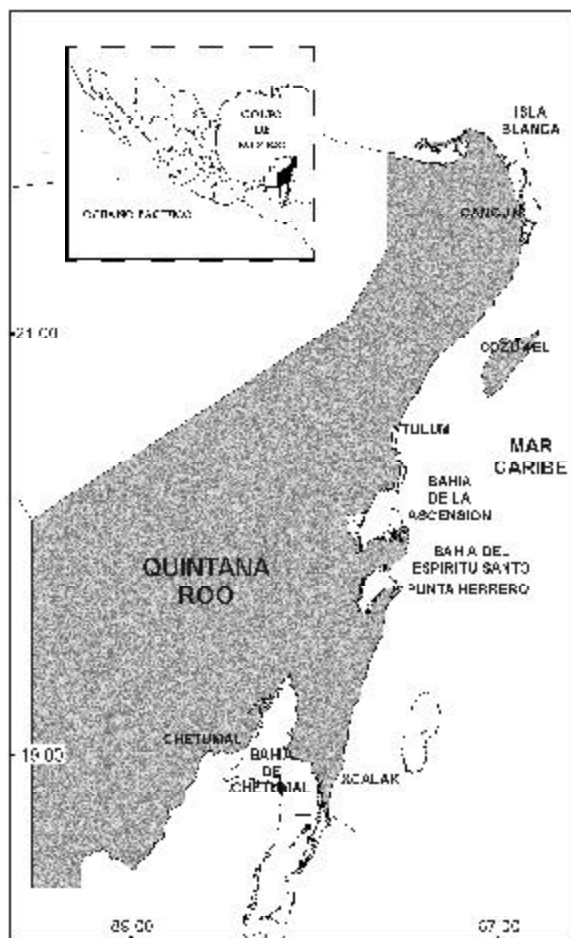
Durante el proceso de planeación se debe examinar el contexto global en el que va a estar integrado el nuevo desarrollo, considerando los aspectos ambientales, sociales y económicos en los que va a influir. De tal forma que los beneficios a corto y largo plazo se vean reflejados en el éxito económico de los desarrollos turísticos, el mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades y el bienestar de los recursos naturales como el principal atractivo turístico.

Como se puede observar en el diagrama, anterior muchos de los elementos clave que contribuyen a alcanzar el éxito de un desarrollo han sido considerados en el contenido del presente Manual.



**En los nuevos desarrollos debe considerarse el contexto ambiental, social y económico al que se va a integrar.**

## CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA COSTERA DE QUINTANA ROO



La Península de Yucatán localizada al sureste de la República Mexicana está conformada por los estados de Campeche, Yucatán y Quintana Roo. Al norte y al oeste se encuentra bordeada por el Golfo de México y al este por el mar Caribe.

En el estado de Quintana Roo, el litoral en el Caribe presenta características muy variadas por lo que se puede subdividir en cuatro tipos:

- 1) Al norte (Isla Blanca e Isla Cancún), está formada por una duna costera conectada a tierra firme mediante barras de arena (tómbolos), la duna que antiguamente formaba una isla de barrera, provocó el aislamiento de una porción del Caribe para formar las lagunas Chacmochuc y Nichupté.
- 2) De Cancún hasta Tulum la costa se caracteriza por presentar ensenadas de playas arenosas, puntas rocosas y ocasionalmente caletas con agua dulce y salobre. En esta zona el acuífero subterráneo es muy activo y disuelve intensamente el subsuelo por lo que son abundantes los cenotes. Los ríos subterráneos que llegan al mar, al disolver la roca caliza forman cavernas, que al colapsarse dan origen a las caletas como es el caso de Xel-Ha. Las caletas se erosionan y acumulan arena dando lugar a las típicas playas en forma de media luna.
- 3) La costa central del estado presenta grandes extensiones de humedales que reciben el agua proveniente de los escurrimientos superficiales. La presencia de las bahías de la Ascensión y el Espíritu Santo le proporcionan características particulares, bordeando la costa se encuentran playas de barrera que aíslan parte de las bahías formando pequeños sistemas estuarinos.
- 4) La costa entre Punta Herrero y Xcalak al sur del estado, se caracteriza por la presencia de playas arenosas del tipo de barrera, con algunas salientes rocosas. En esta zona se observa un retroceso de la línea de costa al continente por sumersión y/o por la elevación del nivel del mar.



A lo largo del litoral de Quintana Roo la ubicación de los ecosistemas costeros está dada por la presencia de cuatro unidades topográficas paralelas a la costa, lo que determina el cambio en la elevación del suelo y como consecuencia el tipo de ecosistema presente. De este a oeste, el patrón general de distribución de los ecosistemas es el siguiente: arrecifes de coral, playas, humedales y lagunas costeras, selva (ver diagrama anexo).

La función y diversidad de todos estos ecosistemas pueden ser severamente dañadas por un desarrollo incontrolado, disminuyendo su potencial de uso y anulando sus funciones naturales.

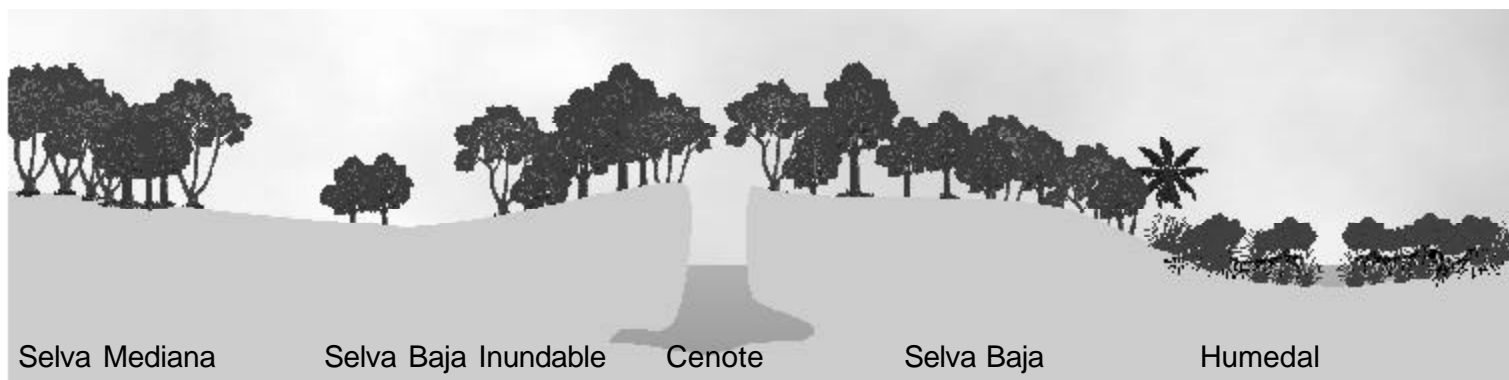
Para citar un ejemplo de esto, la sustentabilidad de las pesquerías costeras es con frecuencia afectada, debido a que las lagunas, los estuarios y otros cuerpos de agua

semicerrados que naturalmente sirven como áreas de crianza para muchas especies, son alterados por el desarrollo costero.

De forma general, la transformación de los ecosistemas es causada principalmente por a) el reemplazo del hábitat por infraestructura, como muelles, hoteles, casas, plantaciones agrícolas; b) alteración de los flujos de agua; c) contaminación; d) extracción de materiales y recursos como es el caso de los bancos de material y las pesquerías; e) erosión y sedimentación.

Mediante el uso de prácticas adecuadas en el proceso de planeación y el diseño de la infraestructura costera es posible mitigar los efectos causados a los ecosistemas, haciendo compatible el desarrollo costero con la conservación, con la finalidad de preservar el potencial de uso que tienen, tanto para fines recreativos como productivos.

**La distribución de los ecosistemas en la zona costera de Quintana Roo está en función de las características geológicas.**



Los recursos naturales tradicionalmente han tenido un papel relevante en la economía y la calidad de vida de los habitantes de Quintana Roo y constituyen el principal atractivo para el desarrollo turístico.

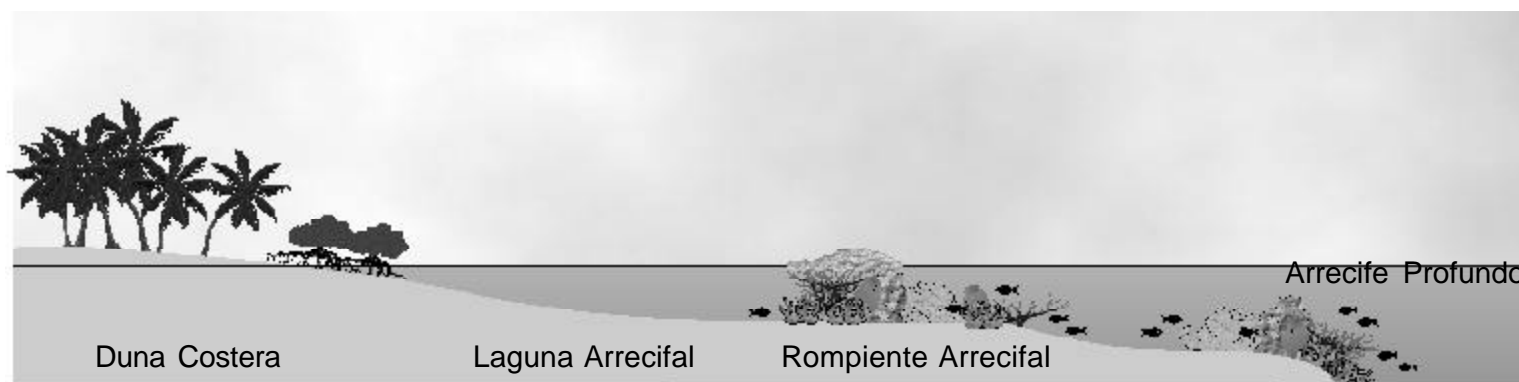
Desde la época de la explotación del palo de tinte hasta la actualidad se ha modificado el tipo de actividades económicas. En un principio estuvieron enfocadas a la explotación de los recursos maderables, el chicle y la copra, posteriormente predominó la agricultura en el sur, el turismo en la costa norte y el incremento de la pesca en los litorales.

Usualmente se describe la costa solo en términos de sus características físicas, presencia de lagunas, arrecifes de coral y playas arenosas; otras veces sólo vemos los usos típicos - pesquerías o turismo. Sin embargo, para planear un desarrollo sustentable, es necesario tener una

visión global y entender como los ecosistemas trabajan en conjunto, y que esto a su vez puede ser afectado por las actividades que se llevan a cabo en ellos o en lugares aledaños.

Una vez que entendemos las relaciones entre los ecosistemas, podemos identificar los beneficios que nos proporcionan así como los efectos que causan las diferentes actividades, y así tomar decisiones acertadas durante el proceso de planeación de un nuevo desarrollo turístico.

A continuación se hace una breve descripción de los ecosistemas costeros que nos permite conocer de manera general cual es su importancia y las interrelaciones que existen entre ellos y de esta forma poder adecuar la infraestructura a las características y dinámica de los mismos con el fin de minimizar los impactos provocados por su establecimiento.



## ECOSISTEMAS COSTEROS

### 110. ARRECIFES DE CORAL Y LAGUNA ARRECIFAL

Tradicionalmente los arrecifes de coral han ocupado un lugar dominante en la vida económica, cultural y social del estado, sobre todo de las poblaciones costeras mediante el sustento de las pesquerías y el turismo.

Este ecosistema que se extiende paralelo a la costa como un arrecife bordeante discontinuo desde Punta Nizuc en el norte de Quintana Roo, hasta las Islas de la Bahía en Honduras, es considerado como el segundo más largo del mundo por sus dimensiones, después de la Gran Barrera Coralina de Australia. A lo largo de la costa de Quintana Roo, las características del sistema arrecifal son muy variables. En el norte la plataforma continental es muy amplia, por lo que existe un escaso desarrollo arrecifal en las zonas profundas, donde las estructuras están cubiertas en su mayor parte por algas. Sin embargo, la rompiente arrecifal y el arrecife posterior están bien desarrollados, con una gran cobertura coralina.

En la Bahía de Mujeres, se presentan pocos arrecifes en parche dispersos sobre un fondo conformado principalmente por comunidades de pastos marinos y arenales a profundidades no mayores de 15m.



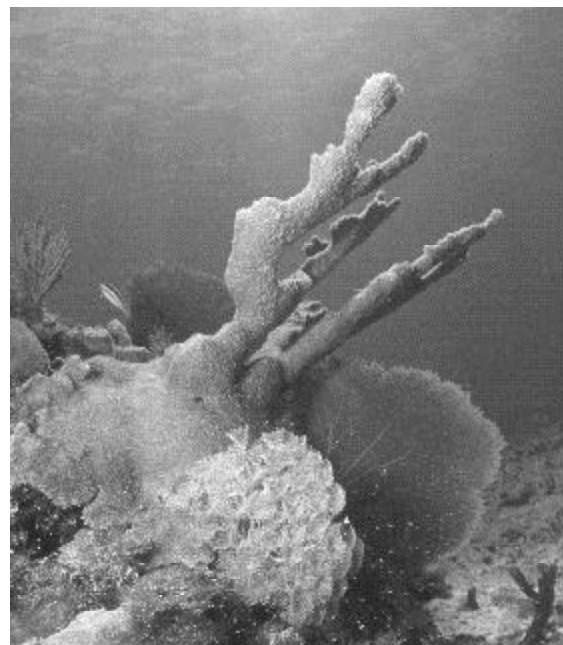
Frente a la Isla de Cozumel, de Punta Maroma a Puerto Aventuras, el desarrollo coralino es muy escaso, limitándose a pequeñas colonias aisladas sobre la plataforma arenosa. Esta pobre comunidad coralina resulta fundamentalmente por la fuerte corriente existente en el Canal de Cozumel.

En la parte centro y sur de la costa, desde Puerto Aventuras a la frontera con Belice, la plataforma continental es más estrecha, por lo que el arrecife frontal está más desarrollado, con presencia de macizos y canales de medio a alto relieve y una abundante cobertura coralina.

**El buceo es una de las principales actividades turísticas en Quintana Roo.**

En la isla de Cozumel los arrecifes son de tipo bordeante y de parche. Al suroeste se presenta un antiguo arrecife que está situado al borde de la plataforma continental. Esta zona es visitada por miles de buzos al año, atraídos por las espectaculares formaciones existentes. Hacia el lado este de la isla, el arrecife bordeante, solo el que se localiza en las zonas profundas está desarrollado, particularmente en el sureste.

El Banco Arrowsmith localizado en el extremo norte del estado es el único banco completamente



**Los arrecifes de coral juegan un papel relevante en la protección costera contra la acción del oleaje.**

sumergido en Quintana Roo. Está constituido por una abundante comunidad coralina que es aprovechada por los pescadores de Cancún y Cozumel.

Frente a la costa sur de Quintana Roo se localiza una plataforma arrecifal que constituye un “falso” atolón denominado Banco Chinchorro. Esta formación es una de las principales zonas pesqueras del sur del estado, debido a que existen grandes poblaciones de langosta, caracol y peces de importancia comercial.

Banco Chinchorro se caracteriza por presentar un gran desarrollo arrecifal en todo su perímetro, particularmente en las zonas menos profundas, lo que da lugar a una gran biodiversidad. Actualmente está adquiriendo cada vez mayor importancia como destino turístico para buceo, no sólo por la belleza natural de los corales y los peces, sino también por el atractivo adicional de los buques encallados, producto de numerosos naufragios.

Por su cercanía a la costa, las formaciones arrecifales juegan un papel relevante, ya que proporcionan protección contra el oleaje, esto es de especial importancia para la zona costera del Caribe mexicano donde las tormentas y huracanes son frecuentes. En otros países se ha observado que en los lugares donde ha habido degradación de los arrecifes, se ha incrementado la erosión costera.

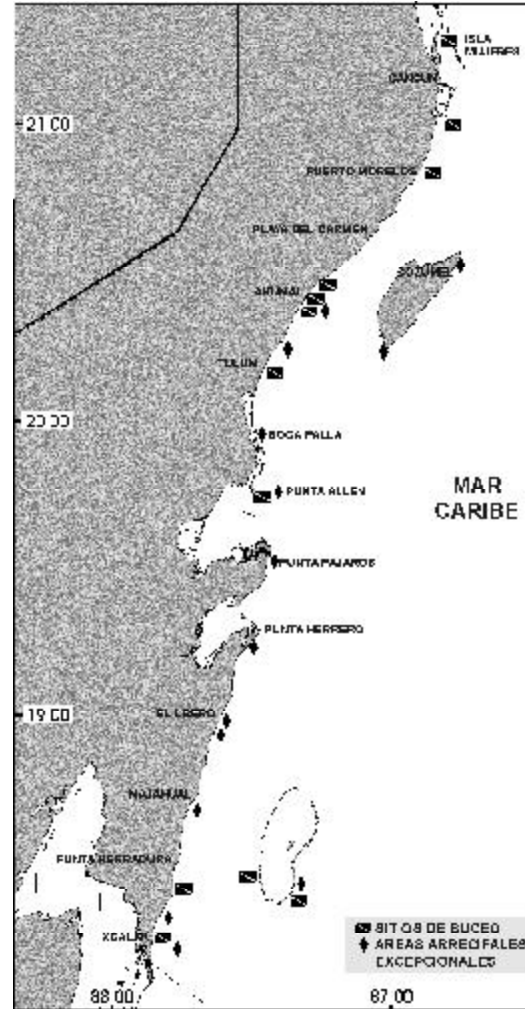
Asociados directamente con los arrecifes de coral, donde se presenta una laguna arrecifal están

los pastos marinos (*Thalassia sp.* y *Syringodium sp.*), a los que usualmente no se les ha dado la debida importancia, contrariamente se les ha considerado como un elemento antiestético, por lo que la tendencia es de removerlos para “mejorar” la calidad de la playa.

Sin embargo se debe tomar en cuenta que en este ecosistema se desarrollan las larvas y juveniles de muchos invertebrados y peces que habitan en el arrecife coralino, por lo que la diversidad de organismos en la zona arrecifal depende en gran parte de ellos. Asimismo sirven de alimento a varias especies de tortugas marinas que anidan en las playas en los meses de mayo a octubre.

Otra de las funciones de este ecosistema es la de servir como trampas de sedimento, estabilizando el fondo y proporcionando buena protección contra la erosión costera; su presencia generalmente se asocia con ambientes de baja energía del oleaje. El potencial turístico de este ecosistema lo constituye la variedad de organismos que ahí habita, presentando la oportunidad de observar parte de la fauna marina sin tener que alejarse mucho de la costa.

Como los arrecifes de coral constituyen un gran atractivo para el turismo, cada vez es mayor la necesidad de construir en la costa la infraestructura necesaria que sustente esta actividad, incrementándose los impactos a este ecosistema. Para mantener su potencial de uso es necesario tomar en cuenta que su conservación depende no solo de las actividades que se llevan a cabo



A lo largo de la costa de Quintana Roo existen gran cantidad de áreas arrecifales importantes tanto ecológicamente como económicamente.

**El potencial de uso de las playas y dunas depende de la conservación de los procesos naturales que ahí se llevan a cabo.**

directamente en ellos, sino también de los procesos y actividades que se desarrollan en la tierra.

Los arrecifes de coral tienen un enorme potencial turístico susceptible de ser aprovechado por lo que se debe considerar su importancia ecológica, con el fin de preservar el papel que tienen en la zona costera y de garantizar los beneficios que a largo plazo se pueden obtener del uso adecuado que se haga de ellos.

A lo largo de la costa de Quintana Roo aún existen una gran cantidad de sitios que presentan una alta cobertura coralina; sin embargo rápidamente se están incrementando los lugares que, por la alta afluencia de visitantes y el poco cuidado que se tiene en el manejo del área, corren el riesgo de ser seriamente afectados disminuyendo su potencial de uso.



## 120. PLAYAS Y DUNAS

La costa de Quintana Roo sin duda alguna es de las zonas más atractivas de México, por la belleza de sus playas, la transparencia del mar y su característico azul turquesa.

Como parte de un ecosistema mayor, las playas y las dunas constituyen un área muy dinámica debido a la acción directa del oleaje, las corrientes, las mareas y del viento; asimismo representan una zona de anidación, alimentación y descanso para una gran cantidad de aves, crustáceos y tortugas marinas, cuya existencia depende de los procesos que se llevan a cabo en la playa.

Una característica muy particular de las playas del estado es la poca amplitud que presentan (40-400m), están limitadas al este por el mar Caribe y al oeste por una franja de humedales. Esta condición incrementa su fragilidad y limita el área susceptible de ser aprovechada para el establecimiento de la infraestructura costera, por lo que representa un gran reto para los desarrolladores el diseño, la construcción y la selección de los

materiales y técnicas adecuadas para el establecimiento de nueva infraestructura.

La costa quintanarroense se define como un complejo de barreras y planicies. Las barreras se encuentran paralelas al litoral y están constituidas por arena y grava, se forman por la acumulación de arena debida a la acción del viento, el oleaje y las mareas. Ejemplos típicos de estas formaciones son la barra de arena sobre la que se localiza la zona hotelera de Cancún, la península de Punta Allen en la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, y las barras adyacentes a las lagunas de la costa sur del estado.

La forma natural de las playas y dunas difiere a lo largo de la costa en función del ambiente terrestre adyacente y de la presencia o ausencia de la rompiente o laguna arrecifal (ver sección 200).

Existen playas arenosas casi sin pendiente y de gran amplitud en áreas donde el arrecife se localiza a más o menos 500m de la costa, actuando como una barrera rompeolas, por ejemplo en El Placer o Xcalak al sur de Quintana Roo. A diferencia de las playas de Mosquitero, también en la costa sur del estado o las cercanas a Punta Nizuc en la zona hotelera de Cancún donde no existe una cresta arrecifal se presentan dunas de más de 20m originadas por la alta energía del oleaje.

En el norte de Quintana Roo, las costas son de tipo erosivo, el lecho rocoso comúnmente queda descubierto después del período de tormentas, cuando la erosión es más intensa.



Hacia el sur del estado la costa es de tipo acumulativo (de playas bajas y marismas), está conformada por una serie de ensenadas arenosas limitadas por puntas rocosas.

Los únicos afloramientos del lecho rocoso se localizan en las puntas rocosas, donde está expuesto el arrecife antiguo que data de hace 125,000 años, las playas en esta zona están compuestas por guijarros.

Las playas y dunas juegan un papel crítico en la protección contra los efectos de las tormentas e inundaciones tanto de los recursos terrestres como del desarrollo costero.

**La zona costera de Quintana Roo se caracteriza por la diversidad de ecosistemas que presenta.**

**En las playas se desarrolla una gran variedad de actividades recreativas.**



Desafortunadamente la belleza y la morfología de las playas caribeñas que atrae a los desarrolladores y turistas, son con frecuencia modificados por prácticas inadecuadas de construcción así como por la acción de los fenómenos naturales, tales como las tormentas y la erosión.

Cuando la arena de las dunas es nivelada para construir sobre de ellas, se anula su función de barrera protectora, y con frecuencia es reemplazada con otro tipo de barrera (de origen antropogénico), que no es necesariamente tan resistente a las tormentas.

Tales prácticas con frecuencia tienen como consecuencia el incremento de la erosión costera y de los riesgos en época de tormentas. En Playacar y Cancún este efecto es fácilmente observable, ya que las construcciones crean una línea de costa rígida, impidiendo el transporte natural de los sedimentos.

**Para mayor información consulte la sección 200**

## **130. HUMEDALES Y LAGUNAS COSTERAS**

La costa de Quintana Roo se encuentra bordeada por una ancha franja de humedales y lagunas costeras, localizados tierra adentro después de una estrecha barra arenosa.

Durante mucho tiempo a los humedales se les consideró como terrenos inútiles y sitios insalubres, por lo que la tendencia era eliminarlos, rellenándolos y canalizándolos para desecarlos, o bien se les convertía en vertederos de desechos domésticos o industriales.

Recientemente se ha reconocido su importancia; los humedales y las lagunas costeras están fuertemente asociados a las áreas terrestres y costeras adyacentes a través de los procesos que ahí se llevan a cabo, como lo son el movimiento de especies migratorias de peces y crustáceos así como de las poblaciones de aves y mamíferos que se mueven entre estos y tierras interiores. También existen fuertes interrelaciones entre los manglares, pastos marinos y arrecifes de coral donde estos sistemas coexisten.

Estos ecosistemas forman parte de la conservación de procesos biofísicos tales como el almacenamiento de agua, la remoción de nutrientes que contribuyen a la eutroficación de los cuerpos de agua y como trampa de sedimentos y carbón, contribuyendo al control de la calidad y cantidad de agua, partículas y nutrientes descargados al mar.



Dentro de sus características principales se considera su elevada productividad y la de representar áreas de protección, reproducción, crianza y alimentación para muchas especies de valor comercial, sin mencionar su potencial para la recreación y valor estético.

Asimismo en las zonas sometidas a los efectos de tormentas o huracanes son reconocidos como un amortiguador contra el oleaje derivado de las tormentas, que de otra forma tendrían un efecto perjudicial sobre las áreas terrestres bajas, similares a las de la costa sur de Quintana Roo. También tienen un importante papel como estabilizadores de la línea de costa mediante la reducción de la energía del oleaje, corrientes y otras fuerzas erosivas.

Como parte de este importante ecosistema están las lagunas costeras, las hay de dos tipos: intermitentes, es decir solo permanecen durante la época de lluvias, o bien permanentes como la laguna Huache cerca de la frontera con Belice.

Algunas lagunas costeras del norte de Quintana Roo representan un gran atractivo turístico para el desarrollo de actividades acuáticas como los paseos en kayak, el veleo, ski acuático, wind surf, entre otros. En la laguna Nichupté en Cancún, y en menor escala en la laguna Boca Paila en la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an ya se practica la pesca deportiva y se realizan recorridos ecoturísticos.

Sin embargo cuando se realizan actividades con las que se interrumpe la circulación natural



de los cuerpos de agua, o existe aporte de nutrientes por descarga de aguas residuales se presentan problemas de eutroficación, ocasionando una reducción de su valor biológico y estético, teniendo que invertirse grandes sumas de dinero para el saneamiento del sistema como es el caso de la laguna Nichupté, lo que pudo ser evitado considerando la dinámica y los procesos que ahí se llevan a cabo.

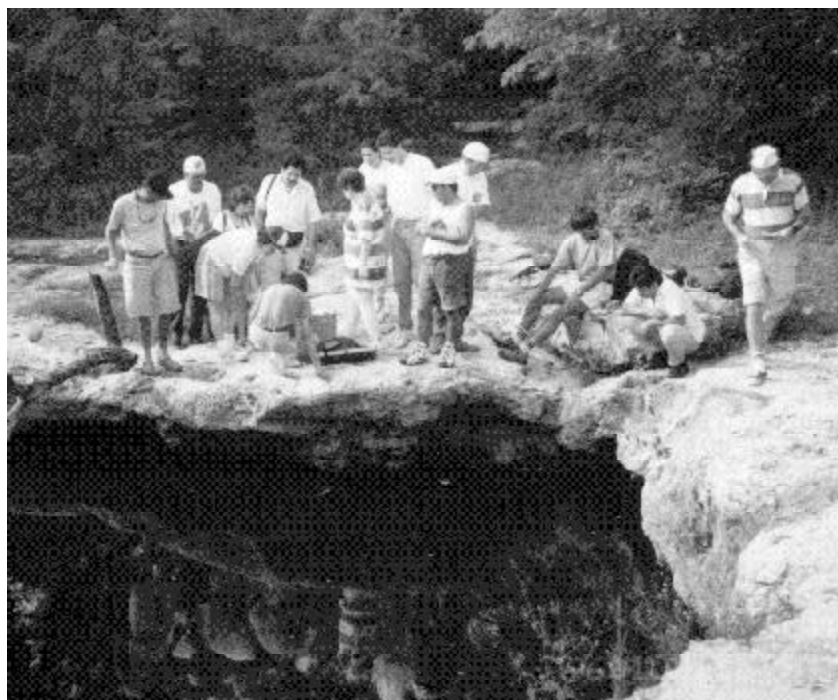
Para mayor información  
consulte la sección 300

**Los manglares costeros albergan una gran diversidad de flora y fauna que constituye un atractivo turístico.**

## 140. CENOTES

Otro de los ecosistemas típicos de Quintana Roo son los cenotes, estas particulares formaciones son características de los sistemas calcáreos. Suelen formarse por el derrumbe de las bóvedas disueltas a causa de la acción que ejercen las aguas subterráneas en la roca caliza.

Los cenotes cada vez tienen mayor importancia para uso recreativo.



A diferencia de los cenotes del interior de la Península, en los que suele haber paredes verticales de varios metros de altura entre el nivel del suelo y la superficie del agua, en aquellos cercanos a la costa la superficie del agua está muy cerca del nivel del terreno.

Constituyen una gran parte de los hábitats dulceacuícolas de la región, ya que no hay ríos superficiales; representan refugios de flora y fauna con una gran variedad de comunidades acuáticas lo que los hace atractivos para la investigación científica.

Muchos de ellos tienen un significado arqueológico, ya que constituían los únicos abastecimientos de agua dulce de la región por lo que los asentamientos mayas se localizaron en las zonas aledañas. En el estado, cerca de la costa y en las tierras interiores existe un gran número de ellos que tienen un alto potencial ecoturístico y científico.

Las principales actividades recreativas que se realizan son espeleobuceo, pesca y observación de fauna. Algunos de los localizados cerca de la costa ya están siendo utilizados con fines recreativos, como son los cenotes Dos Ojos, Chan-Chik, Cristalino, entre otros.

El manejo cuidadoso de las actividades en los cenotes es crítico para la conservación de su calidad y preservar su uso, considerando que son sistemas conectados en una intrincada red subterránea.

## 150. SELVAS

Con frecuencia, adyacente a los humedales, en las tierras interiores y más altas se encuentran las selvas, en algunos lugares cerca de la costa es posible encontrar este tipo de vegetación combinada con el manglar y palmas de coco.

Este ecosistema se caracteriza por tener la mayor biodiversidad terrestre. Provee de una gran cantidad de alimento en forma de frutos, hojas, semillas, raíces y cortezas a las diferentes especies de fauna silvestre que ahí se encuentran.

En las selvas también se da el proceso de formación de suelos por aporte de materia orgánica a través de las hojas, ramas y árboles que caen y se desintegran por la acción de los organismos descomponedores presentes en el suelo, asimismo es importante resaltar su papel en la regulación del clima.

Las selvas localizadas en la Península de Yucatán son la representación más septentrional de este ecosistema en el continente americano. En Quintana Roo, desde la época prehispánica se han utilizado las selvas para la obtención de recursos maderables, frutos y para la extracción del látex utilizado en la elaboración del chicle. Como resultado de estas actividades y de prácticas agrícolas tradicionales, en los últimos años se ha observado un rápido proceso de fragmentación de este ecosistema.



Recientemente se ha identificado su potencial ecoturístico, mediante el establecimiento de senderos para la observación de flora y fauna. En el Jardín Botánico Alfredo Barrera en Puerto Morelos o el ejido Punta Laguna, se conserva un recinto de selva mediana con abundantes especies de flora y fauna silvestre, que pueden ser observadas por los turistas en su ambiente natural.

**Durante los recorridos a través de la selva se puede observar una gran diversidad de flora y fauna.**

## DINÁMICA DE LA ZONA COSTERA DE QUINTANA ROO

**L**os desarrolladores y propietarios de terrenos en la zona costera, en su anhelo de estar lo más cerca posible del mar, con frecuencia no consideran que la morfología de la playa cambia continuamente para disipar eficientemente la energía del oleaje y que la arena presente en una época del año, puede ser removida por el mar en otra temporada como respuesta a la dinámica natural del oleaje en condiciones normales o en época de tormentas.

Debido a esto uno de los problemas que se presentan con mayor frecuencia es el proceso de erosión natural que amenaza las construcciones presentes en la costa o la erosión y acrecencia inducida por el establecimiento de estructuras. En ambos casos los resultados son similares. La erosión generalmente provoca grandes pérdidas económicas debido al daño que ocasionan las tormentas sobre las

construcciones o al invertir grandes sumas de dinero en medidas de protección para evitar esta pérdida.

Considerando esta dinámica se pueden seleccionar los lugares y diseños apropiados para establecer nuevos proyectos, implementando técnicas que ayuden a garantizar su permanencia a largo plazo, minimizando los impactos a la infraestructura y a los ecosistemas adyacentes.

En la zona costera, el sistema físico está compuesto por el movimiento del mar que suministra energía, y la línea de costa que la absorbe. Debido a que la zona costera es la interfase entre la tierra y el mar, donde actúan directamente el oleaje, las corrientes, las mareas y el viento, las interacciones físicas que ocurren son únicas, muy complejas y difíciles de entender completamente, asimismo son muy susceptibles de ser alteradas por la influencia del hombre o por fenómenos meteorológicos.

La dinámica de la zona costera está influenciada por las características topográficas y el tipo de suelo de la Península de Yucatán, debido a que por estar constituida por roca caliza no permite que exista un flujo de agua superficial, lo que determina que exista una red de aguas subterráneas que fluyen hacia el mar favoreciendo la presencia de grandes zonas de humedales costeros.

Para mayor información  
consulte la sección 100

La infraestructura costera con frecuencia es afectada por los procesos naturales.



## 210. TRANSPORTE DE ARENA

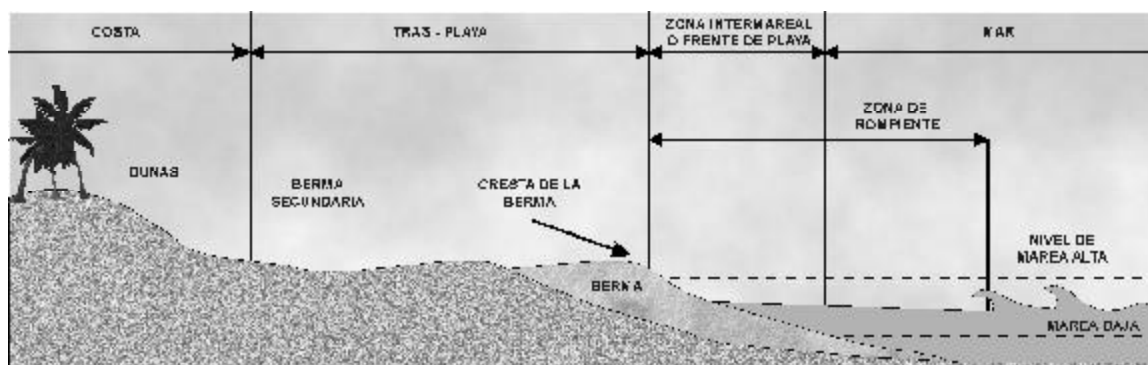
El área que es afectada más directamente por las fuerzas del mar es la playa, por lo que es considerada como la parte más dinámica de la zona costera.

La playa se puede describir como el lugar en donde se deposita la arena y se localiza desde el punto en el mar donde las olas comienzan a mover la arena del fondo hasta la zona intermareal. En el Caribe la arena está constituida por restos de corales y conchas que son transportados de un lugar a otro por la acción de las olas, las corrientes y del viento.

El transporte litoral es un proceso natural que provee de arena a las playas a lo largo del litoral por lo que la forma de la playa cambia continuamente.

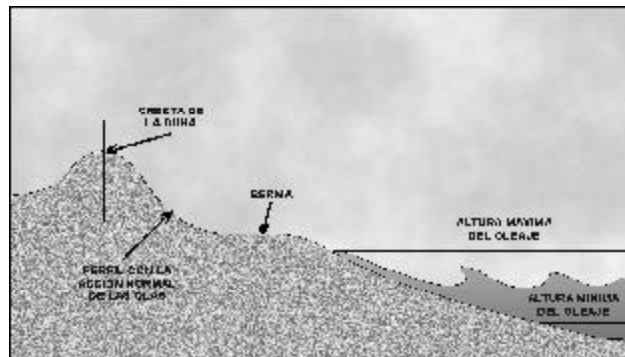
El movimiento de la arena es perpendicular a la costa (de mar a tierra o viceversa) y paralelo (a lo largo del litoral). El movimiento perpendicular está determinado principalmente por la altura del oleaje y la pendiente de la playa. En general las olas de mayor tamaño mueven la arena fuera de la playa y las de menores dimensiones causan el efecto contrario, por lo que este tipo de transporte de la arena está directamente asociado a los cambios estacionales en la energía del oleaje y a los eventos de tormenta.

Los cambios en la forma de la playa a través del tiempo se deben a que las olas incrementan su altura y su energía, llegando a lugares ubicados por arriba de su nivel promedio, a su regreso llevan consigo la arena (erosión) depositándola en la zona por abajo de la línea de marea (acrecencia), después de la tormenta las olas moverán una vez más la arena localizada en la zona de acrecencia hacia afuera del mar para formar la berma y posteriormente la duna.

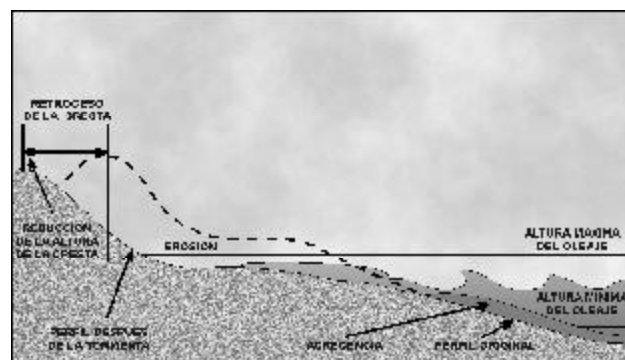


Zonificación general de la playa.

Perfil a



Perfil b



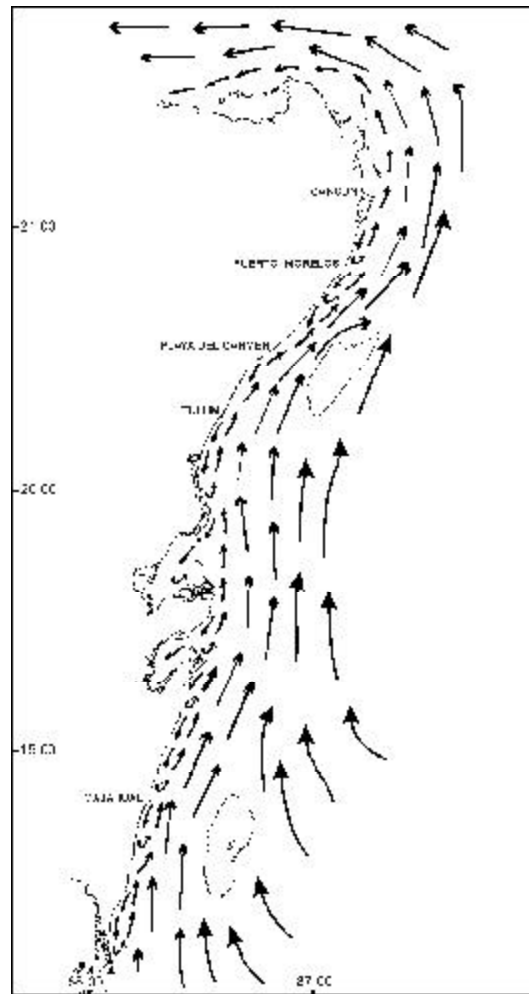
Cambios estacionales en la amplitud de la playa. Perfil a) amplitud de la playa en verano o antes de una tormenta. Perfil b) modificación de la amplitud de la playa en invierno o después de una tormenta.

El transporte a lo largo de la costa es originado por el rompimiento de las olas, y depende del ángulo de aproximación, de la duración y la energía del oleaje. Esto está directamente influenciado por la acción del viento, en el Caribe los vientos predominantes en verano son del sureste y en invierno del norte. La energía con la que las olas se aproximan a la costa depende de la presencia o ausencia de estructuras arrecifales frente a ella, ya que estas estructuras amortiguan la energía del oleaje.

Al llegar a la costa las olas rompen y disipan su energía, en la zona de rompiente producen un transporte de masas de agua generando una corriente paralela a la línea de costa que transporta la arena, llamada corriente litoral.

En 1983, Merino describió que el patrón general de la circulación costera superficial del Caribe mexicano es de sur a norte, invirtiéndose entre las puntas rocosas más prominentes, debido al choque de la corriente con estas estructuras formando pequeños giros. Se ha observado que la intensidad, extensión y aún la existencia de estos varían fuertemente con el tiempo debido probablemente a los efectos del viento y las mareas sobre la circulación.

Este modelo de circulación fue corroborado con la caracterización geológica de la costa sur de Quintana Roo realizada por Shaw & Boothroyd en 1995, donde mencionan que el transporte neto de los sedimentos a lo largo del litoral parece ocurrir de sur a norte, basado en la dirección que tiene la curvatura de las salientes arenosas que limitan las caletas y a lo largo de pequeñas puntas rocosas antiguas.



**Patrón general de  
circulación costera  
superficial en el Caribe  
mexicano.**

**El muelle de Playa del Carmen forma una barrera que impide el transporte natural de la arena**

Cuando el hombre construye barreras en la playa como los espigones para los muelles, el transporte de sedimento a lo largo del litoral pierde su equilibrio natural y tienden a incrementarse los procesos de erosión y sedimentación. Como puede verse en algunos muelles como en Playa del Carmen, donde la alteración del transporte litoral a producido una gran depositación de sedimentos al norte y como consecuencia una fuerte erosión al sur, debido a que la dirección de la corriente litoral en esta área es de norte a sur.



## 220. FENÓMENOS METEOROLÓGICOS

En la Península de Yucatán, Quintana Roo es el estado más expuesto a fenómenos meteorológicos como son las tormentas tropicales, huracanes y “nortes”, particularmente la zona norte del litoral que se encuentra comprendida entre Cabo Catoche y la costa a la altura de la población de Carrillo Puerto.

Estos fenómenos juegan un papel importante en la economía debido a la actividad turística que se desarrolla en el estado. Si la presencia de estos fenómenos meteorológicos no es considerada en el proceso de planeación pueden tener un fuerte impacto; su presencia no se puede evitar, sin embargo una actitud de previsión activa que combine la protección ante el peligro de éstos fenómenos y la conservación de los recursos naturales, simplifica los procesos de manejo y permite establecer un balance en la toma de decisiones sobre el tipo y la ubicación de las construcciones.

A pesar de los desastres que pueden ocasionar, no son fenómenos completamente destructores. El abastecimiento de agua en muchas regiones de México y en especial en la Península de Yucatán —carente de ríos superficiales— depende en gran medida de la visita de estos sistemas atmosféricos.



Las tormentas tropicales y los huracanes se presentan en las costas de Quintana Roo en los meses de julio a octubre, los daños que ocasionan se deben a tres fuerzas destructoras: las marejadas, las inundaciones y los vientos.

Las marejadas pueden producir olas de 10 m o más de altura que llegan a demoler macizas obras portuarias, alterar radicalmente la configuración de la playa, como ocurrió en Cancún después del huracán Gilberto y hundir o lanzar a la costa buques de gran calado como los barcos camaroneros que quedaron varados en 1988 en Puerto Juárez debido también a los efectos del mismo huracán.

La acción de las marejadas puede llegar a 30 o 40 m de profundidad por lo que destrozan o sepultan bajo gruesas capas de arena las formaciones coralinas.

Las inundaciones son ocasionadas por las fuertes lluvias y a las marejadas que impiden el desfogue de las aguas interiores que han sido acumuladas durante la temporada de lluvias sobre suelo arcilloso y poco permeable que tarda muchos días en infiltrarse o evaporarse.

Los vientos huracanados son particularmente peligrosos; derriban árboles, líneas eléctricas y telefónicas, antenas y construcciones de muy variado tipo, arrasan la vegetación silvestre y cultivada. Los daños no se deben solo al efecto directo del viento, sino también al impacto de los objetos que son transportados.

Los huracanes reducen o ensanchan las playas, forman bajos arenosos y en ocasiones abren o cierran bocas de comunicación entre el mar y los humedales. El huracán Gilberto en 1988 casi hizo desaparecer las playas de Isla Cancún, modificó la topografía de los fondos arenosos en el área y cortó en varios puntos las playas de barrera presentes en las costas de Yucatán formando canales a través de ellas. En Cancún de acuerdo con los reportes de FONATUR, resultaron perjudicados 3,977 cuartos de hotel y 1,362 en Cozumel además de otras construcciones no hoteleras.

**En repetidas ocasiones la infraestructura costera ha sido dañada por los fenómenos meteorológicos.**



Los “nortes” no guardan parentesco alguno con los huracanes. Son fenómenos meteorológicos totalmente distintos en su origen y su formación. Mientras los huracanes son de carácter marítimo, tropical y veraniego, los “nortes” son de naturaleza continental, extratropical e invernal, se presentan de octubre a enero. A pesar de las diferencias en su origen causan efectos similares a los de los huracanes.

Debido a que los huracanes y los “nortes” son eventos consecutivos que modifican el litoral, en algunos lugares se complica la restauración de las playas. Los procesos naturales de transporte y depositación de la arena se ven contrarrestados por los efectos de los nortes que comienzan poco después de la temporada de huracanes y que cada año hacen retroceder temporalmente la línea de costa.

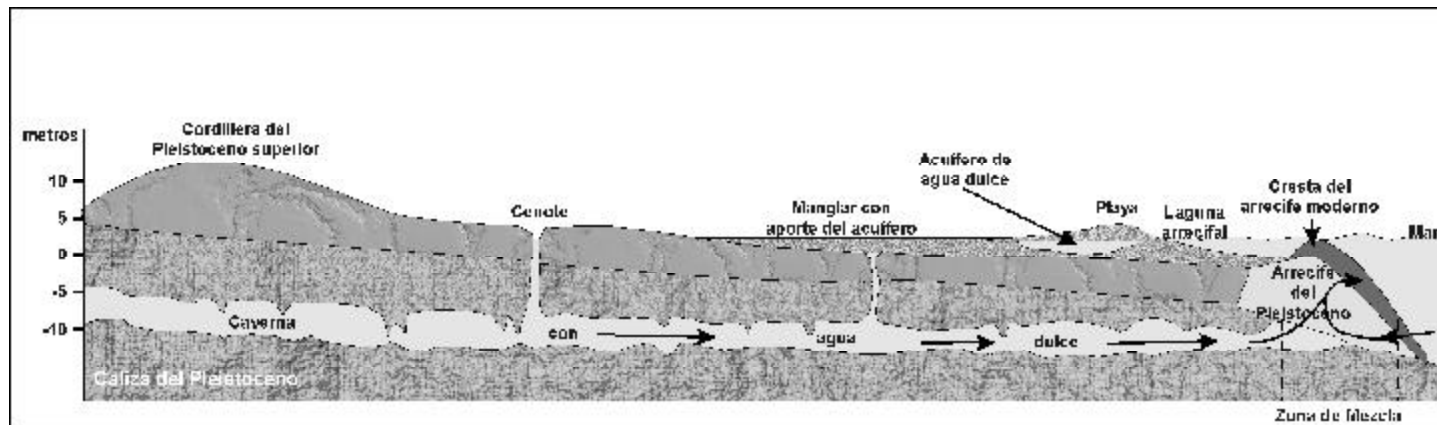
**Dinámica de las aguas subterráneas en la zona costera.**

## 230. AGUAS SUBTERRÁNEAS

La Península de Yucatán es una gran planicie ligeramente inclinada desde el interior hacia la costa constituida por roca caliza. Debido a lo plano del relieve, el agua de lluvia no puede fluir y formar ríos superficiales, en su lugar, por su alta porosidad presenta un flujo de aguas subterráneas.

El agua de lluvia se introduce rápidamente a través de las capas superficiales de roca caliza, acumulándose en las profundidades y cavidades de las rocas o en la arena de tipo calcáreo, para formar lo que se conoce como manto freático.

El agua del manto freático se mueve hacia la periferia de la Península infiltrándose entre las rocas calizas porosas del subsuelo y en grutas y conductos cavernosos interconectados de



amplitud variada. El flujo subterráneo propicia la disolución de la caliza formando cuevas y cavernas que, al derrumbarse sus techos, se descubren a la superficie como cenotes.

Por esta razón hay numerosas aguadas y cenotes, ya que cualquier hundimiento del terreno intersecta la capa de agua y la deja al descubierto. Debido al desnivel de la planicie, el agua del manto freático queda cada vez más cerca de la superficie a medida que se aproxima a la costa, donde coinciden el nivel del acuífero, la superficie del terreno y el nivel del mar formando la característica franja de humedales a lo largo de la costa de la Península de Yucatán.

En algunos lugares, no existen límites bien definidos entre el mar y la tierra sino una zona de transición en la que la tierra firme se desvanece gradualmente, transformándose en mar sobre una amplia extensión de fango y aguas de variada salinidad. Este tipo de terreno se encuentra en los bordes de las Bahías de la Ascensión y el Espíritu Santo.

En cambio, en los lugares expuestos al embate de las olas, la franja de terrenos inundados se encuentra separada del mar por una serie de dunas arenosas presentes en la mayor parte de Quintana Roo.

En esta zona se presenta un pequeño acuífero secundario localizado en la berma de la playa a lo largo de toda la costa; la porosidad de la arena permite la recarga en época de lluvias, el agua de lluvia se filtra y se colecta por encima del agua salada debido a la diferencia de densidad. Este acuífero es usado a lo largo de la costa y es la única

fuente de agua dulce para los residentes de la zona.

Algunos esteros y lagunas costeras se encuentran directamente comunicados con el mar subterráneamente; aparentemente esta agua de baja salinidad descarga mar adentro en la región arrecifal (*ver diagrama de la pág. 25*).

Por las características del flujo de aguas subterráneas, las amenazas de contaminación por aguas residuales podría repercutir en la fuente principal de agua potable, en la calidad del agua en las zonas inundables, en los arrecifes coralinos y en las pesquerías.

Es fundamental que para el establecimiento de nueva infraestructura se tomen en cuenta las características geológicas e hidrológicas de la región, así como los procesos costeros a fin de evitar los impactos adversos al ambiente.



**En algunos lugares de la costa no se observan límites bien definidos entre la tierra firme y el mar.**

## UBICANDO LA INFRAESTRUCTURA EN FUNCIÓN DE LA DINÁMICA DE LAS PLAYAS Y DUNAS

*Aplicando técnicas que integren la necesidad de reducir el daño al desarrollo y a los procesos dinámicos de las playas y las dunas se contribuirá a alcanzar la meta del desarrollo sustentable.*

### Normas a considerar en la ubicación de la infraestructura sobre las playas y las dunas

#### Como minimizar los riesgos de la erosión de la playa ocasionados por la acción del oleaje

- 310. Establecer una zona de restricción de construcción.
- 320. Diseñar y construir el desarrollo adaptándolo a las condiciones naturales.

#### Como minimizar los daños ocasionados por los efectos de las tormentas

- 330. Elevar las estructuras en áreas susceptibles a inundación.
- 340. Considerar en el diseño de la infraestructura la fuerza del viento y el oleaje.

#### Como conservar los procesos naturales

- 350. Reducir los impactos al proceso de anidación de las tortugas marinas.

#### Como mitigar los daños en el futuro y elegir alternativas adecuadas para el control de la erosión.

- 360. Crear una playa arenosa amplia para reducir los impactos del oleaje.

### Introducción

Las playas y las dunas representan el principal recurso para el desarrollo del turismo y la pesca. Asimismo constituyen el hábitat de muchas especies de fauna silvestre, por lo que son valiosas tanto desde el punto de vista económico como ecológico.

Para asegurar a largo plazo la sustentabilidad de los nuevos desarrollos, en su diseño deben considerar que la línea de costa es dinámica y muy vulnerable a los cambios en diferentes escalas de tiempo:

- cada día con los cambios de marea
- estacionalmente con los efectos de fenómenos meteorológicos como las tormentas, huracanes y “nortes”
- a largo plazo como respuesta a las alteraciones humanas y como consecuencia de los cambios globales en el nivel del mar.

Las playas a lo largo de la costa de Quintana Roo se diferencian entre sí en función de su amplitud, la pendiente o de la altura y forma de las dunas.

Muchas de ellas son del tipo de barrera, es decir conforman una angosta franja de tierra (40-400 m) entre los humedales y el mar Caribe, lo que las hace vulnerables a los efectos naturales de la erosión y a los daños causados por las tormentas.

Considerando estas características, el área disponible para el establecimiento de nueva infraestructura es muy estrecha, lo que para los desarrolladores representa un reto el determinar los lugares apropiados para la construcción que sean atractivos para el turismo y al mismo tiempo elegir un método para proteger su inversión mientras se permite que los procesos naturales ocurran.

Para lograr la sustentabilidad de los desarrollos costeros a largo plazo, se debe considerar en su diseño y construcción los cambios naturales en la línea de costa, la fuerza de los vientos y el oleaje durante una tormenta, y el impacto resultante de ellos en las playas.

Algunas Normas que pueden ayudar a alcanzar este objetivo se presentan a continuación.



### Principios para la planeación y diseño de proyectos localizados en las dunas y playas

- Prevenir los daños a los nuevos desarrollos en caso de tormentas, huracanes y de la erosión, con la finalidad de reducir a largo plazo los costos económicos y ecológicos.
- Considerar las características naturales en el diseño de los nuevos desarrollos con la finalidad de conservar la dinámica de las playas, dunas y los hábitats asociados.
- Reducir las necesidades de restaurar los ecosistemas dañados o colocar en el futuro estructuras para la protección costera.

Consulte las secciones 100 y 200 para más detalles sobre las características y la dinámica de la playa.

**Diseñar en función de las características de la playa puede reducir a largo plazo los impactos a la infraestructura y a la morfología de la misma.**

Las zonas de restricción de construcción evitan los impactos directos del oleaje sobre la infraestructura

### COMO MINIMIZAR LOS RIESGOS DE LA EROSIÓN DE LA PLAYA OCASIONADOS POR LA ACCIÓN DEL OLEAJE

Las playas y dunas representan un área de amortiguamiento natural contra la acción del oleaje. Cuando se erosionan como resultado de una tormenta o debido a la alteración de los procesos naturales por actividades humanas, se incrementa el potencial de daño causado por las olas.

Aplicando las Normas listadas a continuación se contribuirá a reducir los riesgos ocasionados por el oleaje y la erosión en las playas y dunas.



### 310. ESTABLECER UNA ZONA DE RESTRICCIÓN DE CONSTRUCCIÓN

La zona de restricción de construcción ayudará a proteger la infraestructura de la acción directa del oleaje durante las tormentas, actuando como una zona de amortiguamiento. En esta zona se facilita la dinámica de la playa y del sistema de dunas para mantener su función y su equilibrio natural.

Las dimensiones recomendadas para la zona de restricción de construcción serán diferentes para cada tipo de playa en función de las características del perfil topográfico y de la localización de la primera duna.

En México, la Zona Federal Marítimo Terrestre (ZFMT) es un área de 20 metros considerados a partir del nivel medio de marea, donde la autorización para llevar a cabo actividades productivas la otorga la SEMARNAP a través de la Dirección Regional de Zona Federal de la entidad. Se ha observado que en muchas playas de Quintana Roo esta zona no es suficiente para ser considerada como un área de restricción de construcción.

**311.** *Ubicar las construcciones atrás de la cresta de la primera duna*, no enfrente ni encima de ella, con la finalidad de mantener sus funciones de barrera protectora, lo que ayudará a proteger su propiedad.

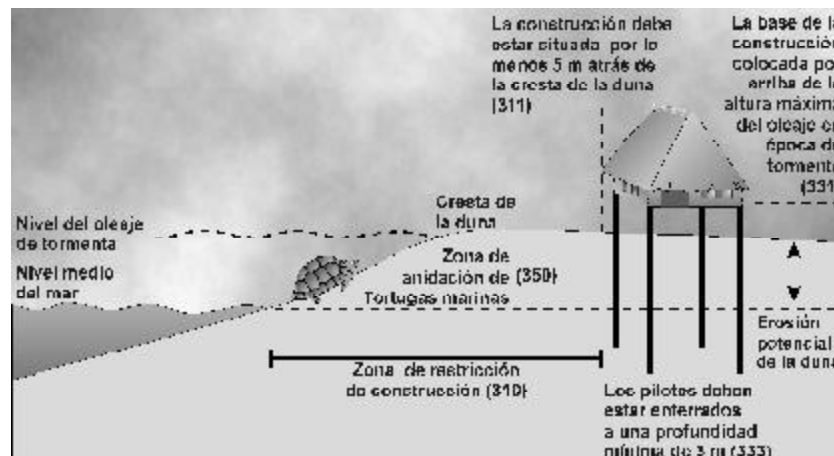
El sistema de dunas constituye un área natural de amortiguamiento contra el oleaje de tormenta y con frecuencia es utilizado como un método “no-estructural” para la protección costera, por lo que manteniendo un área de amortiguamiento más estable se pueden evitar daños al nuevo desarrollo.

Aunque la protección de una construcción atrás de la duna puede ser substancialmente mayor comparada con una situada sobre o frente a esta, la duna no debe ser considerada como indestructible ya que es un sistema dinámico que está sujeto a erosión en temporada de tormentas.

Es recomendable que todas las construcciones permanentes sean construidas 5 metros tierra adentro desde la cresta de la primera duna, de esta forma la duna puede mantener sus funciones naturalmente, erosionándose y depositándose estacionalmente. Haciendo un perfil topográfico se identifica el punto más alto que representa la cresta de la duna.

En caso de que no sea posible construir atrás de la cresta de la primera duna debido a las características del terreno *Ver 330*.

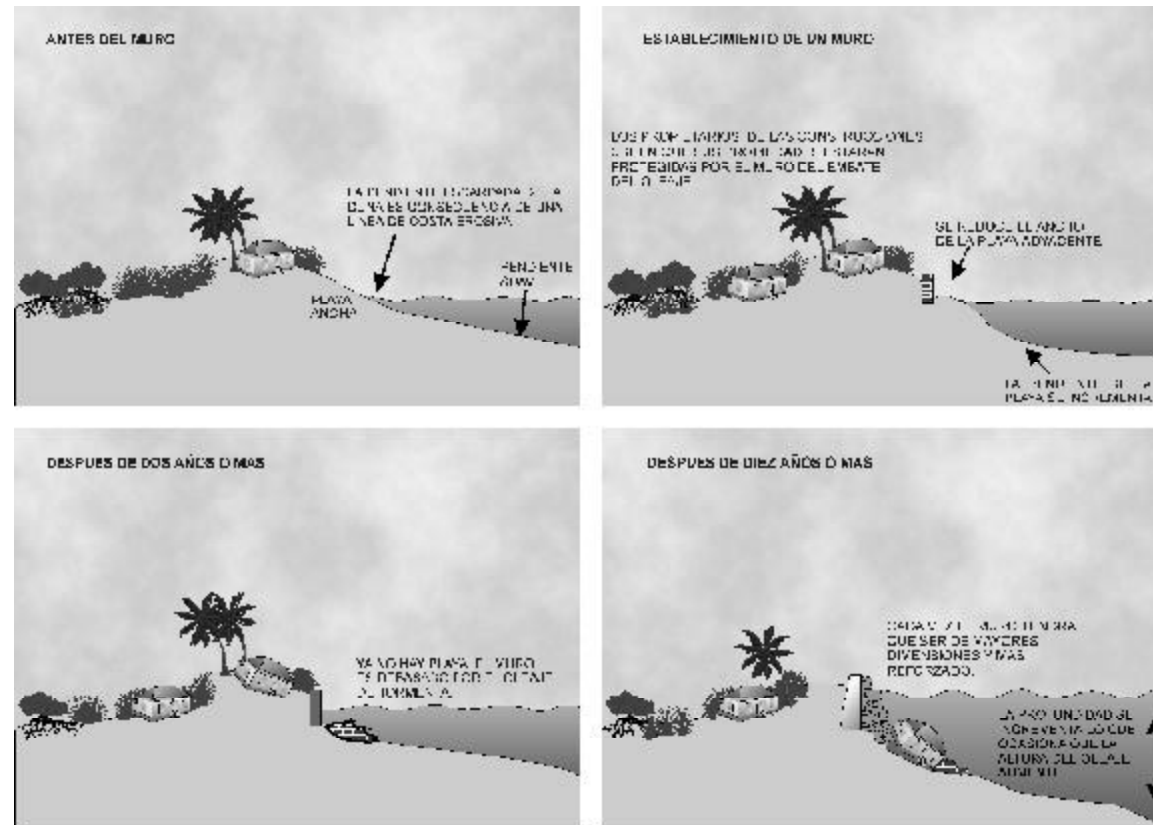
**312. Colocar estructuras temporales dentro del área de restricción de construcción** como palapas de madera o asoleaderos que pueden ser removidas antes de las tormentas o de que modifiquen el paisaje.



**313. Evitar la construcción de estructuras rígidas en la playa o enfrente de las dunas como paredes de concreto y cimientos.** Como se puede observar en el siguiente esquema, estas paredes tienden a incrementar la erosión de la playa en frente de la estructura, causando un mayor daño a la misma durante una tormenta. Esto ocurre porque la energía del oleaje no se disipa, causando que la arena sea removida en la base de la pared.

En la sección "Aplicando las normas practicas en la costa maya" se muestra un ejemplo de implementación de las normas antes citadas.

**Normas a considerar en el diseño y ubicación de la infraestructura en las playas y dunas**



(Adaptado de Kelley, 1989)

**Consecuencias del establecimiento de un muro paralelo a la playa a lo largo del tiempo.**



### **320. DISEÑAR Y CONSTRUIR EL DESARROLLO ADAPTÁNDOLO A LAS CARACTERÍSTICAS NATURALES**

Las dunas representan un área de amortiguamiento formada por una acumulación de la arena, el viento y la vegetación que evita la acción de las olas en las zonas interiores durante la época de tormentas, por lo que se recomienda no nivelarlas durante la construcción, con la finalidad de conservar sus funciones, y obtener los beneficios asociados a esto.

### **321. Mantener la duna estable y bien reforestada con vegetación propia de la zona.**

Las dunas son una característica común de las playas a lo largo de la costa de Quintana Roo, en algunos lugares son muy altas y fácilmente identificables, en otros no se presentan como resultado del establecimiento de ranchos coperos. Estas estructuras están en constante movimiento por la acción del viento y el oleaje por lo que continuamente están alimentando la playa con la arena que es transportada.

Se recomienda adecuar el diseño del nuevo desarrollo de tal forma que se conserve la vegetación natural. La presencia de vegetación natural puede acelerar el crecimiento de las dunas y estabilizarlas disminuyendo a largo plazo la tasa

de erosión debido a que funcionan como una trampa de arena; asimismo el diseño del paisaje puede ser usado para mantener la función de las playas y dunas así como el hábitat para muchas especies de fauna mientras se proporciona un ambiente estéticamente agradable.

Ver la sección 500 para detalles de la vegetación y un listado de especies de plantas nativas.

**Conservar la duna estable y bien reforestada ayuda a mitigar los daños en la infraestructura durante la época de tormentas.**



Las cercas de madera colocadas como trampas de arena contribuyen a incrementar el tamaño de las dunas.



**322.** Colocar cercas de madera como trampas de arena a lo largo de la berma de la playa o de la primera duna, contribuye a detener la arena que es transportada por el viento. Con esta práctica se incrementa el tamaño de las dunas con la finalidad de reducir los riesgos de erosión y los daños en época de tormentas. La acumulación de arena no es constante y varía dependiendo de la ubicación de la cerca y de la estación del año

**323.** Utilizar los bancos de material para la construcción que están localizados tierra adentro. El uso de la arena de la playa o de la duna para la construcción favorece la erosión, por lo que se debe descartar su uso.

En Quintana Roo los bancos de material están localizados en las zonas topográficas más elevadas, caracterizadas por la presencia de vegetación selvática.

**324.** Ubicar los caminos y las áreas de los estacionamientos del lado opuesto de las dunas. Con esta práctica se evitan graves daños a las dunas y los problemas de un continuo mantenimiento debido a la erosión y al movimiento de la arena por el viento. Se debe evitar que los caminos y senderos pasen a través de las dunas, ya que incrementan el potencial de inundación creando un canal por donde el oleaje de tormenta puede atravesar las dunas erosionándolas.

Donde sea necesario, los senderos deben ser angostos y construirse paralelos al oleaje. Los senderos en zig-zag o sinuosos tienen una tendencia menor a promover directamente la formación de un canal en la duna. Donde se requiera un acceso sobre la duna, es recomendable construirlo de madera y elevado para minimizar los efectos en la dinámica de la arena.

### COMO MINIMIZAR LOS DAÑOS OCACIONADOS POR LOS EFECTOS DELAS TORMENTAS

El desarrollo costero es susceptible a inundaciones y al efecto del viento durante las tormentas y huracanes. La vulnerabilidad depende de su ubicación con respecto a la dirección del viento y del oleaje, de la amplitud de la playa, del tamaño de la duna y de la presencia de una rompiente arrecifal que tiende a disminuir la energía del oleaje.

Al diseñar las estructuras considerando los efectos del viento y del oleaje se pueden reducir en gran medida los impactos económicos causados por estos eventos naturales mientras se incrementa la seguridad para los habitantes de la zona.

#### 330. ELEVAR LAS ESTRUCTURAS EN ÁREAS SUSCEPTIBLES A INUNDACIÓN

En comunidades como Xcalak o San Pedro (Belize), muchas de las casas antiguas están construidas sobre pilotes, una técnica usada históricamente para minimizar los daños por inundaciones.

**331. Diseñar las estructuras de tal forma que el primer piso del edificio este situado por arriba de la**



**altura máxima alcanzada por el oleaje de tormenta.** La altura se determina en función de la dinámica de cada playa, debido a que la energía del oleaje está determinada por la presencia y la distancia a la cual se encuentra la barrera arrecifal.

**332. Utilizar cimientos en forma de pilotes para construir edificaciones en áreas sujetas a un flujo de agua.** Otra alternativa para construir los cimientos es colocar las paredes sólidas perpendiculares a la línea de costa y las paredes paralelas al litoral deben permitir el flujo del agua debajo de las construcciones en época de tormentas, de esta forma se reduce la erosión en las zonas aledañas a los cimientos del tipo de barrera.

En comunidades como Xcalak, el estilo de vida se ha adaptado a las condiciones ambientales.

**333. Enterrar los pilotes a una profundidad adecuada para resistir las fuerzas verticales y horizontales de los vientos huracanados.** Si se carece de estudios de ingeniería detallados se pueden considerar las recomendaciones dadas por la Agencia Federal para el Manejo de Emergencias de los Estados Unidos. Se especifica que los pilotes de las estructuras colocadas en áreas sujetas a erosión deben estar enterrados a una profundidad de 3 metros con respecto al nivel medio del mar y no de la pendiente existente, debido a que la playa o la duna se puede erosionar durante las tormentas.

### **340. CONSIDERAR EN EL DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA LA FUERZA DEL VIENTO Y EL OLEAJE**

Las tormentas y los huracanes tienden a incrementar el oleaje y la velocidad del viento, lo que puede causar daños a las construcciones.

**341. Incorporar ventilaciones suficientes en las construcciones para evitar que se cree un exceso de presión.** Durante las tormentas, la presión barométrica disminuye, creando una diferencia de presión dentro de la estructura que puede ser peligrosa para la misma.

**342. Considerar en el diseño de los muelles la fuerza del oleaje, la erosión y el minado de la arena por procesos naturales o inundaciones.** Los pilotes que soportan la estructura de los muelles deben estar lo suficientemente enterrados para resistir el embate del oleaje durante las tormentas.

### **COMO CONSERVAR LOS PROCESOS NATURALES**

Cada año varias especies de tortugas marinas (caguama, blanca, carey y laúd), catalogadas en peligro de extinción, regresan a su lugar de nacimiento para anidar durante los meses de mayo a octubre.

La selección del sitio de anidación de las tortugas marinas va más allá de los 20 m de zona federal, frecuentemente son sitios elevados con el fin de dejar sus nidos fuera del alcance de las olas, algunas prefieren zonas con vegetación por lo que también es importante mantener este recurso en el área.

### **350. REDUCIR LOS IMPACTOS AL PROCESO DE ANIDACIÓN DE LAS TORTUGAS MARINAS**

Las estructuras rígidas colocadas a lo largo de la berma perturban la anidación de las tortugas. Con el establecimiento de una zona de restricción de construcción se pueden excluir las áreas de anidación, al mismo tiempo que se protege la infraestructura. Ver 310, 320.

**351. Limitar el uso de las luces exteriores en la playa para minimizar las perturbaciones a las tortugas.** En el diseño de las construcciones costeras que tengan iluminación directa a la playa deberá incluirse:

- iluminación de bajo perfil y baja intensidad en los senderos que estén adyacentes a la playa.
- las luces en las terrazas no deberán extenderse en forma directa a la playa.
- utilizar vidrios polarizados en las construcciones con frente de playa y que tengan una línea de visión directa sobre ella.

**352. Reducir los impactos al proceso de anidación de las tortugas marinas.** En lo posible deberá restringirse la limpieza mecánica de las playas durante la temporada de anidación de las tortugas marinas. La limpieza de la playa deberá limitarse a la línea de costa con rastrillos con una penetración en la arena de no más de dos pulgadas.

**353. Solicitar asesoría a los grupos locales que trabajan en los programas de tortugas para la protección o la reubicación de los nidos.** La Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca es la institución encargada de los programas de protección a las tortugas marinas.



**COMO MITIGAR LOS DAÑOS EN EL FUTURO Y ELEGIR ALTERNATIVAS ADECUADAS PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN**

Los cambios visibles en la línea de costa, incluyendo la erosión y la acrecencia de las playas son procesos naturales necesarios para que a largo plazo se establezcan las playas.

La erosión no se debe considerar como un problema sino como un proceso natural. Desde que el hombre ha invadido la línea de costa y ha experimentado el daño que las estructuras ocasionan cuando se colocan en un área muy dinámica se ha considerado como un problema.

Cuando se diseña y construye un nuevo desarrollo es crítico utilizar técnicas que ayuden a evitar que se incremente la erosión como

Las playas de Quintana Roo son una importante zona para la anidación de tortugas marinas



Con el establecimiento de muros paralelos al oleaje se impide el transporte de la arena, favoreciendo la erosión

resultado del nuevo desarrollo y que los procesos naturales se mantengan tanto como sea posible.

Aunque las Normas presentadas en este Manual ayudarán a minimizar los impactos a la playa y a reducir las oportunidades de que se incremente la erosión en los nuevos desarrollos, habrá algunos casos donde si se presente erosión como consecuencia de la ubicación inadecuada de las construcciones ya existentes.

Algunas veces la primera reacción de un propietario de un terreno frente al mar es poner una pared alrededor de su propiedad para prevenir futuros daños, con esto crea una “rígida” línea de costa que puede incrementar la erosión de la playa,

afectando dramáticamente el frente de la pared y las áreas adyacentes a la misma.

Como consecuencia se disminuye el valor recreativo (y potencialmente económico) del frente de playa de la propiedad, como se ha presentado en Cancún y Playacar.

Es recomendable que las alternativas “no estructurales” sean evaluadas como una primera opción, estos métodos cuando son usados y mantenidos pueden tener un costo efectivo a largo plazo, con lo que se obtienen beneficios adicionales minimizando los impactos a los procesos naturales que se ocasionan por la instalación de una pared u otra estructura costera.

### **360. CREAR UNA PLAYA ARENOSA AMPLIA PARA REDUCIRLOS IMPACTOS DEL OLEAJE**

Al incrementar el ancho de las playas artificialmente, con frecuencia se puede mejorar la protección natural contra el oleaje. Usualmente la arena que es removida de la playa durante una tormenta es depositada mar adentro, por lo que esta misma arena puede ser utilizada para formar nuevamente la playa.

Para mayor información consulte la sección 200

Aunque esta medida puede ser cara, los beneficios son mayores a los costos (del proyecto y de los daños potenciales producidos por las tormentas), como se ha visto en Río de Janeiro o Miami Beach, donde la inversión turística está protegida y el valor de la playa para actividades recreativas y turísticas se ha mejorado significativamente.

El costo inicial de las medidas de mitigación y los costos de mantenimiento en el futuro deben ser evaluados cuidadosamente para determinar la factibilidad del proyecto.

La evaluación en forma integrada de los aspectos físicos, económicos y legales relativos al manejo de las playas es crítico para determinar las estrategias para asegurar que el nuevo desarrollo no favorezca los problemas de erosión en el futuro.

En 1997 se creó el Subcomité Técnico para el Aprovechamiento Sustentable de la Zona Federal Marítimo Terrestre. Este Subcomité ayudará a desarrollar los mecanismos de coordinación para la adecuada administración y control de la Zona Federal Marítimo Terrestre.

Las funciones principales de este Subcomité son:

1. La definición topográfica de los límites y linderos de las playas, la Zona Federal Marítimo Terrestre y los terrenos ganados al mar.
2. El programa de inventario y catálogo de las ocupaciones: identificación de las ocupaciones en las playas, la Zona Federal Marítima Terrestre y los terrenos ganados al mar, así como de sus características catastrales.
3. El programa de ordenamiento ecológico de las playas, Zona Federal Marítimo Terrestre y terrenos ganados al mar: planificación ecológica y urbana de los usos de los suelos de las playas, la Zona Federal Marítimo Terrestre y los terrenos ganados al mar.
4. El programa de regulación de ocupantes: legalización de todos aquellos ocupantes que se encuentren al margen de las disposiciones normativas conducentes.
5. El programa de inspección y vigilancia: verificación permanente del cumplimiento de las disposiciones legales que regulan las ocupaciones en las playas, la Zona Federal Marítimo Terrestre y los terrenos ganados al mar.

**Para mayor información:**

1. *Building Performance Assessment: Hurricane Fran in North Carolina, Observations, Recommendations and Technical Guidance.* US Federal Emergency Management Agency, FEMA #290, March 1997.
2. *Coastal Construction Manual, US Federal Emergency Management Agency, FEMA #55, Feb 1986.*
3. *Living with the Texas Shore.* Morton, Robert A., Orrin H. Pilkey Jr., Orrin H. Pilkey, Sr. William Neal, Duke University Press, 1983.
4. *Protecting Your Home from Flood Damage. Mitigation Ideas for Reducing Flood Losses,* FEMA 1996.
5. *Shore Protection Manual.* Coastal Engineering Research Center. Corps of Engineers 1984.
6. <http://www.fema.gov/home/MIT/reduce.htm>
7. <http://hurricane warning and tracking web site>

## UBICANDO LA INFRAESTRUCTURA EN FUNCIÓN DE LA DINÁMICA DE LOS HUMEDALES

*Utilizando prácticas que promuevan el control de la contaminación, manteniendo los hábitats críticos y un acceso adecuado a las lagunas y humedales se puede contribuir a alcanzar la meta del desarrollo sustentable.*

### Normas a considerar en la ubicación y diseño de la infraestructura en los humedales

#### Como mantener los procesos hidrológicos de los humedales costeros.

- 410. Diseñar el desarrollo manteniendo la función de los humedales costeros.
- 420. Mitigar las alteraciones que disminuyan la calidad de los humedales.

#### Como reducir y prevenir la contaminación de los cuerpos de agua.

- 430. Reducir los impactos ocasionados por las escorrentías.
- 440. Reducir la descarga de contaminantes a los humedales.

#### Utilizar métodos de bajo impacto para facilitar el acceso público a los cuerpos de agua.

- 450. Evaluar la ubicación y el diseño de los muelles
- 460. Utilizar métodos integrados para la construcción de marinas.

### Introducción

La costa de Quintana Roo es conocida en todo el mundo por la claridad de sus aguas azul turquesa, la belleza de los arrecifes coralinos y el alto grado de conservación de los ecosistemas. Estas características dependen en gran medida de la calidad de las lagunas y humedales localizados cerca de la costa.

Sin embargo el incremento del desarrollo turístico alrededor de las lagunas y los humedales aumenta su vulnerabilidad a los impactos directos (p.e. cuando se corta la vegetación o cuando se rellena) e indirectos (ocasionados por contaminación de las escorrentías provenientes de las actividades que se llevan a cabo en zonas más elevadas).

Considerando la susceptibilidad de las lagunas y los humedales al daño ecológico producido por la contaminación y la destrucción del hábitat; y las características geohidrológicas de la región, es recomendable que muchas de estas áreas sean conservadas.

Mediante las manifestaciones de impacto ambiental, los proyectos son evaluados de tal forma que las alteraciones sean mínimas o mitigadas al construir hoteles e infraestructura comunitaria reduciendo a largo plazo los impactos.

En las áreas costeras de Quintana Roo donde el desarrollo es aun incipiente existe la oportunidad de



planear y diseñar evitando la contaminación, minimizando la destrucción del hábitat y promoviendo el acceso público.

Implementando medidas adecuadas para el desarrollo turístico adyacente a las lagunas y humedales se evita que dentro de 25 años o menos los inversionistas tengan que asumir los costos económicos asociados a la restauración del hábitat y de la calidad del agua.

En la laguna Nichupté se están invirtiendo 1.7 millones de pesos para la instalación de un sistema de aereación para restablecer las condiciones de la Laguna Bojorquez, donde se presentan problemas de eutroficación, debido al bajo intercambio de las masas



### Principios para la planeación y diseño de proyectos adyacentes a las lagunas, humedales y cuerpos de agua.

- Reducir los costos de mantenimiento de los futuros proyectos o la restauración ecológica, manteniendo los procesos hidrológicos y las características ecológicas necesarias para conservar en buen estado los ecosistemas.
- Mantener una adecuada calidad del agua y evitar la entrada de contaminantes para asegurar que se conserven las pesquerías y las oportunidades recreativas.
- Promover el desarrollo adecuado de actividades recreativas en los ecosistemas costeros acuáticos.

de agua y al aporte de aguas negras que ha tenido desde el inicio del desarrollo de Cancún como polo turístico.

A lo largo de la costa de Quintana Roo las playas de barrera son muy angostas (40-400m de ancho), con

**Los costos de las medidas de restauración con frecuencia son mayores a los de las medidas de mitigación.**

### COMO MANTENER LOS PROCESOS HIDROLÓGICOS DE LOS HUMEDALES COSTEROS

**Las construcciones elevadas sobre pilotes son una buena alternativa para evitar los impactos causados por las inundaciones.**

humedales y lagunas bordeando la parte interior de las mismas. En este sitio se lleva a cabo el flujo de agua superficial y subterráneo hacia el mar, lo que permite mantener el funcionamiento de los humedales.

Esta característica debe ser considerada en el diseño de un nuevo desarrollo costero de tal forma que no se interrumpan los flujos de agua, manteniendo los procesos



costeros y aprovechando los atributos de los humedales y las lagunas.

Si la duna costera no es lo suficientemente ancha para poder establecer un desarrollo, se debe considerar mantener el flujo entre los cuerpos de agua para ubicar las construcciones sobre los humedales.

Mantener el balance natural del flujo de agua en los humedales y conservar la vegetación propia de estos ecosistemas permitirá mantener el hábitat para la fauna, lo que contribuirá al éxito del desarrollo cerca

#### **410. DISEÑAR EL DESARROLLO EN FUNCIÓN DE LA DINÁMICA DE LOS HUMEDALES COSTEROS**

de los humedales.

Si se altera la circulación de los humedales se pueden causar problemas que se reflejan en las áreas adyacentes, incrementándose los riesgos por inundación en algunas áreas y por la desecación en otras, como consecuencia se modifica la estructura vegetal y se destruye el hábitat de muchas especies de fauna. Asimismo se aceleran los procesos naturales de eutroficación con la consecuente contaminación del agua.

**411. Evitar rellenar los humedales.** El diseño de las construcciones y la infraestructura debe adaptarse a las características de los humedales existentes, de tal forma que puedan coexistir. Los

humedales no deben considerarse como “tierras inútiles” que pueden ser rellenadas para crear un sustrato firme para establecer el nuevo desarrollo; este ecosistema evita que se presenten graves problemas en la infraestructura ocasionados por inundaciones, asimismo contribuye a que la calidad de los ecosistemas adyacentes se mantenga.

Considerando las características de la zona costera de Quintana Roo, existen lugares donde las construcciones inevitablemente se realizan sobre los humedales, sin embargo los impactos deben ser reducidos y mitigados hasta donde sea posible (ver 420).

**412. Evitar deforestar los humedales.** Limpiar o deforestar los humedales causa la fragmentación o la pérdida del hábitat, esto conduce a la extinción local de muchas de las especies que ahí habitan.

Al deforestar los humedales, se producen cambios en la hidrología, lo que ocasiona cambios en los tipos de vegetación, debido a que estos se distribuyen en función de los periodos de inundación. Una de sus funciones es la de servir como trampas de nutrientes y sedimentos, esta característica los hace sumamente importantes en la conservación de la calidad del agua de los sistemas aledaños o asociados.

**413. Diseñar y construir los caminos en las zonas más elevadas evitará el impacto a los humedales y la inundación de los caminos.** Si no hay lugares alternativos para su construcción y es necesario pasar una parte de ellos por el

humedal, es necesario considerar en el diseño la instalación de tubos de tamaño adecuado que sirvan como “pasos de agua”. Con esta medida se mantiene el flujo de agua dentro del humedal y se previene la inundación de los caminos durante la marea alta o eventos de tormenta.

**414. Utilizar materiales permeables en la construcción de los caminos,** para evitar la erosión y la contaminación causada por las escorrentías en época de lluvias.

La mitigación de los impactos a los humedales durante el proceso de planeación es una técnica que puede reducir los costos de restauración y las alteraciones al hábitat. En las manifestaciones de impacto ambiental con frecuencia se evalúan las alternativas y las medidas adecuadas de mitigación.



**En el camino que atraviesa los humedales en la zona de Xcalak los pasos de agua permiten la circulación entre la marisma.**

## **420. MITIGAR LAS ALTERACIONES QUE DISMINUYAN LA CALIDAD DE LOS HUMEDALES**

En muchas instancias, se pueden identificar acciones para compensar la pérdida del hábitat o de las funciones de los humedales. Las soluciones para cada sitio en particular deben ser valoradas.

**421. Establecer un balance entre el uso de las áreas de humedales y el de las playas y dunas** en el nuevo desarrollo para asegurar que sea sustentable y económicamente rentable a largo plazo.

En áreas donde la playa de barrera es angosta, los proyectos deberán ser de baja escala, considerando que el espacio disponible no puede sustentar alta densidad y usos de alto impacto. Puede ser más apropiado construir edificaciones de dos pisos para disminuir el área requerida para la construcción y por lo tanto las alteraciones a la barrera. Como se menciona en las secciones 100 y 200, cuando la playa de barrera es muy angosta, puede ser más ventajoso utilizar una parte de los humedales para las áreas de desarrollo y así mantener la funcionalidad del sistema de playas y dunas para reducir los impactos en época de tormentas, siempre y cuando se mantenga la circulación natural.

**422. Limitar la extensión de las alteraciones.** Identificar alternativas que puedan minimizar la extensión de las alteraciones en los humedales. Diseñar el desarrollo de tal forma que se minimice la

destrucción de humedales en buen estado de conservación.

**423. Utilizar estructuras elevadas para reducir los daños por inundación y disminuir las áreas a rellenar.**

Elevar las estructuras por encima del nivel de inundación en temporada de lluvias, en los casos donde sea adecuado construir edificios o senderos en los humedales, estos deben ser construidos sobre pilotes para asegurar que el flujo de agua se mantenga.

**424. Emplear materiales permeables como rocas, grava o arena para rellenar donde sea necesario.**

De esta manera se permite el movimiento del agua a través del relleno y se mantiene la circulación necesaria para conservar las funciones del humedal.

**425. Compensar las alteraciones hechas a los humedales.** Si se ha autorizado por la SEMARNAP

la remoción de manglares, dentro de las condicionantes que se han establecido para la realización del proyecto se plantea la ubicación de un nuevo bosque de manglar en un lugar definido por las autoridades correspondientes. En Cancún, recientemente con la construcción de un centro de diversiones se autorizó la remoción del manglar, con la condición de que en un área aledaña se estableciera una nueva comunidad de plantas.

Las actividades recreativas y el desarrollo turístico dependen de la calidad de agua de las playas y las lagunas. Como existe una relación directa entre el agua subterránea, las lagunas y arrecifes de coral es

importante considerar los efectos potenciales de la contaminación que pueden impactar las actividades antes mencionadas causando problemas de salud pública, reducción en las pesquerías y un desequilibrio ecológico en los cuerpos de agua.

La circulación dentro de las lagunas costeras y de la laguna arrecifal es típicamente pobre debido a su poca profundidad y a la falta de comunicación directa

**Nota:** Los requisitos legales para implementar las medidas de mitigación y compensación de los impactos son definidos por la SEMARNAP mediante el dictámen de la Manifestación de Impacto Ambiental.



## COMO REDUCIR Y PREVENIR LA CONTAMINACIÓN DE LOS CUERPOS DE AGUA

con el mar en el caso de las lagunas interiores. Estas condiciones pueden hacer particularmente vulnerables a estos cuerpos de agua a la contaminación originada por los desarrollos costeros, como el aporte de fertilizantes, nutrientes, sedimentación producida por la construcción o contaminación de aceite proveniente de los caminos.

Las escorrentías producidas en época de lluvias provenientes de las zonas aledañas a los cuerpos de agua acarrean sedimentos y contaminantes que pueden

impactar los cuerpos de agua. Las construcciones y los caminos pavimentados favorecen las escorrentías debido a que son impermeables. Es por esto que se debe incorporar en el diseño del sitio el uso de vegetación, y otros materiales permeables como grava, que ayuden a drenar el agua de lluvia más efectivamente, reducir las escorrentías y disminuir la contaminación de una forma práctica mientras se contribuye a realzar la belleza estética de los destinos turísticos.

**El limitado espacio para la construcción en la franja costera, ha forzado el establecimiento de la infraestructura sobre los humedales.**

### 430. REDUCIR LOS IMPACTOS OCASIONADOS POR LAS ESCORRENTÍAS

**431.** *Diseñar las construcciones como unidades agrupadas y mantener los espacios restantes como áreas verdes* para maximizar la cantidad de espacio abierto con vegetación no perturbada favoreciendo el drenaje natural y reducir las escorrentías.

**432.** *Instalar una barrera temporal cuando se construya en zonas adyacentes a las lagunas o humedales*, para evitar la erosión y la sedimentación de los cuerpos de agua durante la construcción. Esto puede hacerse colocando una barrera formada por hojas de palmeras en la zona cercana al agua, o bien una pequeña cerca de plástico.

**433.** *Incorporar una banda de 10m de vegetación entre el desarrollo y la línea de costa.* Incorporar una zona de amortiguamiento de vegetación natural adyacente a las lagunas y humedales es un método natural y de bajo costo para filtrar algunos contaminantes. Esta medida también ayuda a reducir la velocidad del flujo de las escorrentías y evitar la entrada de sedimentos a los cuerpos de agua.

Además una zona de amortiguamiento de vegetación proporciona un hábitat para la vida silvestre y protección contra la erosión. Esta banda de vegetación corresponde a los 10m de zona federal definidos en la Ley de Aguas Nacionales.

**434.** *Conectar la zona de amortiguamiento*

*con otra zona de vegetación o a las zonas de amortiguamiento adyacentes a las propiedades.* Las zonas de amortiguamiento adyacentes a las lagunas y los humedales promueven un corredor para la fauna y flora silvestres.

Estas áreas pueden ser usadas como atracciones ecoturísticas de bajo impacto como la observación de aves o caminata. Para mantener la riqueza de especies, la vegetación debe ser mezclada adecuadamente para fomentar la presencia de especies migratorias.

**435.** *Construir caminos, senderos y áreas de estacionamiento con materiales permeables.* Los diseños pueden incorporar restos de conchas,

ver la sección 500 para más información y un listado de especies

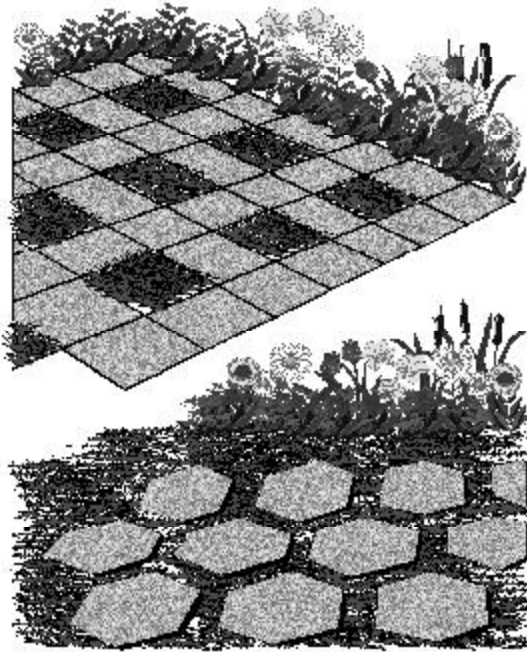
grava, adoquines, que permitan el drenaje natural, minimizar las escorrentías y mejorar la seguridad pública. Las áreas que tienen gran cantidad de tráfico automovilístico pueden usar adoquines con vegetación entre las piezas, proporcionando un gran soporte y permeabilidad.

**436.** *Canalizar adecuadamente el desagüe pluvial.* Use vegetación, grava o el sistema municipal de drenaje para tratar estas aguas antes de ser descargadas.

**437.** *Mantener una banda de vegetación adyacente*

a las áreas de estacionamiento y de los caminos para favorecer el drenaje natural minimizando la inundación de los caminos o que se acumule el agua en las áreas de estacionamiento.

Cuando se diseñen estas áreas verdes, considere los requisitos de mantenimiento para conservar sus funciones como filtro. Donde una banda de vegetación no sea práctica, un filtro de grava puede ser utilizado con funciones similares.



Debido a la baja circulación y al delicado balance existente en las lagunas y humedales, el exceso de nutrientes (nitrógeno y fósforo) y químicos que contribuyen a la contaminación de las lagunas y humedales, causan cambios desfavorables a la flora y fauna, alterando la calidad del agua potable, y las actividades recreativas y pesqueras.

**441. No descargar directamente aguas residuales sin tratar a las lagunas, humedales o aguas costeras.**

Las aguas residuales deben ser tratadas para asegurar que los nutrientes y los coliformes sean removidos antes de que ingresen al agua subterránea, las lagunas o a las aguas costeras

**442. Minimizar el uso de fertilizantes para el manejo del paisaje.** El paisaje con plantas nativas requieren poco fertilizante o ninguno, además de ser atractivo para los visitantes (ver sección 500). Limitar el uso

#### **440. REDUCIR LA DESCARGA DE CONTAMINANTES A LOS HUMEDALES.**

de químicos en el mantenimiento de los jardines antes de la época de lluvias. El exceso de nutrientes que aportan los fertilizantes puede incrementar el crecimiento de algas, lo que disminuye la cantidad de oxígeno disponible para los peces y otros tipos de vida acuática.

**443. Implementar un método de control de residuos**

**Diseñar el desarrollo considerando superficies permeables ayudará a minimizar la contaminación de los cuerpos de agua por las escorrentías.**

**producto del mantenimiento de la jardinería.** Cualquier tipo de desecho dentro de los canales de desagüe puede causar problemas de drenaje y fomentar las inundaciones en época de lluvias.

**444. Depositar los desechos de limpiadores, aceite de automóvil, pintura u otros químicos que son**

ver sección 600 para más información acerca del manejo del agua

**utilizados en el mantenimiento de las casas u hoteles en los lugares adecuados.** Esto puede disminuir la calidad y la estética de la superficie de los cuerpos de agua.

**445. Utilizar productos de limpieza que no contengan químicos peligrosos.** Disminuir el uso de detergentes fosfatados para la limpieza. Los efectos acumulativos de estos químicos y de nutrientes en los cuerpos de agua costeros, bahías o lagunas tienen un efecto negativo en la calidad del agua, la vegetación y la fauna.

El acceso de las embarcaciones a los cuerpos de agua es necesario para el turismo y el comercio a lo largo de la costa de Quintana Roo. Aunque los impactos de un muelle pueden ser mínimos, son acumulativos cuando se instalan varios muelles debido

al incremento en el número de embarcaciones, lo que debe ser considerado durante el proceso de planeación de los desarrollos turísticos y de los frentes de playa de las comunidades.

Usualmente las personas utilizan muelles particulares, la playa o muelles comunitarios para atracar sus embarcaciones. Los muelles proporcionan el acceso necesario para las embarcaciones, un mal diseño de los mismos pueden causar impactos innecesarios a la vegetación subacuática, incrementar la sedimentación, impactos a las pesquerías y el hábitat, o producir navegación insegura. Además, las áreas designadas para las embarcaciones usualmente no son compatibles con las áreas para la natación.

**UTILIZAR MÉTODOS DE BAJO IMPACTO PARA FACILITAR EL ACCESO PÚBLICO A LOS CUERPOS DE AGUA**

Dependiendo del lugar y su uso, se debe determinar si un muelle comunitario que puede servir para varias embarcaciones y negocios es más apropiado económica y ecológicamente que muchos muelles individuales.

**451. Ubicar los muelles en áreas donde exista la profundidad adecuada para las embarcaciones,** de esta manera se evita dragar y que las áreas con vegetación sumergida sean dañadas con la actividad



## 450. EVALUAR LA UBICACIÓN Y EL DISEÑO DE LOS MUELLES

de las embarcaciones. Esto disminuirá en el futuro el mantenimiento y los impactos potenciales a las pesquerías y al hábitat de organismos acuáticos presentes en la zona. Donde el agua es muy somera, evaluar la factibilidad de construir un muelle largo hasta donde la profundidad sea la adecuada, o reubicar el muelle a una zona más profunda. Aunque un muelle largo sea más costoso inicialmente (durante la construcción), a largo plazo los costos de mantenimiento por el dragado se reducen.

**452. Colocar una barrera protectora en el área de construcción del muelle** como trampa de sedimentos y contaminantes para evitar que afecten a los arrecifes aledaños.

**453. Diseñar las actividades de las embarcaciones para adaptarlas a las limitaciones físicas y las oportunidades ecológicas del área.** En aguas someras, es más adecuado usar pequeñas embarcaciones, si el área es una laguna con muchos manglares, el uso de canoas o kayacs es más adecuado que el uso de embarcaciones motorizadas.

**454. Usar materiales que se adapten a la estética natural.** Muelles de madera son usados tradicionalmente a lo largo de la costa de Quintana Roo. Identificar los tipos de madera que sean

naturalmente resistentes a la degradación. Si se utiliza madera tratada químicamente para reducir el deterioro se recomienda que no sea un tratamiento que produzca lixiviados que puedan contaminar el agua. El uso de creosota no se recomienda por su alta toxicidad para los humanos y los peces.

**455. Construir las estructuras sobre pilotes,** esto es más recomendable que establecer estructuras que requieran el relleno de la zona, para reducir el impacto a la circulación del agua o la erosión en las áreas adyacentes.

**456. Considerar en el diseño y la ubicación de los muelles el impacto de las olas y el viento en época de tormentas y huracanes.** Balancear los costos de construcción contra los costos de reparación de los daños producidos por las tormentas y los huracanes. Usualmente la construcción de un muelle capaz de resistir las fuerzas del viento y del oleaje durante un huracán será más costoso que uno que no este diseñado para este fin, sin embargo a largo plazo resulta más rentable hacer esta inversión inicial.

La barrera arrecifal es una protección natural contra el oleaje por lo que se recomienda identificar los lugares donde este presente, así como una abertura natural entre los corales que permita el paso de las embarcaciones.

**457. Construir un muelle de múltiples atracaderos.** Donde se planea establecer

muchos muelles en un área pequeña, un muelle múltiple, operado y perteneciente a varias personas puede traducirse en un ahorro de costos. Esto puede reducir los efectos acumulativos de muchos muelles pequeños que usualmente tienen efectos negativos en la navegación, el hábitat de la vegetación submarina y un incremento en el daño durante los huracanes.

Como el uso de pequeñas embarcaciones y cruceros están ganando popularidad en Quintana Roo, es importante apoyar el crecimiento de oportunidades económicas y cubrir la demanda de usos comerciales, recreativos e industriales. Con una adecuada planeación y diseño, las marinas pueden proporcionar adecuados servicios y ser económicamente rentables, minimizando los impactos ambientales y manteniendo la calidad de los recursos. Es crítico que se tomen decisiones adecuadas para asegurar que el proyecto no cause graves impactos a los recursos

naturales y recreativos como las playas y los arrecifes de coral, donde una inadecuada construcción y operación puede causar a largo plazo contaminación o alteraciones físicas irreversibles.

Entendiendo que el éxito de las marinas depende de la calidad del agua, puede ser menos costoso implementar medidas de mitigación que medidas de restauración en el futuro para limpiar las aguas. De la misma manera es esencial para alcanzar el éxito esperado, identificar lugares y diseños para la infraestructura de las marinas que puedan ser más económicos a largo plazo, y no esperar a enfrentarse a un continuo mantenimiento de las estructuras y de los canales y la línea de costa adyacente a la zona. Cada marina debe ser diseñada en función de cada lugar en particular, de su mercado, uso, ambiente y las limitantes

**Tradicionalmente los muelles de uso de baja escala han sido construidos de madera y sobre pilotes.**



## **460. UTILIZAR MÉTODOS INTEGRADOS PARA LA CONSTRUCCIÓN**

y oportunidades del lugar **DE MARINAS**

**461. *Evaluar el mercado para las marinas.*** Definir el mercado existente (0-5 años), el mercado potencial (5-15 años) y a largo plazo (15-30 años), ayudará a determinar el número de atracaderos, el tamaño de los mismos y el tipo de infraestructura necesaria (aprovisionamiento de combustible, estacionamientos, etc.) para cada marina.

**462. *Estimar las limitantes y las oportunidades ambientales.*** Las construcciones en el agua pueden cambiar el ambiente existente y resultar en impactos positivos y negativos, lo que requiere de análisis detallados para determinar el balance adecuado entre las condiciones existentes y las propuestas. Las regulaciones ambientales están orientadas para definir las fronteras de un proyecto y los elementos de una evaluación ambiental.

Los valores ambientales positivos como las pesquerías y los humedales deben ser maximizados, mientras que los impactos negativos a factores ambientales como la calidad del agua, los impactos por dragado, deben ser minimizados en el diseño de las marinas. Donde los impactos son inevitables, se deben implementar las medidas de mitigación necesarias para que las pesquerías, los humedales o el acceso público no se alteren drásticamente.

**463. *Identificar el lugar más adecuado para ubicar una marina.*** Cuando se determina la viabilidad económica de un proyecto, es crítico considerar construir una marina en un lugar que proporcione seguridad para la navegación, un sitio de abrigo para las embarcaciones en época de tormentas y el acceso adecuado. Además a lo largo de la costa de Quintana Roo debe considerarse la protección que ofrece el

**La construcción de múltiples muelles en un área pequeña incrementan los impactos potenciales.**



**Antes de establecer una marina se deben evaluar las características del área designada para tal fin.**



arrecife y tomar en cuenta los canales naturales presentes, así como el evitar la contaminación y los impactos a los ambientes lagunares, arrecifes de coral y playas.

Al tomar la decisión de dragar un área, deben considerarse los costos de un mantenimiento continuo. Por ejemplo, en áreas de alta energía que requieren de la construcción de un rompeolas, o en donde se altere la línea de costa con la construcción de espigones o diques, se requiere de un mantenimiento continuo para mantener los canales adecuados para la navegación.

Es necesario evaluar las alternativas para la ubicación de una marina, analizando los costos

(monetarios y ambientales) y los beneficios (monetarios, comerciales y recreativos). Las manifestaciones de impacto ambiental son una importante herramienta para evaluar las opciones y las alternativas más adecuadas.

**464. *Evaluar el uso de la marina.*** Muchas de las comunidades de Quintana Roo tradicionalmente utilizan la costa para la pesca comercial, embarcaciones turísticas, transbordadores y playas recreativas y de descanso. Cuando se propone un nuevo proyecto para la construcción de una marina es importante ser consistente con los usos existentes y propuestos en los planes de desarrollo de los gobiernos estatal y federal.



**Para mayor información:**

1. <http://seagrant.gso.uri.edu/riseagrant/BMP.html>
2. *Best Management Practices: Environmental Guide for Marinas - Controlling Non Point Source Pollution and Storm Water Pollution in RI.*
3. Desbonnet, Alan, Pamela Pogue, Virginia Lee and Nicholas Wolff. 1994. *Vegetated Buffers in the Coastal Zone: A Summary Review and Bibliography.* Coastal Resource Center, RI. Sea Grant, U.R.I.
4. *Planning and Design Guidelines for Small Craft Harbors.* ASCE Ports and Harbors Committee.
5. Organización Marítima Internacional. 1997. *Código de Conducta para Prevenir la Contaminación Ocasionada por Buques Pequeños en los Puertos Deportivos y Fondeaderos de la Región del Caribe.*

**La ubicación de una marina debe estar en función de las características naturales de cada sitio en particular.**

## MANEJO DE LA VEGETACIÓN Y DISEÑO DEL PAISAJE

*Conservando el paisaje natural se exalta la belleza escénica de los desarrollos turísticos y se preserva el hábitat costero, lo que constituye uno de los principales atractivos de la zona.*

### Normas Para el Manejo de la Vegetación y el Diseño del Paisaje

#### Preservar el hábitat costero

510. Valorar las características físicas

#### Determinar la distribución de la vegetación

520. Aprovechar la vegetación nativa  
530. Evitar el uso de especies exóticas

#### Mitigar los efectos de la erosión

540. Reforestar las áreas desprovistas de vegetación  
550. Mantener áreas de amortiguamiento

#### Introducción

La zona costera es un área muy dinámica, donde los procesos de sedimentación y erosión le dan forma al paisaje, en la temporada de tormentas estos procesos se incrementan, sin embargo pueden ser amortiguados por la presencia de la vegetación que se distribuye en esta zona. Por ejemplo la vegetación de la duna costera funciona como trampa de arena, lo que contribuye a estabilizar la duna; los manglares

funcionan como una barrera rompevientos y amortiguan la acción del oleaje y la vegetación de las marismas contribuye significativamente a la sedimentación.

Otros aspectos en los que intervienen las plantas son el de mejorar la calidad del agua de lagunas, humedales o acuíferos ya que funcionan como un filtro natural; asimismo representan el hábitat para muchas especies de fauna silvestre.

En la zona costera de la Península de Yucatán, la distribución de la vegetación es en bandas orientadas de norte a sur de amplitud variable correspondientes a los diferentes tipos de sustrato y al relieve de la zona. La salinidad y la humedad del suelo también son factores importantes que determinan su distribución, por lo que las plantas presentan características y adaptaciones especiales dependiendo del medio en el que se presentan.

De manera general, adyacente al litoral se localiza la vegetación de duna costera, tierra adentro dependiendo del tipo de sustrato se encuentra el manglar o vegetación selvática.

Una práctica común que se realiza en las construcciones costeras es remover la vegetación con la idea de “limpiar” el terreno, sin considerar que a largo plazo esto va a favorecer la pérdida

de arena, dejando las construcciones expuestas a los fuertes vientos y a la lluvia durante la época de tormentas. De la misma forma la calidad del agua de las lagunas y cenotes puede verse alterada al remover el filtro natural que conforma la vegetación circundante, disminuyendo su potencial de uso pesquero y recreativo.



### Principios para el Manejo de la Vegetación y Diseño del Paisaje

- Mitigar los efectos producidos por la erosión terrestre causada por el viento y el agua.
- Conservar o restaurar el hábitat adecuado para la reproducción, alimentación y refugio de variadas especies de fauna silvestre: aves, mariposas, entre otros con la finalidad de exaltar la belleza escénica de la zona, la cual constituye uno de los principales atractivos de la región.
- Mantener la calidad del agua en las lagunas, cenotes y en general de los cuerpos de agua presentes en la zona para conservar su potencial de uso.

Conociendo las funciones y características generales de la vegetación de una región es posible aprovecharla de manera escénica, integrándola en la planificación de los desarrollos turísticos y residenciales, obteniendo los bienes y servicios que proporciona el uso sustentable de este recurso.

**El diseño del paisaje constituye uno de los principales elementos en la estética de los desarrollos turísticos**

### PRESERVAR EL HÁBITAT COSTERO

Uno de los principales elementos del paisaje es la vegetación, mediante el manejo adecuado de este recurso se brinda una imagen diferente a la infraestructura costera. Con el diseño del paisaje se incrementa la belleza escénica del desarrollo turístico, asimismo se preserva el hábitat para numerosas especies de fauna silvestre lo que puede constituir un atractivo adicional del lugar.

La aplicación de las Normas enunciadas a continuación contribuirá a crear esta imagen.

Las plantas integradas al diseño de las construcciones amortiguan los efectos de la lluvia y el viento.



### 510. VALORAR LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Evaluar las características físicas del terreno contribuye a diseñar adecuadamente el paisaje, minimizar los costos de mantenimiento, realzar el atractivo de las construcciones y mantener el hábitat para la vida silvestre.

**511. Determinar el tipo de suelo y la exposición a los elementos naturales,** como el viento, la influencia de agua salada, la temporada de lluvias, el contorno o relieve de la propiedad y el tipo de vida silvestre del área.

### DETERMINAR LA DISTRIBUCIÓN DE LA VEGETACIÓN

### 520. APROVECHAR LA VEGETACIÓN NATIVA

Implica reducir los costos de mantenimiento del paisaje, ya que sus adaptaciones al tipo de sustrato las hace resistentes a las condiciones extremas del medio y a las plagas.

**521. Conservar las plantas nativas que se encuentren localizadas adecuadamente** en función de la planeación de su construcción y que puedan tener un uso ornamental o bien removerlas cuidadosamente con la finalidad de que se incluyan posteriormente en el diseño del paisaje.



**522. Diseñar el paisaje incluyendo especies de plantas nativas,** que puede constituir un jardín botánico donde se tengan identificadas las plantas. En la zona costera de Quintana Roo se encuentra gran cantidad de especies vegetales endémicas, amenazadas o con protección especial, por lo que las áreas verdes pueden constituir un jardín botánico que contribuya a la preservación de estas especies y a su vez resulte atractivo para los turistas.

Para el uso y aprovechamiento de especies en peligro de extinción, amenazadas, y las sujetas a protección especial consultar la Norma Oficial Mexicana publicada en el Diario Oficial de la Federación del 16/05/94 NOM-059-ECOL-1994.

A continuación se presenta un listado florístico de algunas de las especies presentes en Quintana Roo catalogadas como endémicas, amenazadas o con protección especial.

A. ESPECIES ENDÉMICAS	NOMBRE COMÚN
<i>Echites umbellata</i>	-
<i>Echites yucatanensis</i>	-
<i>Guapira linearibracteata</i>	Tatzi
<i>Coccothrinax readii</i>	Nakax
<i>Trinax radiata</i>	Chit
<i>Passiflora yucatanensis</i>	-
<i>Asemnanthe pubescens</i>	-
<i>Serjania yucatanensis</i>	-
B. ESPECIES AMENAZADAS	
<i>Beaucarnea ameliae</i>	Despeinada
<i>Coccothrinax readii</i>	Nakax
<i>Pseudophoenix sargentii</i>	Kuka
<i>Trinax radiata</i>	Chit
C. ESPECIES CON PROTECCIÓN ESPECIAL	
<i>Conocarpus erectus</i>	Mangle botoncillo
<i>Laguncularia racemosa</i>	Mangle blanco
<i>Rhizophora mangle</i>	Mangle rojo
<i>Avicennia germinans</i>	Mangle negro



**523. Usar senderos y establecer zonas específicas para la observación de fauna entre la vegetación,** constituye una buena oportunidad para establecer un programa ecoturístico de tal forma que los turistas experimenten un mayor acercamiento con la naturaleza.

Se han reportado más de 200 especies de plantas silvestres susceptibles de ser aprovechadas como plantas de ornato. A continuación se enlistan algunas de las especies de plantas nativas que por su belleza y adaptación al medio, se recomienda usar en el diseño del paisaje en la zona costera.

*Trinax radiata*  
Nombre Común: Chit  
Nativa de México

### Listado de especies de plantas nativas ornamentales

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	TIPO
<i>Beaucarnea ameliae</i>	despeinada	palma
<i>Pseuphoenix sargentii</i>	kuka	palma
<i>Thrinax radiata</i>	chit	palma
<i>Coccothrinax readii</i>	nakax	palma
<i>Opsiandra maya palma</i>	cimarrona	palma
<i>Ceiba pentandra</i>	yaaxché	árbol
<i>Clusia salvinii</i>	chunup	árbol
<i>Coccoloba uvifera</i>	uva de mar	árbol
<i>Cordia sebestena</i>	siricote	árbol
<i>Ficus sp.</i>	sak away	árbol
<i>Gliricidia sepium</i>	sakyab	árbol
<i>Plumeria obtusa</i>	sak nikté (flor de mayo)	árbol
<i>Pseudobombax ellipticum</i>	amapola	árbol
<i>Senna racemosa</i>	x'kanhabin	árbol
<i>Bursera simaruba</i>	chaká, (palo mulato)	árbol
<i>Tecoma stans</i>	tronadora	arbusto
<i>Malvaviscus arboreus</i>	tulipan de monte	arbusto
<i>Chamaedorea seifrizii</i>	xiat	arbusto
<i>Chysobalanus icaco</i>	icaco	arbusto
<i>Tournefolia gnaphalodes</i>	sikimay	arbusto
<i>Ageratum littorale</i>	hawayche	rastrera
<i>Ambrosia hispida</i>	margarita de mar	rastrera
<i>Ipomea pes-caprae</i>	riñonina	rastrera
<i>Hymenochallis littoralis</i>	lirio araña	rastrera
<i>Salicornia bigelovi</i>	salicornia	rastrera
<i>Portulaca pilosa</i>	portulaca	rastrera
<i>Sesuvium portulacastrum</i>	verdolaga de playa	rastrera
<i>Rhoeo discolor</i>	chaktsam	herbácea
<i>Hymenocalyx littoralis</i>	lirio de mar	herbácea

### 530. EVITAR EL USO DE ESPECIES EXÓTICAS

En el diseño del paisaje las plantas juegan un papel muy importante, desafortunadamente la gran mayoría de las especies que son utilizadas no son nativas de la región. Cuando se emplean especies de plantas exóticas se debe considerar que existen algunas que causan efectos perjudiciales a las especies nativas, tal es el caso del pino de mar (*Casuarina spp*), que por ser una especie que no pertenece al entorno natural está libre de depredadores y enfermedades, propagándose rápidamente, por lo que se recomienda descartar su uso. Se ha demostrado que especies como la casuarina que en algún momento se utilizaron como cortina rompevientos o para evitar la erosión de las dunas costeras no son eficaces debido a que el sistema de raíces es muy superficial, con lo que cualquier viento huracanado puede derribar los arboles constituyendo un peligro para las construcciones vecinas; la característica superficial de sus raíces causa también daños a viviendas y carreteras rompiendo las estructuras al cabo de unos años. En 1995 el huracán Roxana derribó muchas casuarinas en la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, ocasionando en algunos casos daños a las embarcaciones que estaban atracadas en las playas del Rancho Boca Paila.

**531. *Remover y evitar la propagación de las casuarinas***, considerando que existen otras especies que pueden cumplir la misma función sin ocasionar tantos problemas (ver listado de plantas nativas anexo). En el corredor Cancún-Tulum existen restricciones para el uso de las siguientes especies exóticas: casuarina (*Casuarina equisetifolia*), piru (*Schinus terebinthifolius*), *Melaleuca quinquenervia*, *Colubrina asiatica*, eucalipto (*Eucalyptus sp.*), melina (*Gmelina sp.*), ficus (*Ficus sp.*) especificadas en el Acuerdo de Coordinación para el Ordenamiento Ecológico de la región denominada Corredor Cancún-Tulum publicado en el Periódico Oficial del Estado el 9 de Junio de 1994.

#### MITIGAR LOS EFECTOS DE LA EROSIÓN

A lo largo de la costa de Quintana Roo es común encontrar grandes áreas desprovistas de vegetación, debido a que en décadas pasadas existieron numerosos ranchos dedicados a la explotación del coco. Con la finalidad de mitigar los efectos de la erosión producida por el viento y el agua se recomienda aplicar las normas mencionadas a continuación:

#### **540. REFORESTAR LAS ÁREAS DESPROVISTAS DE VEGETACIÓN**

Al establecer una nueva comunidad de plantas en la zona costera se favorece la estabilidad de los suelos mitigando la erosión terrestre, a su vez se permite la recarga de los cuerpos de agua por filtración.



**541. *Examinar las zonas aledañas forestadas para identificar un ambiente natural similar*** al que existía en el sitio donde se pretende reforestar y hacer un registro de las especies presentes, con la finalidad de crear un hábitat similar al que existía.

**542. *Esquematzar el lugar designado para las áreas verdes marcando las áreas ecológicamente disponibles para cada especie***, seleccione las áreas sin vegetación o con menor densidad de plantas para ubicar las construcciones.

**543. *Analizar los ciclos climáticos anuales, y elegir la época más adecuada para establecer las nuevas comunidades***, en Quintana Roo los meses de noviembre a enero son los más adecuados.

Las casuarinas en algunos casos representan un peligro para las construcciones costeras en época de tormentas

**544.** *Establecer las comunidades de plantas lo suficientemente cerca para ofrecerse mutuamente apoyo* contra la erosión y la acción directa del viento, así como al paso de personas.

**545.** *Utilizar cercas de madera como barrera protectora para las nuevas comunidades de plantas* y use un soporte mecánico para los árboles pequeños, hasta que las plantas estén bien establecidas.

**546.** *Usar un número suficiente de plantas para establecer firmemente la estructura de la comunidad* que está buscando, de este modo las diferencias en las tasas de crecimiento de las especies utilizadas no serán muy notorias.

## 550. MANTENER ÁREAS DE AMORTIGUAMIENTO

La vegetación de duna costera constituye una barrera protectora, que contribuye a minimizar la acción erosiva del agua y el viento, funcionando como una trampa de arena. Se ha observado en la Costa Maya que en la temporada de “surestes” (época comprendida de febrero a mayo, en que en la costa de Quintana Roo se intensifica la acción de los vientos provenientes del sureste), la arena de los sitios donde se ha removido la vegetación de duna, es transportada tierra adentro incrementándose la erosión.

La vegetación que se localiza en las riberas de los cuerpos de agua, contrarrestan los efectos

erosivos del agua y el viento, por ejemplo los manglares funcionan como una barrera rompivientos a la vez que retienen sedimentos.



Camino hacia Xcalak con arena depositada después de un “sureste” en un predio donde se removió la vegetación de la duna

**551. Conservar la vegetación nativa de duna costera para evitar la erosión eólica y estabilizar las dunas,** integrándola al diseño de las construcciones y así mantener e incrementar la cantidad de arena en el lugar. *Ver sección 320.*

**552. Conservar un cinturón de vegetación nativa como un área de amortiguamiento en las riberas de los cuerpos de agua** para minimizar los efectos de la erosión y disminuir los daños por inundación; asimismo se debe conservar esta vegetación, ya que constituye un filtro natural para diversos contaminantes y sedimentos con lo que se puede contribuir a conservar la calidad del agua permitiendo que la zona sea atractiva para el desarrollo de actividades acuáticas.

Para mayor información,  
consulte la sección 400



**La vegetación en las riberas de los cuerpos de agua sirve como un filtro natural.**

**Para mayor información:**

1. *Cabrera E., 1996. Plantas ornamentales de los hoteles Royal Mayan, Royal Caribbean y Royal Islander de la ciudad de Cancún, Quintana Roo. Informe Técnico. Amigos de Sian Ka'an A.C.*
2. *Castillo J.R. 1992 Aprovechamiento de plantas silvestres con fines ornamentales. Boletín 11. Amigos de Sian Ka'an, A.C.*
3. *Nellis, D.W., 1994. Sea Shore Plants of South Florida and the Caribbean. Pineapple Press. 160 pp.*
4. *University of Florida (s/a) A guide to environmentally friendly landscaping. Florida yards and neighborhoods handbook.*

## USO DEL AGUA POTABLE Y MANEJO DE LAS AGUAS RESIDUALES

*Mediante la implementación de técnicas que permitan la optimización del uso del agua potable y el manejo adecuado de las aguas residuales, se puede garantizar el suministro del recurso a largo plazo y el bienestar de los ecosistemas costeros con la finalidad de preservar su potencial de uso.*

### Normas a considerar en el uso del agua potable y el manejo de las aguas residuales

#### Determinar la disponibilidad del agua potable

610. Ubicar los pozos de agua alejados de las fuentes de contaminación.

#### Monitoreo de la calidad del agua

620. Realizar estudios especializados

#### Optimización del uso del agua

630. Reducir el uso del agua

#### Manejo de aguas residuales

640. Reducir la descarga de contaminantes a los cuerpos de agua

650. Ubicar las fosas sépticas en los lugares más adecuados

660. Otras alternativas de tratamiento

### Introducción

En la Península de Yucatán se presentan características geohidrológicas únicas. Está formada por una plataforma sedimentaria de roca caliza porosa que no permite el escurrimiento superficial, por lo se presenta un flujo muy particular de aguas subterráneas. El acuífero se enriquece periódicamente con las lluvias que se filtran y fluyen hacia el litoral, lo que propicia la disolución de la caliza formando cuevas y cavernas.

Este flujo de agua es la principal fuente de agua potable de la región, asimismo tiene un papel muy importante en la conservación de los ecosistemas costeros ya que determina la dinámica y características biológicas y químicas de los mismos.

Las lagunas, los manglares, las marismas y los arrecifes de coral pueden ser alterados significativamente si el agua subterránea es contaminada por la disposición inadecuada de las aguas residuales o por agua salada producto de la sobreexplotación del acuífero. Como consecuencia, el uso potencial del agua para consumo humano y para el desarrollo de actividades pesqueras y recreativas se reduce.

A diferencia del agua superficial en la que puede observarse el proceso de contaminación y la localización de las fuentes contaminantes, que permite la remediación y depuración del recurso de manera oportuna, en el caso del agua subterránea la contaminación avanza sin que pueda observarse, originando que la fuente de abastecimiento de agua tenga que abandonarse temporal o definitivamente. Los estudios para determinar la fuente y características de la contaminación, así como el proceso de remediación o descontaminación, requieren plazos de hasta varios años y originan altos costos que obligan incluso a abandonar definitivamente la fuente local de abastecimiento de agua.

Debido a las condiciones geohidrológicas de la zona costera y por ser el subsuelo la única fuente de agua potable se debe hacer un uso eficiente del agua subterránea y un manejo adecuado de las aguas residuales para asegurar el aprovisionamiento a largo plazo y evitar su contaminación.

Muchos de los beneficios de un uso eficiente del agua, incluyen un ahorro del recurso, la reducción de costos y prevención de la contaminación, disminuyendo la necesidad de extraer el agua subterránea o de fuentes de agua superficiales para cubrir la demanda municipal o industrial. Para lograrlo se debe establecer un ciclo cerrado donde el agua de alta calidad es usada para consumo humano y a su vez es reutilizada para el riego de áreas verdes.

### **Principios para el Uso del Agua Potable y el Manejo de las Aguas Residuales**

- Mantener la adecuada calidad del agua para su consumo, el desarrollo de actividades recreativas, y conservar el hábitat de organismos acuáticos y terrestres, algunos de ellos de importancia comercial.
- Asegurar el abastecimiento de agua potable por un período prolongado mediante el diseño adecuado del desarrollo considerando las características del recurso.
- Optimizar el uso del agua con la finalidad de disminuir los costos de obtención y tratamiento.

Optimizando el consumo de agua, es posible preservar el flujo normal del recurso y conservar el valor de los ecosistemas acuáticos como un hábitat de vida silvestre así como para el desarrollo de actividades turísticas y recreacionales. Asimismo representa un medio para reducir la cantidad de energía necesaria para el tratamiento del agua, disminuyendo los contaminantes descargados en el acuífero, ríos, lagos u océanos.

Tal vez el mayor beneficio de establecer programas de reuso de agua es su contribución para retardar o eliminar la necesidad de extender los suministros de agua y los medios para su tratamiento.

## DETERMINAR LA DISPONIBILIDAD DE AGUA POTABLE

Es necesario considerar que el adecuado aprovisionamiento de agua potable y la buena calidad de los recursos hídricos es la principal limitante para el crecimiento y desarrollo de un lugar, por lo que se deben implementar estrategias de aprovechamiento del agua potable y el manejo de las aguas residuales.

En el estado de Quintana Roo existen zonas de veda de explotación de agua en los municipios de Othón P. Blanco, Solidaridad, Benito Juárez y Cozumel donde el volumen de agua a utilizar está limitado, la Comisión Nacional del Agua determina cual es el nivel permitido para cada región.



El agua potable es uno de los recursos indispensables para el desarrollo de un lugar.

## 610. UBICAR LOS POZOS DE AGUA ALEJADOS DE LAS FUENTES DE CONTAMINACIÓN

El sitio adecuado para ubicar los pozos en un desarrollo es tal vez una de las más importantes consideraciones de diseño, tomando en cuenta que el agua representa una necesidad fundamental para cualquier infraestructura turística.

**611. Determinar las fuentes de agua disponibles, el almacenamiento y la demanda del recurso durante la fase de planeación.** Las dimensiones de los desarrollos turísticos se deben ajustar a las capacidades naturales del ciclo hidrológico local, y asegurarse que el desarrollo no dañe este ciclo natural. La información referente a las fuentes de agua y el volumen de los acuíferos está disponible en la gerencia estatal de la Comisión Nacional del Agua; para el caso del Corredor Turístico Costa Maya, FIDECARIBE cuenta con la información pertinente.

**612. Definir cuidadosamente la ubicación del pozo,** se debe practicar una perforación exploratoria para determinar la potencialidad del acuífero, la permeabilidad del subsuelo y la cantidad de agua subterránea almacenada en la zona a explotar, de tal forma que se pueda establecer el volumen de agua que sea posible extraer.

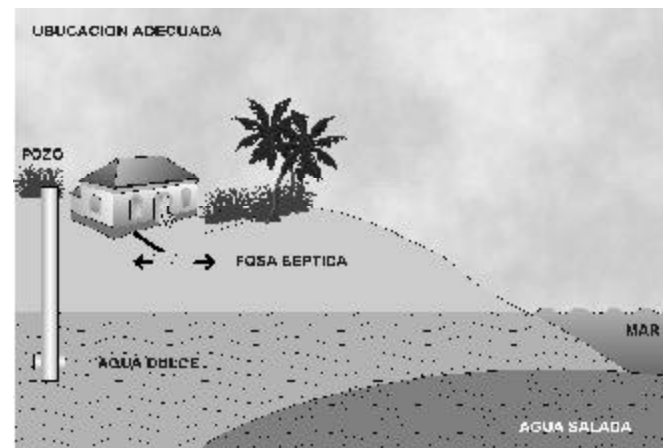
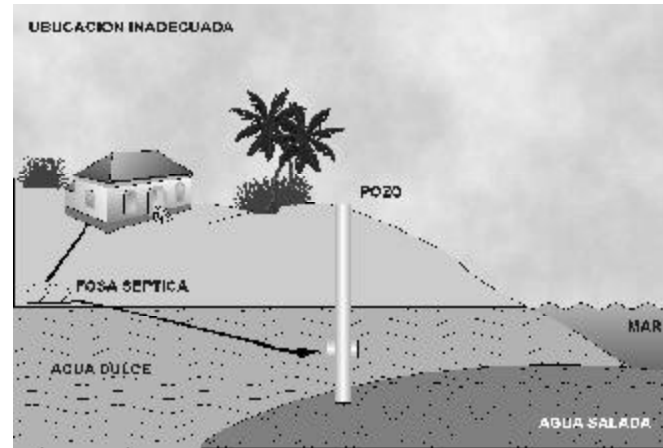


**613. Diseñar los pozos en forma de ventanas para evitar la sobreexplotación del acuífero y la consecuente intrusión de agua salada.** La Comisión Nacional del Agua los diseña en función de las necesidades del usuario y de las condiciones del recurso, al momento de solicitar los servicios hidráulicos.

**614. Identificar las probables fuentes de contaminación con la finalidad de evitar que impacten el nuevo pozo.** En la NOM-003-CNA-1996 se especifica que el área de protección entre el sitio seleccionado para construir un pozo y las fuentes potenciales de contaminación existentes que no pueden ser suprimidas, tendrá un radio mínimo de 30m con respecto al pozo.

**615. Incluir en los desarrollos instalaciones para la colecta de agua de lluvia.** En la costa sur de Quintana Roo y en San Pedro, Belice esta es una práctica común, donde construyen una cisterna debajo de las casas conectada a la tubería del área de captación localizada en el techo de las mismas. En la costa sur del estado la temporada de lluvias está comprendida de mayo a diciembre con una precipitación media anual de 1200 a 1500 mm; la temporada de sequía es de enero a abril.

**616. Utilizar desalinadoras como otra opción para la obtención de agua,** sin embargo es necesario considerar que la salmuera que se obtenga no debe ser descargada en el mar para evitar impactar las áreas aledañas.



(Adaptado de Sullivan, 1995)

**La ubicación de los pozos con respecto a las fuentes de contaminación es vital para mantener su potencial de uso.**

## MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA

En la zona costera existe un equilibrio hidrostático entre el agua continental y el agua marina, por lo que la sobreexplotación del acuífero (cuando el volumen de extracción supera el de recarga) ocasionaría la intrusión de agua salada, deteriorando la calidad del acuífero.

### 620. REALIZAR ESTUDIOS ESPECIALIZADOS

Este es uno de los medios para garantizar la disponibilidad de agua de buena calidad a largo plazo; asimismo en función de la cantidad de agua disponible se puede adecuar la demanda del mismo.

Los baños composteros constituyen un sistema de tratamiento de desechos orgánicos que no requiere agua y reduce el volumen de los mismos hasta en un 90% como resultado del proceso de descomposición dentro de la cámara compostera. Este sistema utiliza la descomposición biológica natural para convertir los desechos en una pequeña cantidad de fertilizante, que puede ser utilizado como mejorador de suelos

*(The ReSource Institute).*

**621. Practicar un estudio geohidrológico previo a la perforación del pozo** con la finalidad de evaluar el nivel de las capas de agua de diferente calidad y sus fluctuaciones en el tiempo.

**622. Monitorear la calidad del agua de los pozos**, midiendo periódicamente la conductividad para conocer el incremento en la salinidad del agua y de esta forma establecer el límite de explotación. En los laboratorios de la Comisión Nacional del Agua se realizan los análisis para evaluar la calidad del agua.

## OPTIMIZACIÓN DEL USO DEL AGUA

Uno de los mejores medios para optimizar el uso del agua es disminuir su consumo y reutilizarla, para lo que se hacen una serie de recomendaciones para incluirse tanto en el diseño como en los servicios que se utilizan en interiores y exteriores de las edificaciones.

### 630. REDUCIR EL USO DEL AGUA

Utilizar baños composteros para reducir el uso de este recurso en áreas donde su suministro es escaso, ya que del uso residencial del agua, el consumo interior constituye el 60%; de este, el 40% es utilizado en el uso sanitario.

**631. Sustituir los sanitarios convencionales que usan 8 lts de agua por unos de menor consumo** (6 lts o menos), en las construcciones que ya cuenten con estos servicios. Es posible reducir su volumen usando un objeto que sustituya el volumen de agua innecesario en la caja de almacenamiento. Con la reducción del uso de agua, también se disminuye el volumen de aguas residuales producidas.

**Recomendaciones generales de uso**

- Nunca tire el agua que pueda tener otro uso, como el riego de áreas verdes o en labores de limpieza.
- Verifique que no exista ninguna fuga de agua. Lea su medidor antes y después de un período de dos horas cuando el agua no este siendo usada, si la lectura no es exactamente la misma es que existe alguna fuga.
- Repare las tuberías que gotean; una tubería con un flujo de una gota por segundo, representa una pérdida de agua de 2,700 galones por año, lo que incrementa tanto los costos del agua como de su disposición final.
- Instale regaderas de bajo flujo. Las duchas emplean cerca del 20% del total de agua empleada en el interior de una casa. Reemplazando las regaderas estándares de 20 litros por minuto por las de 11 litros se pueden ahorrar cerca de 90,000 litros de agua al año. Aunque las preferencias individuales determinan el gasto de agua, las regaderas de bajo flujo diseñadas adecuadamente, proveen la calidad de servicio encontrado en los modelos de gran volumen.



- Instale reductores de presión: el uso de válvulas de reducción de presión es una forma de disminuir el consumo de agua.
- Para el uso de lavadoras de ropa o de platos, se recomienda ponerlas a funcionar con cargas completas o ajuste el nivel de agua al tamaño de la carga.
- Muchos hoteles ya están promoviendo el ahorro de agua con acciones tan sencillas como el preguntarles a sus huéspedes si desean que sus toallas y/o sábanas sean lavadas diariamente o no.

**Jardinería**

- El mantenimiento de áreas verdes con frecuencia requiere de una gran cantidad de agua, particularmente en áreas de lluvia escasa. Un método para disminuir el consumo de agua es agrupar plantas con similares necesidades de agua.
- El gasto de agua utilizado para el riego de jardines puede disminuirse con el riego por la mañana o en la tarde, debido a que son las horas de menor evaporación.

Algunos hoteles ya están implementando un programa para la optimización del uso del agua.

**MANEJO DE LAS AGUAS RESIDUALES**

Debido a las características hidrológicas y geológicas de la zona costera, es importante hacer un manejo adecuado de las aguas residuales para evitar la contaminación de los recursos hídricos.

**640. REDUCIR LA CARGA DE CONTAMINANTES A LOS CUERPOS DE AGUA**

Evitar el deterioro de los cuerpos de agua no vertiendo aguas sin tratar directamente a los cuerpos de agua, ya que incrementan los niveles de bacterias, nitrógeno y fósforo, causando una sobrepoblación de algas, lo que contribuye al decaimiento del ecosistema inutilizándolo para su uso en actividades antropogénicas. En el Diario Oficial de la Federación del 25 de febrero de 1997 está publicado el Instructivo para la presentación y seguimiento de programas para el manejo de aguas residuales.

En el Código Penal del D.F. publicado en el DOF del 13 de Diciembre de 1996 se especifica que "... se penalizará a quien descargue, deposite, o infiltre, o lo autorice u ordene, aguas residuales, líquidos químicos o bioquímicos, desechos o contaminantes en los suelos, aguas marinas, ríos, cuencas, vasos y demás depósitos de agua de jurisdicción federal, que ocasionen o puedan ocasionar daños a la salud pública, a los recursos naturales, a la flora, a la fauna, a la calidad del agua de las cuencas o a los ecosistemas.

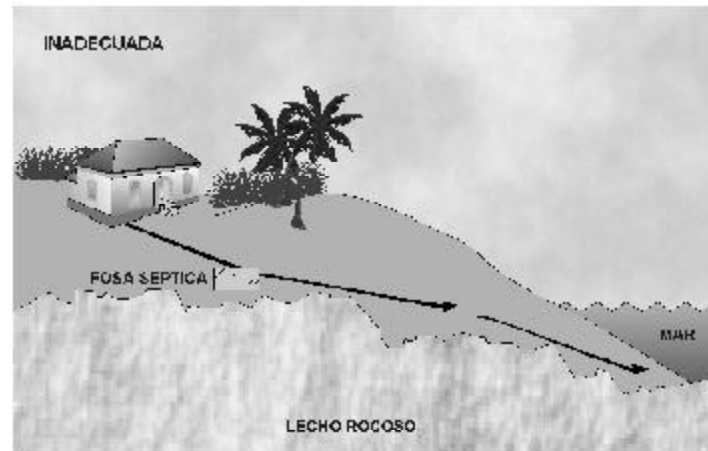
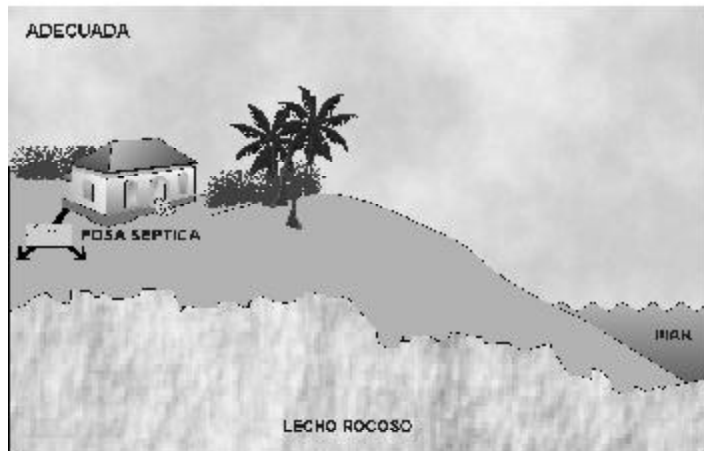
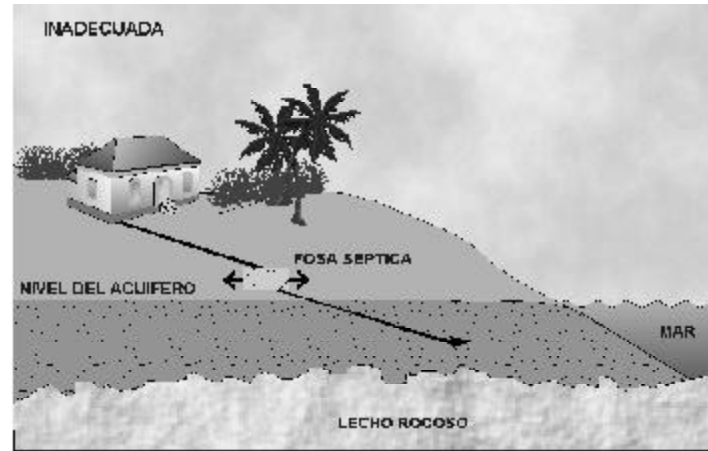
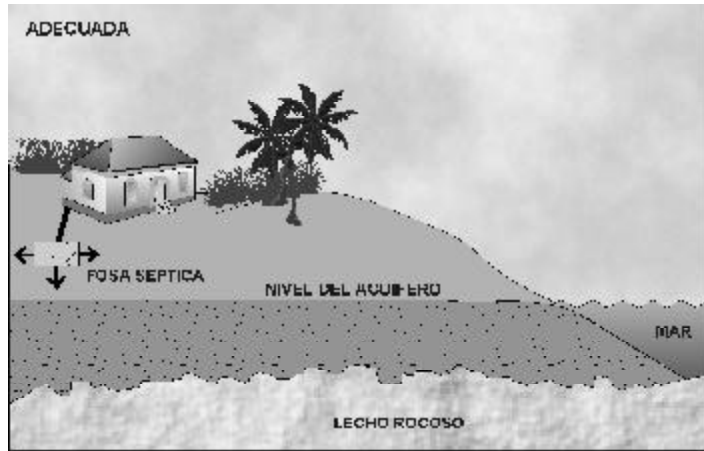
**641. Perforar un pozo profundo de absorción para inyectar el agua tratada al subsuelo,** se recomienda perforar un pozo profundo de absorción hasta donde la calidad del agua sea igual o mayor a 19,000 partes por millón de sólidos totales disueltos, con la finalidad de que el agua de buena calidad no sea contaminada.

**650. UBICAR LAS FOSAS SÉPTICAS EN LOS LUGARES MÁS ADECUADOS**

Una práctica muy común en las zonas costeras es el uso de fosas sépticas de donde eventualmente se filtran las aguas negras, si no se sitúan adecuadamente es factible que se contaminen los cuerpos de agua superficiales y subterráneos; a continuación se enuncian algunas de las consideraciones para la ubicación adecuada de las fosas sépticas.

**651. Considerar la ubicación de los pozos existentes.** Las normas aplicadas en México determinan que la distancia mínima entre los pozos y las fosas debe ser de 30 m. Una distancia mayor es necesaria para las instalaciones turísticas.

**652. Construir las fosas sépticas de forma que los lixiviados fluyan lejos del pozo,** asimismo se deberán impermeabilizar adecuadamente las paredes y piso para evitar filtraciones.



(Adaptado de Sullivan, 1995)

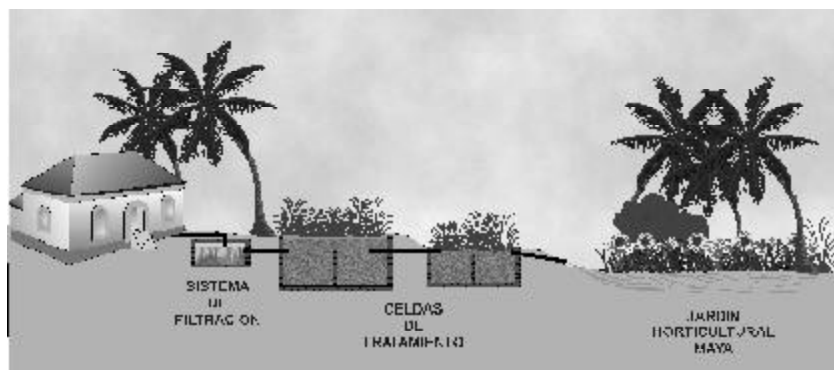
**Para la ubicación de las fosas sépticas se deben considerar las características del subsuelo, con la finalidad de evitar la contaminación por los lixiviados .**

**653.** *Evaluar la profundidad del agua subterránea para evitar la contaminación de las fuentes de agua potable*, por lo que las fosas sépticas deberán estar colocadas a no menos de 15 metros del nivel del acuífero y a no menos de 10m de lagos, arroyos u otros cuerpos de agua.

**654.** *Definir la ubicación y la profundidad de la fosa séptica después de la época de lluvias*, para asegurarse que el nivel del agua no alcance la distancia mínima necesaria entre la fosa séptica y el acuífero.

**655.** *Ubicar las fosas sépticas en función del tipo de suelo*, ya que en zonas donde el lecho rocoso se encuentra muy cerca del tanque, se corre el riesgo de que los lixiviados fluyan sobre este y salgan a la superficie sin haber tenido una adecuada purificación. La base del área de los lixiviados deberá estar situada por lo menos a un metro de la superficie del lecho rocoso.

Esquema general de un sistema hidrobotánico de tratamiento de aguas residuales.



## 660. OTRAS ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO

El uso de plantas de tratamiento modulares cada vez está más extendido, ya que su capacidad se adapta en función de las necesidades de cada desarrollo. Actualmente la Fundación Planetary Coral Reef está implementando en diferentes lugares de la costa como Akumal y algunos desarrollos en la Costa Maya un sistema para el tratamiento de las aguas negras basado en el uso de humedales artificiales. En este sistema, también conocido como Sistema Hidrobotánico de Tratamiento o como Sistema de Filtrado Biológico-Macrofítico, las aguas negras fluyen lateralmente a través de los estanques-humedales de tratamiento y son purificadas por el contacto de los medios biológicos y de la zona de raíces de la vegetación que absorbe los nutrientes.

**El sistema consiste de tres componentes:**

1. Un tanque impermeabilizado subterráneo equipado con un sistema especial de filtración para contener sólidos, donde se inicia el proceso de descomposición microbiana (anaeróbica y aeróbica).
2. Un estanque subsuperficial sellado e impermeabilizado para el flujo de las aguas negras, dividido en dos celdas o compartimientos de tratamiento. Construido de cemento y relleno con grava calcárea, con un humedal plantado en la superficie conteniendo diversas especies locales de palmáceas, arbustos, zacates y pastos de la región.

3. Un jardín horticultural Maya plantado alrededor del sistema, que utiliza los nutrientes remanentes del afluente del sistema. El sistema no requiere químicos, bombas o mantenimiento mecánico para su operación. Únicamente una poda ocasional mínima de las plantas de las dos celdas de tratamiento para estimular su crecimiento. La vegetación recolectada puede ser usada como forraje o como material artesanal.

Cada sistema de tratamiento es único, en el sentido que su diseño dependerá en primer lugar de la carga requerida o el volumen de aguas a tratar, la ecología del lugar y la formación geológica de la zona. Independientemente del sistema de tratamiento que se utilice, la calidad del agua que se obtenga del sistema para su reutilización o descarga deberá cumplir con los límites máximos permisibles establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas de bienes nacionales.

**Para mayor información:**

1. Sullivan K., De Silva L., White A., Wijeratne M., 1995 *Environmental Guidelines for Coastal Tourism Development in Sri Lanka*. The University of Rhode Island and The Coast Conservation Department, Sri Lanka. 74 pp.
2. Coral Reef Foundation: Gonzalo Arcila e Ingrid Datica Apdo. Postal #1 Playa del Carmen, Quintana Roo, México Tel/Fax: (987) 434 84 e-mail: akumal@cancun.rce.com.mx
3. The Resource Institute Dinah Drago Puerto Morelos, Quintana Roo Tel: (987) 101 26. mayandrago@aol.com
4. <http://www.americanwater.com/49ways.html> <http://www.epa.gov/ow/you.html>
5. <http://www.depstate.fl.us/swfwmd/swf50way.html>
6. *Diario Oficial de la Federación*, 3 de Febrero de 1997. Norma Oficial Mexicana NOM-003-CNA-1996. Requisitos durante la construcción de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos

**La solicitud de los siguientes servicios puede ser hecha a la Comisión Nacional del Agua utilizando el formulario denominado “Solicitud única de servicios hidráulicos”:**

- Nueva concesión o asignación de aprovechamiento de agua.
- Regulación de concesión o asignación de aprovechamientos de agua.
- Permiso de descarga de agua residual.
- Modificación de permiso de descarga de agua residual.
- Nueva concesión o asignación de ocupación de Zona Federal y Regularización.
- Modificación de ocupación de Zona Federal.
- Nueva concesión o asignación de extracción de materiales.
- Certificado de calidad de aguas salobres.
- No causación del derecho por descarga de agua residual.

## MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

*Implementando prácticas para el manejo adecuado de los residuos sólidos durante el establecimiento y operación de los desarrollos turísticos, se mantiene la salud humana y ambiental, que contribuyen a alcanzar el éxito de los mismos.*

### Normas a considerar en el Manejo de los Residuos Sólidos

#### Reducir la cantidad de basura destinada a los rellenos sanitarios

710. Reducir, reutilizar o reciclar

720. Contactar a las empresas involucradas en el manejo de los materiales a reciclar

#### Diseñar adecuadamente un relleno sanitario

730. Identificar el método más apropiado para el diseño de rellenos sanitarios

### Introducción

Con el incremento de residentes y visitantes en la zona costera es inevitable que muchas toneladas de basura se generen anualmente, con lo que su adecuada disposición se convierte en un proceso difícil y muy costoso en la mayoría de países tropicales.

Sin embargo se debe considerar como un aspecto esencial para mantener la salud humana y ambiental, necesarias para conservar las características que atraen a miles de visitantes a la región.

Cabe hacer notar que en la zona costera de Quintana Roo este problema también se ve reflejado en zonas inhabitadas, donde se observa gran cantidad de basura depositada en las playas transportada por las corrientes marinas, cuyo origen son lugares tan alejados como países sudamericanos. Esto disminuye la calidad estética de las mismas y altera el hábitat de la fauna silvestre, como es el caso de varias especies de aves y tortugas marinas que en algunas ocasiones interrumpen su proceso de anidación por la presencia de basura.

La opción que se ha adoptado para solucionar el problema de la disposición de la basura han sido los rellenos sanitarios, sin embargo al colmar su capacidad se han de buscar nuevos lugares para depositarla con lo que se necesitará cada vez de mayores extensiones de tierra para almacenarla, incrementándose los costos de disposición. Por lo que es necesario desarrollar nuevos métodos para el manejo de los residuos sólidos que permitan



ahorrar tanto recursos económicos como naturales.

Una alternativa para el manejo de los residuos sólidos es reducir la producción de los mismos, reciclar y reutilizar los materiales susceptibles de ello, disminuyendo la cantidad de materiales que tendrán como destino final los rellenos sanitarios, incrementándose el tiempo de vida útil de los mismos.

Para poner en práctica esta política se requiere hacer algunos cambios en las rutinas diarias de las empresas, los turistas y la comunidad local, de tal forma que todos los miembros de la sociedad trabajen juntos para cambiar los patrones de generación y disposición de la basura.

Algunas empresas ya están adoptando dentro de sus políticas el reciclado y generación de composta, tal es el caso del restaurante 100% Natural en Cancún que está reciclando de 500-900 kg de desechos orgánicos diarios o en un centro comercial de la zona hotelera de Cancún que ya cuenta con un programa de separación de basura.

Como la demanda de estos programas cada vez es mayor en Quintana Roo, las empresas que comercian con los materiales reciclados serán más frecuentes a lo largo de la costa. A mediano plazo, los desarrolladores e inversionistas tendrán el soporte necesario que sustente sus iniciativas de manejo de residuos sólidos durante la planeación, construcción y operación de sus nuevos establecimientos.

### Principios en los que se basa el manejo adecuado de los residuos sólidos

- Implementar acciones para prevenir la contaminación y disminuir los riesgos a la salud pública y ambiental, lo que coadyuva a preservar el atractivo de la zona buscando soluciones alternativas para el manejo de la basura.
- Reducir a largo plazo los costos económicos y el impacto a los recursos naturales reduciendo, reutilizando y reciclando los materiales que sean susceptibles de serlo e implementando composteros, con la finalidad de reducir la cantidad de materiales que tengan como destino final los rellenos sanitarios.

### REDUCIR LA CANTIDAD DE BASURA DESTINADA A LOS RELLENOS SANITARIOS

#### 710. REDUCIR, REUTILIZAR O RECICLAR

La mejor forma de prevenir la contaminación es limitar el volumen de residuos a ser desechados, por lo que hay que evitar utilizar materiales que representen problemas para ser depositados. Aunque la reducción y reutilización de materiales requieren de un cambio en las técnicas

Los programas de separación de residuos contribuyen a reducir el volumen de basura destinada a los rellenos sanitarios

tradicionales de manejo de la basura, no significa que debamos limitar el uso de los servicios sino de optimizarlos. Por ejemplo, la contaminación ocasionada por excesivo número de recipientes de plástico puede ser evitada con el uso de contenedores mayores.

**711. Identificar métodos para reducir el volumen de residuos sólidos durante la construcción.**

El diseño cuidadoso y las compras planeadas pueden substancialmente reducir la cantidad de basura generada durante la construcción. Tales técnicas incluyen el diseño de estructuras cuyas dimensiones consideren las medidas estandares de

madera, identifique formas de reutilizar los restos de madera, por ejemplo en el diseño del paisaje.

**712. Realizar compras de manera selectiva para reducir la cantidad de empaques de plástico,** es mejor comprar productos a granel y evitar los envases desechables.

**713. Utilizar productos elaborados con materiales reciclados,** con la finalidad de apoyar a las empresas que se dedican a elaborarlos, tales como papel, plástico, metales y vidrio.

**714. Implementar un programa de separación de basura.** La separación de la basura apoyará los esfuerzos de reusar y reciclar materiales. Además, proporcionará una buena idea para conocer el tipo de basura que está siendo generada, con lo que se pueden implementar programas más efectivos para la reducción de la misma. La separación de la basura deberá realizarse de acuerdo a la composición de la misma y depositarse en recipientes debidamente etiquetados, en este programa se debe hacer partícipes a los turistas y la comunidad en general. En algunos lugares del corredor Cancún-Tulum ya se están realizando labores concretas para el mejoramiento de la comunidad en beneficio del medio ambiente, como es el caso de Chemuyil donde ya cuentan con un programa de separación de basura y fabricación de composta.



**715. Elaborar composta.** El 40-50% de la basura está constituida por residuos orgánicos que pueden ser fácilmente degradados, el otro porcentaje los constituyen materiales que pueden reciclarse. La utilización de la basura orgánica generada en los hoteles o a nivel comunitario puede ser una herramienta efectiva y económica para reducir la cantidad de materiales que requieren ser transportados a los rellenos sanitarios. La operación de los sistemas de composta es relativamente sencilla en un área apropiada para su funcionamiento, pero requieren de un manejo adecuado de las escurrimientos en época de lluvias. Los beneficios de destinar un sitio para depositar los desechos de la jardinería, la basura orgánica proveniente del consumo diario de alimentos y los lodos de los sistemas sépticos o los baños de composta con frecuencia vale el esfuerzo.

La composta rica en nutrientes puede procesarse en un periodo de 3-6 meses, puede ser utilizada para abonar las plantas de las áreas verdes. Los ahorros en los costos son múltiples, considerando que se eliminan los gastos por la disposición de los residuos orgánicos y la fertilización de las áreas verdes con los productos de la composta es virtualmente gratuito.

**716. Reciclar los materiales que sean susceptibles de serlo.** Un material no se convierte en basura a menos que se deseché, si puede ser reutilizado se convierte en un recurso. Actualmente el vidrio azul que se elabora con vidrio reciclado en México puede ser comprado en tiendas de diferentes partes del mundo, como un apoyo a los esfuerzos del reciclado de materiales del país.

### Proceso de Elaboración de Composta

El área donde se elabora la composta está constituida por cuatro paredes formando tres espacios llamados esclusas, donde se vacían los desechos orgánicos formando una capa que se cubre con tierra negra y hojas secas; de esta manera se tiene un control para que se lleve a cabo una descomposición correcta de estos y no un proceso de putrefacción.

En la primera esclusa se lleva a cabo la fermentación de los desechos, una vez que se ha completado, el producto se pasa a la segunda para la maduración; finalmente se vierte a la tercera donde es secado. Las condiciones principales que controlan todo el proceso son la temperatura, la humedad y la aereación.

El periodo necesario para que se lleve a cabo la transformación de la materia orgánica en tierra es de tres a cuatro meses.

## 720. CONTACTAR A LAS EMPRESAS ESPECIALIZADAS EN EL MANEJO DE LOS MATERIALES A RECICLAR

Cada vez son más frecuentes las empresas que utilizan como materia prima los materiales reciclables para la elaboración de nuevos productos.

**721. *Involucrar a sus clientes dentro de un programa de reciclado,*** en la actualidad existen programas para la reducción de basura en todo el mundo, por lo que no resulta difícil que ellos conozcan algún programa y colaboren en el programa que Ud. implemente en su

establecimiento. Esta es una buena oportunidad para involucrar a sus clientes y alcanzar las metas de un programa para la reducción de la contaminación y eficientizar la utilización de los recursos.

## DISEÑAR ADECUADAMENTE UN RELLENO SANITARIO

Evaluar las características del terreno y el volúmen de basura a generarse para el establecimiento de un relleno sanitario. Es necesario considerar las características del suelo del sitio donde se pretenda instalar un relleno sanitario, ya que por el tipo de suelo de la península el manto freático es muy susceptible a contaminación por los lixiviados de estos residuos.

La disposición inadecuada de la basura ocasiona problemas de salud pública.



### **730. IDENTIFICAR EL MÉTODO MAS APROPIADO PARA EL DISEÑO DE UN RELLENO SANITARIO**

Un mal diseño de los rellenos sanitarios ha ocasionado la contaminación del manto freático y como consecuencia serios problemas de salud pública en las comunidades aledañas, por lo que en la Norma Oficial Mexicana NOM-083-ECOL-1994 se especifican las condiciones que deben reunir los sitios destinados a rellenos sanitarios:

- Deberán estar ubicados a una profundidad vertical mayor de 10m del nivel freático.
- Deberán estar ubicados a una distancia mayor de un kilómetro y aguas abajo de las zonas de recarga de acuíferos o fuentes de abastecimiento de agua potable.

- Deberán ubicarse a una distancia mayor de un kilómetro de las zonas de inundación, cuerpos de agua y corrientes naturales.
- Estarán ubicados a una distancia mayor de 500m del área urbana; a una distancia mayor de 70 m de las vías de comunicación terrestre, a una distancia mayor de 3 km de áreas naturales protegidas y aeropuertos, así como respetar el derecho de vía de 20 m de cada lado de líneas de conducción de energía eléctrica, oleoductos, poliductos, gasoductos y a una distancia mayor de 150m de áreas de almacenamiento de hidrocarburos.

**Para mayor información:**

1. <http://www.solstice.crest.org/environment/gotwh/general/solid/html/reduce.html>
2. *The consumer's handbook for reducing solid waste United States Environmental Protection Agency*
3. *Centro de acopio de papel y cartón Madisa, Cancún, Q.Roo Tel: (98) 88 95 38*

## OPCIONES PARA LA OBTENCIÓN DE ENERGÍA

*La energía eólica y solar, combinadas con una fuente de energía convencional constituyen una buena alternativa para cubrir la demanda energética de los desarrollos turísticos.*

### Introducción

En la Península de Yucatán la generación de energía eléctrica convencional es a partir de la quema de combustibles fósiles lo que indudablemente causa un impacto ambiental, una forma de mitigar este impacto es estableciendo programas que motiven el ahorro y uso eficiente de la energía y la utilización de otras alternativas para su obtención como lo es la energía renovable.

Se ha demostrado que a pequeña y mediana escala las energías renovables superan a las máquinas de combustión interna en muchos factores, principalmente en confiabilidad, disponibilidad, costos de operación, mantenimiento y mínimo impacto ambiental. La gran ventaja de las máquinas de combustión es su bajo costo de inversión inicial, pero a largo plazo se demuestra que el costo de la energía se paga hasta cuatro veces más caro con esta tecnología.

El uso eficiente de la energía involucra a planificadores, desarrolladores, operadores y visitantes para reducir el consumo de energía eléctrica. El reto para los técnicos es encontrar un balance justo entre la demanda y el suministro apropiado, sin llegar al derroche pero tampoco al

sacrificio del confort. Mediante el empleo de técnicas de generación de energía renovable se coadyuva a lograr un manejo más adecuado de los recursos para lograr que un desarrollo sea sustentable.

Este objetivo puede lograrse utilizando equipos y técnicas diseñadas para un bajo consumo energético en aplicaciones típicas como iluminación, ventilación, refrigeración y bombeo de agua, que se asocian perfectamente a las técnicas de generación con energía renovable. Parte de estas medidas son implementadas en el diseño de las construcciones para reducir el consumo de energía como el uso de la vegetación para crear un microclima, la orientación adecuada de las construcciones para facilitar la ventilación y disminuir la insolación directa entre otras.

Las energías renovables ya están siendo utilizadas en desarrollos ecoturísticos y comunidades pequeñas para satisfacer parte de sus necesidades energéticas; un beneficio adicional para los desarrollos ecoturísticos es que adoptando esta tecnología se tiene una imagen más ecológica que los visitantes disfrutan y aceptan, ya que en muchos de los casos se sienten

como parte del cambio positivo a favor de la conservación de los recursos naturales.

Existen organizaciones reconocidas a nivel mundial como Green Globe y Environmentally Sensitive Hotels que promueven en la industria turística el uso de prácticas ambientales en el diseño, planeación, construcción e implementación de los nuevos proyectos, que en sus principios incluyen el uso eficiente de la energía con lo que cada día la energía renovable va teniendo un mayor número de usuarios.

### **OPCIONES DE ENERGÍA RENOVABLE Y SUS APLICACIONES**

La energía renovable se denomina así porque su fuente de origen es inagotable o se renueva en forma constante y permanente. De este tipo es la energía solar que representa un recurso energético prácticamente inagotable que da como resultado otras fuentes de energía igualmente renovables y de bajo mantenimiento como la eólica, hidráulica, biomasa, oceánica y maremotriz.

Las tecnologías aplicables en Quintana Roo que aprovechan estos recursos naturales renovables son la fototérmica para el calentamiento del agua; la fotovoltaica para la generación de energía eléctrica con la luz solar; eólica para aprovechar la fuerza del viento y generar energía eléctrica; biomasa para aprovechar todos aquellos residuos orgánicos con alto contenido energético.



En los lugares donde no existe la red convencional de energía eléctrica o no está permitida su extensión como es el caso de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, las energías renovables constituyen una buena alternativa, ya que siempre habrá suficiente recurso solar y en algunos casos también eólico disponible y aprovechable.

Algunos lugares en el estado en los que se ha utilizado para cubrir las necesidades de las comunidades son Punta Allen y Xcalak en esta última se instaló un sistema con 234 módulos solares el cual forma parte de un sistema mixto eólico-fotovoltaico considerado como uno de los 10 más grandes en su estilo a nivel mundial; sin embargo el uso de este sistema no ha sido el óptimo debido a que han existido

**En Quintana Roo cada vez es más frecuente el uso de sistemas híbridos para la obtención de energía.**

## TECNOLOGÍAS

### EL RECURSO SOLAR

problemas en la operación y administración del mismo, por lo que al implementarse este tipo de energía es necesario capacitar a los operadores para que sea realmente eficiente.

Asimismo se han instalado sistemas en desarrollos ecoturísticos que satisfacen gran parte de su demanda energética. Existen al menos una docena de sistemas privados a lo largo de la costa que aprovechan estos recursos, un hotel en Playa Paraíso en la costa norte de Quintana Roo y otro cerca de Xcalak en el sur tienen instaladas máquinas eólicas, colectores solares y módulos fotovoltaicos como su principal fuente de energía.

La energía renovable también está siendo utilizada en sitios tan alejados como las casetas de vigilancia de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an como fuente de energía para la radiocomunicación, bombeo de agua e iluminación interior y exterior.

**Algunos desarrollos turísticos ya están utilizando la energía renovable como una alternativa para la obtención de energía eléctrica.**



En el estado de Quintana Roo el recurso solar es ilimitado por lo que es explotable para diversas aplicaciones como la generación de energía eléctrica (fotovoltaica) y el calentamiento de agua (fototérmica).

Ambas tecnologías son conocidas como pasivas ya que no requieren de partes móviles para operar, su combustible es el sol y por lo mismo son altamente confiables.

Los sistemas fotovoltaicos son utilizados para la generación de electricidad desde unos cuantos watts hasta megawatts como en las centrales experimentales instaladas en Estados Unidos y España, las cuales incluso han sido conectadas a las redes convencionales, lo que demuestra que técnicamente no existen limitaciones en el uso de esta tecnología.

Los colectores solares planos son los diseñados para el calentamiento del agua con energía solar. Esta tecnología ha sido empleada ampliamente en todo el mundo con excelentes resultados. Su costo de inversión es relativamente alto comparado con otras tecnologías como los calentadores de gas, pero su costo de operación y mantenimiento así como el costo neto de la energía es altamente competitivo.



Estos colectores solares compiten tan fuertemente que pueden ser usados en las ciudades donde el servicio de reparto y suministro de gas LP es confiable por lo que es altamente recomendable para destinos ecoturísticos.

La tecnología ha mejorado año con año por lo que los costos se han venido reduciendo lo que ha permitido que cada vez haya más usuarios e incluso se vayan integrado programas de gobierno para electrificación rural. Se estima que a la fecha existen en la República Mexicana más de 60,000 sistemas fotovoltaicos instalados y cerca de 220,000 m<sup>2</sup> de colectores solares (70% empleado para calentamiento de albercas).

### EL RECURSO EÓLICO

En cuanto al recurso eólico de la costa de Quintana Roo, su potencial es considerado como privilegiado en el país. Entre las aplicaciones que se le pueden dar a la energía eólica está el bombeo de agua en forma directa con sistemas electroeólicos, generación de energía eléctrica para diversas aplicaciones como iluminación interior y exterior, fabricación de hielo, operación de cámaras frías, desalación y potabilización de agua, carga de tanques de aire para buceo, etc. Por lo general los sistemas eólicos se respaldan con sistemas diesel para cubrir las demandas en épocas de baja intensidad eólica y también pueden combinarse con otras tecnologías como la fotovoltaica.



Actualmente no se cuenta con un mapa eólico de la República Mexicana (como es el caso del mapa solar del que se tienen al menos 2 versiones), pero se han realizado mediciones en diversos sitios, recopilado la información existente del servicio Meteorológico Nacional y de los aeropuertos y se estima que para fines de 1998 se cuenta con un mapa aproximado del recurso eólico de Quintana Roo. Esto dará una idea de donde es más factible realizar proyectos, pero en todos los casos se recomienda que se lleven a cabo evaluaciones del recurso eólico por un especialista.

**El éxito de la energía renovable a permitido integrar programas para la electrificación rural.**

La energía eólica es utilizada para el bombeo de agua, iluminación, desalación, carga de tanques de aire para buceo, entre otros.



## LAS GRANDES VENTAJAS DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES

La energía renovable presenta muchas ventajas con respecto a los sistemas convencionales de obtención de energía:

1. Se instalan donde se requiere la energía, en otras palabras, se produce en el mismo lugar donde se usa y no se necesita tender grandes kilómetros de red eléctrica derribando árboles y haciendo nuevos caminos.
2. Se diseñan para una demanda de energía definida -una inversión apropiada a la demanda actual y por ser modulares se puede incrementar su potencia cuando la demanda crece.
3. Su fuente de energía o combustible es el sol, viento o agua, tres recursos libres en la naturaleza, que no producen compuestos secundarios, no dejan residuos de ninguna especie y las partes móviles en todos los casos son mínimas o nulas. Adicionalmente a esto, una vez que la energía es aprovechada por las máquinas o dispositivos no quedan residuos degradados o contaminantes.
4. Estos sistemas son de fácil y rápida instalación, un sistema típico para un desarrollo ecoturístico puede tomar entre 2 y 10 días como período medio de instalación. La confiabilidad de estos sistemas

es de las más altas así como su disponibilidad y con un apropiado mantenimiento su tiempo de vida puede alcanzar los 26 años.

5. La capacitación que el usuario requiere al momento en que recibe el sistema por parte del proveedor es mínima.
6. El mantenimiento que requieren los sistemas renovables son substancialmente más bajos y baratos que cualquier otra tecnología disponible para generar energía, el costo por hora-hombre de mantenimiento es de las más bajas y el nivel técnico requerido no es difícil de desarrollar localmente.
7. Un buen diseño técnico puede garantizar altos rendimientos a un costo razonable y más aun pueden permitir una operación sencilla y totalmente automática, también se pueden mezclar las tecnologías combinando los sistemas utilizando diversas fuentes de generación.
8. Por su modularidad pueden ser reubicados fácilmente y algunos de ellos son abatibles con lo que pueden quedar protegidos en caso de huracanes.
9. Por lo anterior pueden formar parte de un activo fijo de un desarrollo, y ser también renegociados en cualquier momento con un alto valor de reventa.

## IMPLEMENTANDO UN SISTEMA DE ENERGÍA RENOVABLE

Para elegir entre la red eléctrica convencional y las energías renovables se debe analizar con cuidado cada caso y preferentemente con ayuda de un asesor.

Comparativamente a corto plazo la energía eléctrica convencional es más barata que la energía renovable, sin embargo a largo plazo esta última resulta más rentable ya que no se paga por el consumo solo por la instalación y los gastos de mantenimiento no son muy elevados.

Los costos de los sistemas con energía renovable varían en función del tipo de tecnología a usar, la arquitectura del proyecto, tipo de operación, entre otros. En la siguiente tabla se ilustran los costos de diseño, materiales e instalación. Recuerde que no hay costos de operación debido a que el uso del sol y del viento es virtualmente gratuito.

El mantenimiento de los sistemas fotovoltaicos es poco frecuente y de bajo costo (< 1¢/kwh); para los sistemas eólicos es más frecuente que los fotovoltaicos y relativamente más costoso (2-4¢/kwh); sin embargo el mantenimiento en ambos casos resulta más económico que el de las máquinas diesel que es mayor a 45¢/kwh.

**Implementación  
de sistemas de  
energía renovable en  
Tulum.**

Capacidad watts	Costo dólares/watt
<b>Sistemas eólicos</b>	
> 3,000	9-12
> 10,000	7-10
> 100,000	5-8
<b>Sistemas fotovoltaicos</b>	
> 500	14-18
> 1,500	13-16
> 5,000	10-12
> 20,000	8-10



Al implementar un sistema con energía renovable se requiere conocer la demanda de potencia y energía, es decir cuanta energía se requiere al día así como la cantidad de energía solar y/o eólica disponible en el sitio y poder diseñar un sistema capaz de generar al menos esa misma cantidad de energía en un período de tiempo igual al tiempo solar o período de generación.

La forma de calcular esta demanda es haciendo una tabla con la lista de los aparatos a conectar en un momento dado, seguido de la potencia de cada uno de ellos y el tiempo estimado en que operarán diariamente, a este producto de potencia por el tiempo de uso dará la demanda de energía de cada aparato por día. La suma de las potencias será la demanda de potencia instantánea en un momento dado y la suma de las energías dará la demanda total de energía por día.

Esta tarea puede ser llevada a cabo en sus primeras consideraciones por cualquier desarrollador sin mucha experiencia en el campo, con solo seguir algunas recomendaciones simples. En las etapas posteriores se recomienda que sean atendidas por un asesor técnico especializado.

Para obtener el mayor rendimiento de los sistemas de energía renovable es de suma importancia determinar adecuadamente su ubicación y conocer la disponibilidad del recurso.

En los lugares donde las condiciones meteorológicas no permitan la obtención de energía renovable durante todo el año, es recomendable que se instale un sistema mixto con elementos de energía renovable y tradicional.

## RECOMENDACIONES PARA IMPLEMENTAR SISTEMAS DE ENERGÍA RENOVABLE SIN IMPACTAR AL MEDIO AMBIENTE

Por paradójico que parezca, estas tecnologías también pueden impactar en forma directa o contribuir de alguna manera a alterar el medio ambiente en el mediano y largo plazo, por lo que deberán considerarse algunos aspectos durante el proceso de planeación, construcción, operación y mantenimiento para evitarlo.

- Si el sistema va a contar con un banco de baterías se deberá de identificar un centro de reciclaje de estos componentes para que una vez que lleguen a su término de uso se disponga de un centro de acopio que se haga responsable de esta tarea. Usualmente el mismo distribuidor hace las veces de centro de acopio.
- Si se está pensando en un sistema eólico, analizar si ese lugar es un paso constante de aves,

si así es implementar medidas para reducir accidentes como pintar las palas de las máquinas.

- Si se está implementando un sistema de bombeo de agua, determinar con precisión el nivel de abatimiento para no sobreexplotar el pozo.
- Si se está implementando un sistema de desalación de agua de mar, ubicar un sitio (no marino) para descargar la salmuera.

### Conclusiones

Las energías renovables son una buena alternativa para los desarrollos ecoturísticos que en realidad buscan un bajo impacto ambiental en un negocio altamente redituable como es el turismo, es importante que las inversiones en sistemas de este tipo sean a través de firmas especializadas para obtener el máximo rendimiento. Es recomendable utilizar sistemas mixtos para reducir el consumo de combustibles fósiles al mismo tiempo de que se implementen medidas para optimizar el uso de la energía del tipo que sea.

### Para mayor información:

1. *Ecoturismo & Nuevas Tecnologías S.A. de C.V. Arturo Romero Paredes Tel (5) 824 1358 Fax (5) 825 1734 E-mail aromero@mail.internet.com.mx*
2. *Sandia National Laboratories Renewable Energy Office P.O. Box 5800 Albuquerque, New Mexico 87185-0704 U.S.A. http://usaidlap.nmsu.edu/usaidlap*
3. *CONDUMEX (proveedora de materiales) Nacional de Conductores Eléctricos S.A. de C.V. Tel. (5) 587 7011*

## APLICANDO LAS NORMAS PRÁCTICAS EN LA COSTA MAYA

---

### INTRODUCCION

Con la finalidad de evitar los impactos al ambiente ocasionados con el establecimiento de nueva infraestructura y de garantizar la permanencia de la misma a largo plazo es importante considerar la aplicación de las Normas Prácticas desde la etapa de planeación del proyecto.

Considerando este principio, se identificó un desarrollo en el que con la colaboración de los inversionistas, se analizó el proyecto "Carecores" en el predio La Casona (lote 19), ubicado en la Costa Maya.

El proyecto "Carecores", se localiza en el Km 35 de la carretera Majahual-Punta Herrero, en un área de playa de barrera con una amplitud promedio de 160 m. Está delimitado al este por el mar Caribe y al oeste se encuentra una amplia franja de humedales en donde se observa un mosaico de ambientes húmedos y lagunas permanentes de aproximadamente 2,750 m de amplitud hasta la selva baja. Las lagunas más cercanas son Punta Gruesa al norte y Puerto Chico al sur.

En el predio La Casona, la vegetación dominante es de duna costera. Este tipo de vegetación está conformada por diferentes asociaciones en una franja que varía de 50 a 250 metros de amplitud, distribuidas de forma azarosa de acuerdo al grado de protección contra los vientos o a la naturaleza y profundidad del sustrato.

En el predio se puede observar vegetación pionera y matorral costero. La primera está constituida por especies que se distribuyen muy cerca de la zona intermareal a una altitud de 0 a 1 msnm. Se ubica en todo el litoral con excepción de las zonas ocupadas por la costa rocosa y el manglar de franja. Esta asociación se distribuye sobre un sustrato de grano muy fino, profundo y eventualmente presenta cierta irrigación por el agua del mar, constituye una comunidad inestable y sujeta a las modificaciones que se puedan dar por los cambios en la marea. Esta vegetación contribuye a la estabilidad de las dunas costeras.

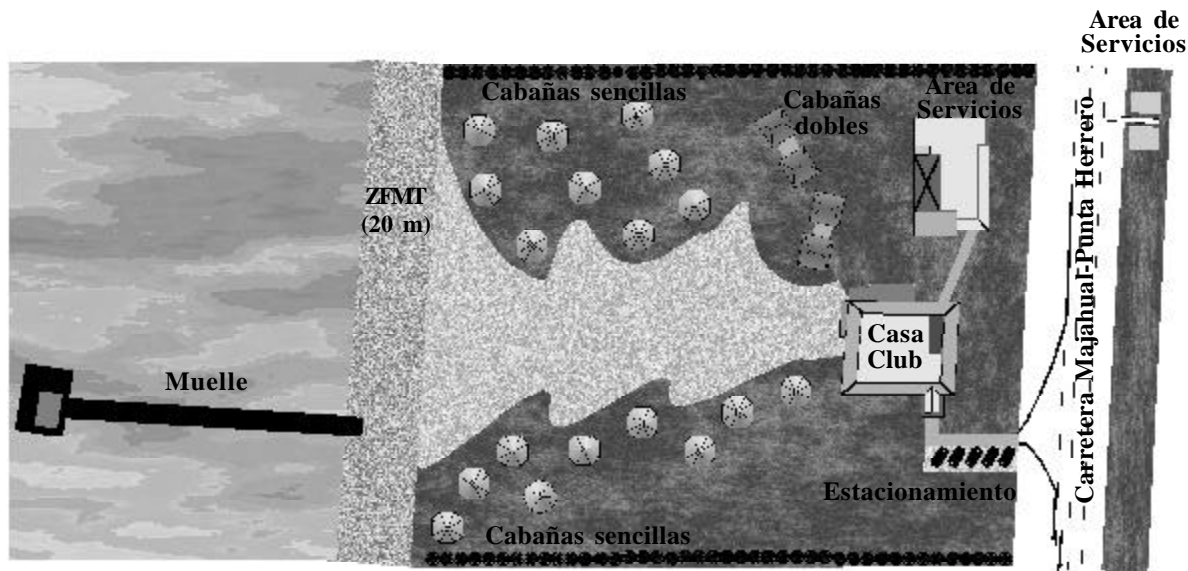
La segunda asociación es el matorral costero; esta asociación se presenta a manera de mosaico a una altitud de 3 a 5 msnm cubriendo una superficie en donde la naturaleza del sustrato y la topografía favorecen el establecimiento de una comunidad de elementos arbóreos. La otra asociación que se presenta en la parte posterior del predio es el manglar, se distribuye tanto en el litoral como tierra adentro en áreas cenagosas, donde las condiciones del sustrato favorecen el estancamiento de agua y la acumulación de residuos durante la temporada de lluvia, la salinidad en el área es elevada, no obstante el gran aporte de agua dulce.

### CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

El proyecto "Carecores" consta de 18 cabañas sencillas y 8 dobles, una casa club, un área de servicios y un muelle distribuidos en 1 ha de terreno (fig. 1).

Considerando las características físicas de la zona y la naturaleza del proyecto se hicieron las siguientes recomendaciones para la modificación del diseño del mismo, con la finalidad de adecuarlo a las condiciones naturales del área.

Uno de los aspectos a tomarse en cuenta es que la costa del estado de Quintana Roo es la más expuesta de la Península de Yucatán, a los fenómenos naturales como son las tormentas tropicales, huracanes y "nortes", estos fenómenos meteorológicos tienen un papel importante en la economía debido a la actividad turística que se desarrolla en el estado, si no se les considera dentro del proceso de planeación pueden tener un fuerte impacto.



Nota: ZFMT Zona Federal Marítimo Terrestre

Fig. 1. Proyecto "Carecores" en la primera etapa de planeación.

Su presencia no se puede evitar, sin embargo una actitud de previsión activa que combine la protección ante el peligro de éstos fenómenos y la conservación de los recursos naturales, simplifica los procesos de manejo y permite establecer un balance en la toma de decisiones sobre el tipo y la ubicación de las construcciones.

### UBICACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA

El desarrollo costero es susceptible a inundaciones y al efecto del viento durante las tormentas y huracanes. La vulnerabilidad depende de su ubicación con respecto a la amplitud de la playa, del tamaño de la duna, de la presencia de una rompiente arrecifal y de la dirección del viento y del oleaje.

La forma de la playa cambia naturalmente a lo largo del año o con la presencia de fenómenos meteorológicos extremos como las tormentas o huracanes (ver sección 200); esta dinámica natural se mantiene si se establece una *zona de restricción de construcción* (ver sección 300).

En base a las características topográficas del predio “La Cazona” donde se planea el desarrollo del proyecto “Carecores” se sugirió establecer una zona de restricción de construcción de 30m después de los 20m de la zona federal, ya que es probable que en época de tormentas esta última estará sujeta a la acción directa del oleaje. Para poder establecer esta zona de restricción de construcción es necesario reubicar las seis cabañas

situadas al frente del predio con la finalidad de evitar daños en época de tormentas o huracanes .

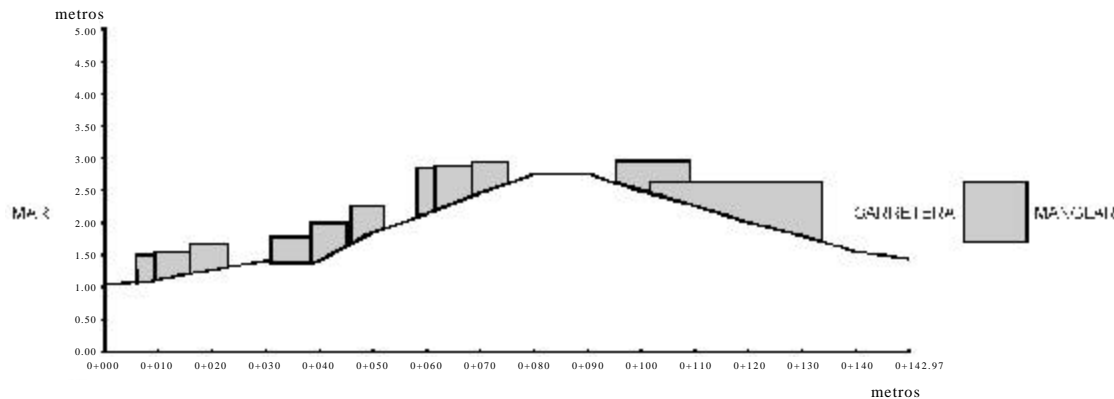
Como una medida complementaria se recomendó situar las construcciones detrás de la cresta de la duna ya que esta estructura proporciona una protección natural. Sin embargo de acuerdo con el perfil topográfico de la zona (fig.2) se puede observar que la cresta de la duna está situada aproximadamente a 75 m a partir de la zona federal, es decir cerca de la tercera línea de construcciones.

Debido a lo estrecho del terreno no es posible situar las construcciones detrás de la duna, por lo que una alternativa es elevarlas lo que permitirá el movimiento de la arena en la duna y el flujo de agua debajo de las mismas en caso de tormentas.

*Las estructuras deben ser diseñadas de tal forma que el primer piso del edificio este situado por arriba de la altura máxima alcanzada por el oleaje de tormenta*, es necesario evaluar esta altura en la zona de “La Cazona” para poder determinar la elevación más adecuada de las construcciones.

*Para elevar las edificaciones se sugiere el uso de cimientos en forma de pilotes*; otra opción es construir los cimientos de tal forma que permitan el flujo del agua debajo de las construcciones, colocando las paredes sólidas perpendiculares a la línea de costa y las paredes paralelas al litoral en forma de ventanas que permitan el flujo de agua.





**Fig. 2. Perfil topográfico del predio La Casona, donde el punto más elevado representa la cresta de la duna.**

*Para el establecimiento del muelle es necesario considerar que sea construido sobre pilotes para permitir el transporte de la arena a lo largo de la costa. Tradicionalmente en Quintana Roo, los muelles son construidos con madera de la región que es adecuadamente tratada para garantizar su durabilidad dentro del agua.*

### **MANEJO DE LA VEGETACION**

Un método no estructural para mitigar los efectos de la erosión es *adecuar el diseño del nuevo desarrollo de tal forma que se conserve la vegetación natural* (Ver sección 500). Aunque tal vez sea más fácil removerla, los beneficios obtenidos de su conservación justifican su uso; asimismo el diseño del paisaje puede ser usado para mantener la función

de las playas y dunas y el hábitat para muchas especies de fauna mientras se proporciona un ambiente estéticamente agradable.

En el predio de interés se encuentra localizada una zona de manglar, que no es posible aprovechar considerando el decreto de Regulación Ecológica que en su capítulo tercero de los criterios para el aprovechamiento artículo 28 "se prohíbe la construcción sobre pantanos, esteros y humedales" y en el código penal publicado el 10 de diciembre de 1996 en el Diario Oficial de la Federación, se especifica en el Artículo 416 "se impondrá pena de tres meses a seis años de prisión y de mil a veinte mil días de multa, al que sin la autorización que en su caso se requiera, o en contravención a las disposiciones legales, reglamentarias y normas oficiales mexicanas a quien destruya, deseeque o

rellene humedales, manglares, lagunas, esteros o pantanos".

En caso de obtener el permiso de construcción en esta zona se recomienda que *las estructuras sean elevadas para no alterar la circulación del humedal y en donde sea necesario rellenar, hacerlo con materiales permeables*, para conservar el flujo laminar que existe entre el humedal y la costa (ver sección 400).

#### **MANEJO DEL AGUA POTABLE Y DE LAS AGUAS RESIDUALES**

El manejo del agua incluye el optimizar su uso, es decir se debe establecer un ciclo cerrado donde el agua de alta calidad es utilizada para consumo humano y a su vez es reutilizada para el riego de áreas verdes. Tal vez el mayor beneficio de establecer programas de reuso de agua es su contribución para retardar o eliminar la necesidad de extender los suministros de agua y los medios para su tratamiento.

El agua en el predio de La Casona puede ser extraída de un pozo profundo, *el diseño de los pozos costeros tiene que ser del tipo de ventanas* para evitar la sobreexplotación de los mismos y la consecuente intrusión de agua salada. Asimismo se recomienda que en las construcciones *se incluyan las instalaciones necesarias para almacenar el agua de lluvia*, como una fuente de agua potable complementaria, considerando que en la región los meses de mayor precipitación son

de junio a octubre con 743.3 mm, mientras que en los meses secos de enero a mayo tan solo alcanza los 200 mm (ver sección 600).

Dentro de las condiciones que *se deben cuidar para la ubicación del pozo o de la fuente de agua potable es localización de las probables fuentes de contaminación* con la finalidad de evitar que impacten la fuente de agua potable. En la NOM-003-CNA-1996 se especifica que el área de protección entre el sitio seleccionado para construir un pozo y las fuentes potenciales de contaminación existentes que no pueden ser suprimidas, tendrá un radio mínimo de 30m con respecto al pozo.

Como parte de las medidas que pueden implementarse *para optimizar el uso del agua es la utilización de baños composteros*, ya que del agua utilizada en las residencias, el consumo interior constituye el 60%; de este, el 40% es utilizado en el uso sanitario (ver sección 600).

Para el caso de la disposición de las aguas residuales se recomienda *implementar algún método de tratamiento para las aguas negras dentro del mismo desarrollo*, ya que el uso de tanques cerrados como está contemplado en el proyecto original implica graves riesgos de contaminación en la zona, principalmente debido a que el transporte de las aguas a la planta de tratamiento más cercana se tiene que hacer por una compañía externa que probablemente no lleve el agua a su destino final, sino que la deposite en los humedales aledaños.

En el decreto de Regulación Ecológica en su capítulo tercero de los criterios para el aprovechamiento artículo 21 se establece que las zonas turísticas deberán contar con sistema de tratamiento de aguas residuales y el agua tratada deberá emplearse en el riego de áreas verdes, por lo que esto es un requisito para la aprobación de una manifestación de impacto ambiental.

Para el tratamiento de las aguas residuales actualmente la Fundación Planetary Coral Reef está implementando en Akumal y en algunos desarrollos turísticos en la Costa Maya un sistema basado en el uso de humedales artificiales.

En este sistema, también conocido como Sistema Hidrobotánico de Tratamiento o como Sistema de Filtrado Biológico-Macrofítico, las aguas negras fluyen lateralmente a través de los estanques-humedales de tratamiento y son purificadas por el contacto de los medios biológicos y de la zona de raíces de la vegetación.

Independientemente del sistema de tratamiento que se utilice, la calidad del agua que se obtenga del sistema para su reutilización o descarga deberá cumplir con los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas de bienes nacionales establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996.

En base a las sugerencias hechas al proyecto original, los propietarios del predio "La Cazona" adoptaron las siguientes Normas Prácticas en el diseño del proyecto "Carecores":

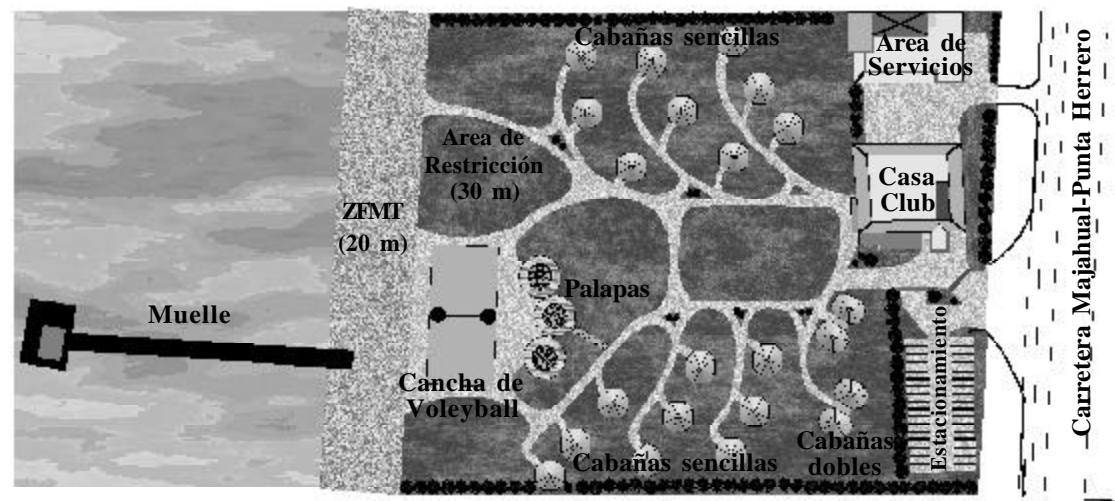
En cuanto al manejo de la vegetación se hizo una limpieza manual selectiva, dejando en el lugar las plantas nativas y que no son nocivas, asimismo se está diseñando un jardín botánico.

Considerando la dinámica de la zona costera se estableció una zona de restricción de construcción de 30 m, en donde se planea construir una cancha deportiva y asoleaderos (fig. 3).

Con respecto al tratamiento de las aguas residuales, se cambió el sistema de almacenamiento cerrado por un sistema de tanques sépticos con filtros y vegetación que consta de un área de captación, tanque de decantación, filtro de flujo horizontal, registro de unión, cámara de filtración ascendente, aereación y remoción de contaminantes por vegetales, cámara de aereación con filtración descendente, módulo de desinfección, tanque de almacenamiento. El agua tratada será utilizada para el riego de las áreas verdes.

El agua para uso general será extraída de un pozo profundo, complementada con agua de lluvia captada en las instalaciones diseñadas para este fin en la casa club.

Las Normas Prácticas adoptadas en este proyecto ponen de manifiesto que son una herramienta voluntaria. El conocimiento que se tenga de los procesos naturales y las características físicas del área de interés va a determinar el tipo de Normas a implementar, lo que coadyuvará a obtener los beneficios económicos generados por el establecimiento de la nueva infraestructura, mitigando los impactos al ambiente.



Nota: ZFMT Zona Federal Marítimo Terrestre

Fig. 3. Proyecto modificado de "Carecores" implementando las Normas Prácticas.